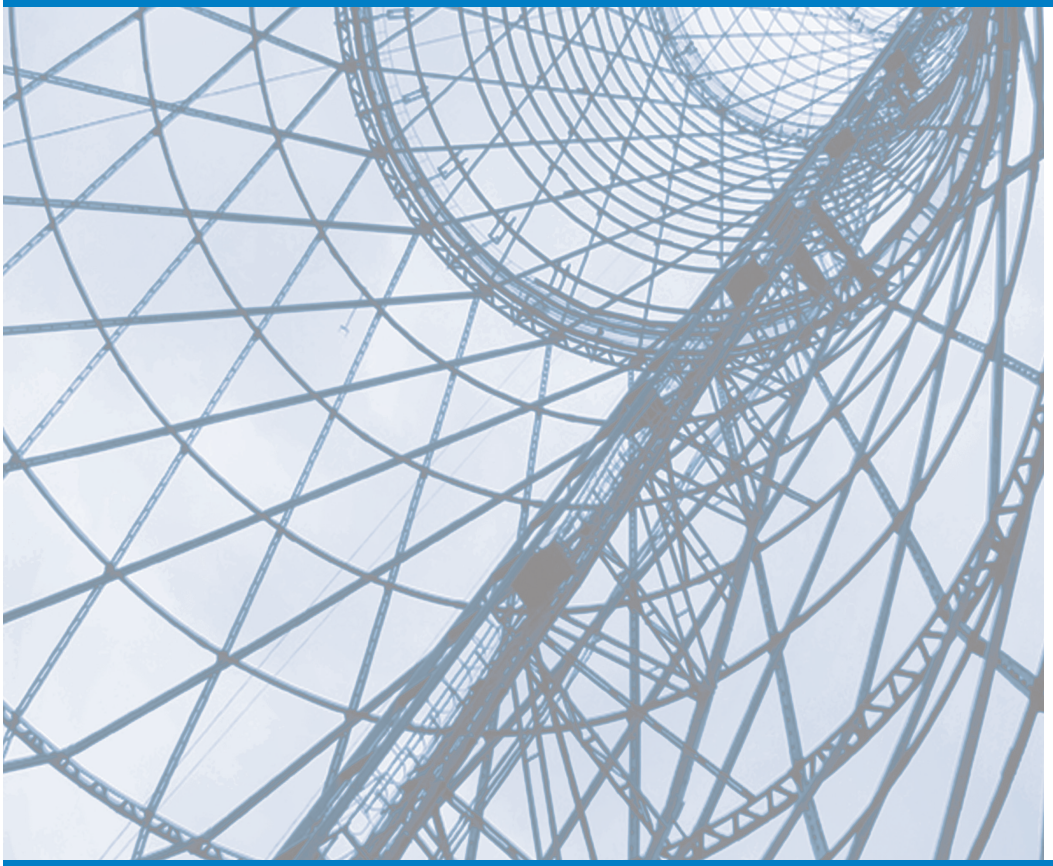


РЕГИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ В ОБЛАСТИ АРХИТЕКТУРЫ, СТРОИТЕЛЬСТВА, ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА И КАДАСТРОВ В НАЧАЛЕ III ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ

Часть 2

Материалы V Международной научно-практической конференции
Комсомольск-на-Амуре, 29 – 30 ноября 2017 года



Комсомольск-на-Амуре
2018

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Факультет кадастра и строительства

РЕГИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ В ОБЛАСТИ АРХИТЕКТУРЫ, СТРОИТЕЛЬСТВА, ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА И КАДАСТРОВ В НАЧАЛЕ III ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ

Часть 2

Материалы V Международной научно-практической конференции
Комсомольск-на-Амуре, 29–30 ноября 2017 года

Комсомольск-на-Амуре
2018

УДК 69:001
ББК 95.4+38+85.11+65.9(2)32
Р326

Рецензент – ***В. М. Козин***, доктор технических наук, профессор,
главный научный сотрудник лаборатории механики деформирования
Института машиноведения и металлургии Дальневосточного отделения
Российской академии наук (г. Комсомольск-на-Амуре)

Редакционная коллегия:
О. Е. Сысоев – доктор технических наук, профессор, отв. ред.
(г. Комсомольск-на-Амуре, КнАГУ);
Хейн Вин Зо – доктор технических наук, профессор, зам. отв. ред.
(Республика Союз Мья́нма);
О. Ю. Цветков – кандидат географических наук, доцент, координатор
(г. Комсомольск-на-Амуре, КнАГУ)

Р326 **Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия** : материалы V Междунар. науч.-практ. конф., Комсомольск-на-Амуре, 29–30 нояб. 2017 г. : в 2 ч. / редкол. : О. Е. Сысоев (отв. ред.) [и др.]. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2018. – Ч. 2. – 546 с.

ISBN 978-5-7765-1375-6 (Ч. 2)
ISBN 978-5-7765-1373-2

В настоящем сборнике содержатся материалы научных исследований ученых Дальнего Востока в области дизайна архитектурной среды, строительства, землеустройства и кадастра.

Материалы публикуются в авторской редакции. Редколлегия не несёт ответственности за их содержание.

УДК 69:001
ББК 95.4+38+85.11+65.9(2)32

ISBN 978-5-7765-1375-6 (Ч. 2)
ISBN 978-5-7765-1373-2

© ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2018

СЕКЦИЯ «СТРОИТЕЛЬСТВО»

Д. В. Адаричев, Т. В. Федюнина
ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ПРИМЕНЕНИЯ
ГАЗОВОГО ЛУЧИСТОГО ОТОПЛЕНИЯ…….. 12

А. А. Бурлов, Т. В. Федюнина
ГРУНТОБЕТОН КАК ОДИН ИЗ МЕТОДОВ СТАБИЛИЗАЦИИ
ГРУНТА……..…… 15

В. А. Дзюба, С. Ф. Хакимов, Ш. Х. Некройев
ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ОПЁРТЫХ
ПО КОНТУРУ…… 19

Е. А. Кузнецов
ОЦЕНКА ДОЛГОВЕЧНОСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЦИКЛИЧЕСКИХ НАГРУЗУК…….. 23

Е. В. Лановенко
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ…… 27

Е. Г. Мурашова, А. Е. Архипов
МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ГОФРИРОВАННЫЕ КОНСТРУКЦИИ..……..…... 32

А. Г. Мазина, Р. Е. Бойчин, А. С. Васильев, В. Л. Земляк
ПРИМЕНЕНИЕ САПР-СИСТЕМЫ REVIT STRUCTURE
И РЕШАТЕЛЯ ЛИРА САПР ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ
И РАСЧЕТЕ НЕСУЩИХ СИСТЕМ ЗДАНИЯ…… 36

А. Ю. Резниченко, Н. А. Тарануха, А. С. Васильев
ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-
ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ УСИЛЕННЫХ
ПУСТОТНЫХ ПЛИТ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЯХ
ФОРМЫ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ……. 42

В. С. Вяткина, В. А. Дзюба
ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ
КОЛОНН ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ……... 48

А. Ю. Добрышкин, И. В. Погорельских
ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ
ПЛАСТИН (МЕМБРАНЫ)…….…….. 53

И. Р. Живилко
МЕТОД СОПРИКАСАЮЩИХСЯ ЭЛЕМЕНТОВ……. 56

И. Н. Звиададзе, Е. О. Сысоев
НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ АНАЛИЗА ФИНАНСОВОЙ
УСТОЙЧИВОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ…….. 61

А. П. Игнатьева
ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СМЕТНЫХ НОРМ
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ДЕМОНТАЖНЫХ РАБОТ…….. 66

А. И. Исаков, К. С. Папушина
КООРДИНАЦИЯ В ПРОЦЕССЕ ИНФОРМАЦИОННОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ…….….. 71

Ю. Д. Казакова
НАКОПЛЕНИЕ ПОВРЕЖДЕННОСТИ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКОМ ЗАГРУЖЕНИИ МАТЕРИАЛОВ…….. 75
К. К. Кахоров, Ф. Х. Валиев, Т. А. Стасевич
ВЛИЯНИЕ НАПРЯЖЕННО - ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ НА МАЛОЕ КОЛЕБАНИЕ ОБОЛОЧКИ…… 84
В. А. Квашнина, Н. В. Брайла, В. В. Комиссаров
РЕКОНСТРУКЦИЯ ЖИЛЫХ ДОМОВ ПЕРВЫХ МАССОВЫХ СЕРИЙ …… 88
М. М. Кипкаев, Н. В. Гнатовская
АНАЛИЗ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ В ЗДАНИИ ДВОРЦА МЕНШИКОВА……..……. 94
А. Е. Кирюдчева
МЕТОДИКА ОКУПАЕМОСТИ ЭНЕРГОСЕРВИСНЫХ КОНТРАКТОВ……..…. 104
А. В. Ковредов, Р. А. Ибрагимов, К. С. Кудрявцев
ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКОГО ИЗНОСА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ….. 111
К. С. Козлова, М. Ю. Шкорко, Е. А. Журович
ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАСТИКА ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОУСТРОЙСТВА…….. 114
А. С. Коптева
ВЫБОР ТИПА ОБЪЕКТА ВОДНОЙ РЕКРЕАЦИИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ Г. АРХАНГЕЛЬСКА……. 118
М. А. Кореневская, П. В. Яциневич, Н. В. Брайла
ПЕРСПЕКТИВА РЕКОНСТРУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ ПОД ОБЩЕСТВЕННО-ДЕЛОВУЮ ФУНКЦИЮ…… 121
В. И. Корсун, Г. А. Швец, П. Ю. Оноев
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ БАШЕННЫЕ ВЫТЯЖНЫЕ ГРАДИРНИ…..…… 127
Д. С. Корягин
АНАЛИЗ ПЕРЕДОВЫХ МЕТОДОВ ОРГАНИЗАЦИИ ТРУДА ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ СТРОИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ НА ОБЪЕКТАХ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ…….. 133
К. С. Кудрявцев
ЛЕГКИЕ СТАЛЬНЫЕ ТОНКОСТЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ……..….. 139
А. М. Купчеков
ШАГОВЫЙ АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОЙ ПЛОСКОЙ ЗАДАЧИ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ……...…… 144
И. Н. Курбанов, В. В. Беспалов, И. Д. Сальманов
СОВМЕСТНАЯ РАБОТА КАМЕННОЙ КЛАДКИ И КОМПОЗИТНОГО АРМИРОВАНИЯ …… 147
С. И. Курдюмова, В. А. Дзюба
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ФОРМ ЭЛЕМЕНТОВ ЖЕСТКОСТИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ …….. 152

В. В. Лалин, Е. А. Мякшикова
УРАВНЕНИЯ КВАДРАТИЧНОГО ПРИБЛИЖЕНИЯ
В НЕЛИНЕЙНОЙ ТЕОРИИ СТЕРЖНЕЙ…….. 155
Д. О. Лепешкина, Н. А. Червова
ПРИМЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ ВИЗУАЛЬНОГО
ПРОГРАММИРОВАНИЯ В СРЕДЕ DYNAMO ДЛЯ СОЗДАНИЯ
И РЕДАКТИРОВАНИЯ АНАЛИТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ…… 162
Е. В. Лесков, К. И. Ипатов, А. С. Васильев, В. Л. Земляк
ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСУЩЕЙ И ДЕФОРМАЦИОННОЙ
СПОСОБНОСТИ ЛЕДОВЫХ ПЕРЕПРАВ, УСИЛЕННЫХ
КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ…….. 167
А. П. Маричев, Е. С. Залата, О. С. Гришина, Г. А. Бардина
КООРДИНАЦИЯ РАБОТ МЕЖДУ ЗАКАЗЧИКОМ
И ПОДРЯДЧИКОМ НА ОСНОВЕ BIM ПЛАТФОРМЫ……... 174
Н. А. Матвеева, Л. А. Герасимова
СОПОСТАВИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РОССИЙСКИХ
И ЗАРУБЕЖНЫХ НОРМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ
РАСЧЕТА ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ МОНОЛИТНОЙ ПЛИТЫ
ПЕРЕКРЫТИЯ……... 180
С. И. Мишаров
АЛГОРИТМ СОЗДАНИЯ АРМАТУРНОЙ МОДЕЛИ
С ПРИМЕНЕНИЕМ BIM-ТЕХНОЛОГИИ…….. 187
С. И. Мишаров
РАСЧЕТ АРМИРОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ BIM-ТЕХНОЛОГИИ….. 194
П. А. Начкина, М. А. Романович
ОБОСНОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА
МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА К ОТКРЫТИЮ
НОВОЙ СТАНЦИИ ПЕТЕРБУРГСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА…….. 197
Нейн Сит Наинг, Т. А. Стасевич
ИССЛЕДОВАНИЕ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ ЗАМКНУТОГО
КОЛЬЦА ПРИ МЕСТНОМ НАГРЕВЕ…… 203
О. Е. Сысоев, Ш. Х. Некройев
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ
ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДОРОГ С ПОКРЫТИЕМ
ИЗ НЕЖЕСТКОЙ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ…… 208
Н. А. Нечаева
ВЛИЯНИЕ СЕВЕРНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ
НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА
В Г. АРХАНГЕЛЬСКЕ…….. 214
В. А. Новикова, И. И. Иванова
ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА
НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА……. 219

Д. Е. Новицкий, Д. С. Кареева
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ МЕЖДУ ВОЗРАСТОМ ЗДАНИЙ И ИЗНОСОМ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ…… 225
Н. С. Орлова, А. В. Улыбин
ПРОБЛЕМЫ РАСЧЕТА КИРПИЧНОЙ ОБЛИЦОВКИ ОБЛЕГЧЕННЫХ СТЕН НА ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ…… 230
К. С. Папушина, А. Д. Балакина, Р. А. Ибрагимов, А. И. Латухина, А. И. Исаков
ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕГРАЦИИ РОССИЙСКИХ И ЗАРУБЕЖНЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ…… 235
А. В. Пихт, А. Д. Павленко, Е. А. Сметанина, Е. С. Михайлов
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТАНДАРТОВ ТЕХНОЛОГИИ «GREENZOOM» НА ПРИМЕРАХ ЖИЛЫХ КОМПЛЕКСОВ И БИЗНЕС-ЦЕНТРОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА…….. 241
А. А. Пономаренко, А. А. Крупина
РАЗВИТИЕ ФАХВЕРКОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В РОССИИ…… 250
У. В. Попова, П. В. Яциневич
НОВЫЕ ФУНКЦИИ ПАМЯТНИКОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ КАК РЕЗУЛЬТАТ РЕНОВАЦИИ……. 255
С. О. Постанен, А. Ю. Постанен
СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ПЛИТЫ ПЕРЕКРЫТИЯ В ПК ЛИРА….. 261
А. Ю. Постанен, С. О. Постанен
РАСЧЕТ ВЕТРОВОЙ НАГРУЗКИ СОГЛАСНО МЕТОДИКАМ ЕВРОПЕЙСКИХ И РОССИЙСКИХ НОРМ……... 267
Н. В. Санджиев, Д. А. Сердюков
ОБЗОР ИНОСТРАННЫХ BIM-СТАНДАРТОВ……. 272
Д. О. Семашкина
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДИАГОНАЛЬНЫХ СЕТЧАТЫХ ОБОЛОЧЕК В РАБОТЕ НА ВЕТРОВУЮ НАГРУЗКУ……... 276
А. А. Сидоренко
СТАБИЛЬНОСТЬ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ ПРИ ДЕЙСТВИИ ВИБРОДИНАМИЧЕСКОЙ ПОЕЗДНОЙ НАГРУЗКИ…….. 281
А. А. Сидоренко
БЕЗБАЛЛАСТНАЯ КОНСТРУКЦИЯ ВЕРХНЕГО СТРОЕНИЯ ПУТИ RHEDA 2000……... 287
А. В. Смоленкова, А. Н. Кононова, В. И. Корсун
УСИЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ УГЛЕПЛАСТИКОМ……... 292

А. А. Старицына, Н. В. Брайла
ИЗМЕНЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К КАЧЕСТВУ ЖИЛЬЯ В РОССИИ…… 297
Д. А. Страхов, Е. Г. Иванова, А. А. Кутина, А. С. Жеренок
СОВМЕСТНАЯ РАБОТА СТАЛЬНЫХ БАЛОК ПЕРЕКРЫТИЯ
И СВОДОВ……. 303
Е. О. Сысоев, Е. И. Галкин
ВНЕШНИЕ ФАКТОРЫ ВЛИЯЮЩИЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ
РАБОТЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАКАЗЧИКА…… 311
Л. В. Талипова, Е. Д. Косяков
ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ
В СТРОИТЕЛЬНЫХ УНИВЕРСИТЕТАХ…….. 315
А. А. Трусова, П. А. Начкина, В. Ф. Мущанов
РАЦИОНАЛЬНЫЕ ФОРМЫ ПЛОСКИХ НЕСУЩИХ
КОНСТРУКЦИЙ СТАЦИОНАРНЫХ ПОКРЫТИЙ
НАД ТРИБУНАМИ РЕКОНСТРУИРУЕМЫХ СТАДИОНОВ……. 320
Е. А. Тулинова, Е. О. Сысоев
ОСНОВНЫЕ ФОНДЫ КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОСТИ
СТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ……. 326
Е. А. Тучин, А. А. Кирилкина, В. В. Комиссаров
МЕТОДИКА ВЫБОРА БУДУЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ
РЕФУНКЦИОНАЛИЗИРУЕМОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ОБЪЕКТА... 328
А. С. Фидрикова, Ю. В. Быкова, М. В. Гравит
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УРОВНЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ
ЗДАНИЙ И СТРУКТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИЗОЛЯЦИИ PIR…... 333
С. Ф. Хакимов, А. Н. Петрова, М. Р. Петров
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ТРУБЧАТОГО СТЕРЖНЯ ИЗ ГИПЕРЭЛАСТИЧНОГО МАТЕРИАЛА…. 339
К. В. Чернов, М. А. Кореневская, М. П. Каркавцева, Н. В. Брайла
ПЕРСПЕКТИВЫ РЕКОНСТРУКЦИИ СУЩЕСТВУЮЩИХ
ЗДАНИЙ В ОТЕЛИ ХОСТЕЛЬНОГО ТИПА В РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ……. 343
Ю. Н. Чудинов
К ВОПРОСУ ВЫБОРА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ
И СООРУЖЕНИЙ…….. 348
В. В. Шишкина, Н. А. Ермошин
ОБОСНОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ИНВЕСТИЦИОННО
– СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТА……. 351
А. Д. Юферева
АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ РОССИИ
И ЧЕХИИ В ВОПРОСАХ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА
В СТРОИТЕЛЬСТВЕ …… 360

П. В. Яциневич, У. В. Попова, К. В. Чернов
ОБЗОР МИРОВОГО ОПЫТА КОМПЛЕКСНОГО
РЕДЕВЕЛОПМЕНТА ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ……... 365
С. Ю. Тарабукина
ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ...…... 371
Д. А. Алябьева
ПРЕДНАПРЯЖЕННЫЙ УПРУГИЙ ПОДВЕС……... 376
М. Ю. Астахов, К. Е. Непомнящий, Н. А. Чумичёв
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСВА
ЗДАНИЙ ИЗ ФИБРОБЕТОНА……. 379
И. И. Ахметова
ПРЕИМУЩЕСТВА И ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БАЛКИ
С ПЕРФОРИРОВАННОЙ СТЕНКОЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ……... 387
Е. Е. Баженова, Ю. В. Быкова, Е. М. Дзьоник
ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЩЕСТВЕННЫХ
ЗДАНИЙ СО СВЕТОПРОЗРАЧНЫМИ ФАСАДНЫМИ
СИСТЕМАМИ…… 395
С. В. Беляева, А. А. Авдеева, И. Д. Шлыкова
КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В КАЧЕСТВЕ УСИЛЕНИЯ
ЭЛЕМЕНТОВ …… 402
Н. А. Бикбаева, А. Ю. Атрощенков, А. М. Купчеков
АРМИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ПРОГРЕССИРУЮЩЕМ
ОБРУШЕНИИ…… 407
А. А. Браташов, О. И. Давыдов, Н. Г. Айрапетян
ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ……. 412
Ю. В. Быкова, А. В. Нефедова
ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОГРАЖДАЮЩИМ
КОНСТРУКЦИЯМ В РАЗЛИЧНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ
РОССИИ…….. 415
Д. А. Вавер
ОСОБЕННОСТИ СОВМЕСТНОГО РАСЧЕТА СИСТЕМЫ
ЗДАНИЕ-ФУНДАМЕНТ-ОСНОВАНИЕ…… 421
А. А. Ванунц
ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА ВЭС
МОРСКОГО БАЗИРОВАНИЯ…….. 425
Т. О. Труфанова, Л. И. Чумадова
КОНСТРУКЦИЯ СТЕН В АДДИТИВНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ……. 428
Б. Б. Виноградова, С. В. Вахрушева, Е. С. Бузыкаева
ПОРЯДОК ФОРМИРОВАНИЯ ПЛАТЕЖЕЙ И ВЗНОСОВ
ДЛЯ СОБСТВЕННИКОВ ПОМЕЩЕНИЙ
В МНОГОКВАРТИРНОМ ДОМЕ…… 435
М. В. Гравит, С. А. Свинцов, Е. И. Денискина, А. Е. Колобзаров
СНИЖЕНИЕ СРОКОВ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА С ПОМОЩЬЮ
BIM ТЕХНОЛОГИЙ…….. 441

С. В. Ерзаков, М. А. Кореневская
МНОГОУРОВНЕВЫЕ ПЕРЕХВАТЫВАЮЩИЕ ПАРКОВКИ,
КАК ПУТЬ РАЗВИТИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГОРОДА……. 450
Д. С. Кареева, М. А. Романович, Д. Е. Новицкий
РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ
РАБОТ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ…… 456
А. И. Копылова, А. К. Богомолова
ТЕХНОЛОГИЯ ЗЕЛЕНЫХ КРОВЕЛЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ…… 462
Е. С. Залата, Ю. Ю. Шавров, А. П. Маричев,
В. И. Масликов, К. Ю. Стрелец
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОТОБИОЛОГИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ
В РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМАХ ЗДАНИЙ……. 468
А. М. Мамин
КОНСТРУКЦИИ СТЕН ИЗ ГАЗОБЕТОННЫХ БЛОКОВ
НА ПЕНОПОЛИУРЕТАНОВЫХ КЛЕЯХ……... 475
Э. А. Галиханова, И. А. Коваленко
ПОЛИУРЕТАНОВЫЙ ЭЛАСТОМЕР КАК УПРУГИЙ МАТЕРИАЛ
В СЕЙСМОЗАЩИТЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ…….. 489
Л. А. Герасимова, Д. Д. Норсонова, Н. А. Матвеева
ПРИМЕНЕНИЕ СЕЗОННОГО АККУМУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОТЫ
В СИСТЕМАХ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА
РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)…… 494
П. А. Гнам
ОЦЕНКА ИЗНОСА И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
ЗДАНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА……... 498
О. С. Гришина, А. В. Савченко, А. П. Маричев, Е. С. Залата
КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ ПЛАНА РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА BIM... 508
Р. С. Гуртовенко
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН
ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО
ЗДАНИЯ…….. 512
Л. Ю. Дробина, Н. В. Брайла, Б. Б. Виноградова
МИНИМИЗАЦИЯ РИСКОВ ИНВЕСТИЦИОННО-
СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТА, ОСУЩЕСТВЛЯЕМОГО
В УСЛОВИЯХ ИСТОРИЧЕСКОЙ ЗАСТРОЙКИ…….. 515
Р. А. Ибрагимов, А. В. Ковредов, Л. В. Талипова, К. С. Папушина
ТИПЫ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ГЛУБОКИХ
КОТЛОВАНОВ В СЛАБЫХ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТАХ……... 521
А. Д. Давыдова, Г. Е. Никифорова
ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ УЧРЕЖДЕНИЙ
ЗДРАВООХРАНЕНИЯ…….. 526

Н. Э. Иванова, С. В. Вахрушева
ПОВЫШЕНИЕ КЛАССА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЯ ЗА СЧЁТ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ…….. 529
С. В. Вахрушева, М. А. Романович, Б. Б. Виноградова
АНАЛИЗ ВОЗМОЖНЫХ ВАРИАНТОВ РЕКОНСТРУКЦИИ «КОМПЛЕКСА САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОЙ ОДИНОЧНОЙ ТЮРЬМЫ («КРЕСТЫ»)»……. 534
А. И. Рошкованова, М. А. Романович
ПРИМЕНЕНИЕ МИРОВОГО ОПЫТА РЕДЕВЕЛОПМЕНТА ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗОН ДЛЯ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА…….. 540

СЕКЦИЯ



СТРОИТЕЛЬСТВО

УДК 697.245

Д. В. Адаричев, Т. В. Федюнина
ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ им.Н.И.Вавилова», Россия
Adarichev D.V., Fedynina T.V.
IN FGBOU "Saratov state agricultural UNIVERSITY them.N. And.Vavilov", Russia

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ПРИМЕНЕНИЯ ГАЗОВОГО ЛУЧИСТОГО ОТОПЛЕНИЯ
THE ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF APPLICATION OF GAS RADIANT HEATING

Аннотация. Статья посвящена использованию газового лучистого отопления в промышленности. Рассмотрены ее достоинства и недостатки, особенности проектирования.

Ключевые слова: отопление, конвекция, лучистое отопление, промышленное отопление, газовое лучистое отопление.

Abstract. The article is devoted to the use of direct gas heating in industry. Considered its advantages and disadvantages, design features.

Key words: heating, convection, radiant heating, industrial heating, gas heating.

Традиционная система конвективного отопления имеет ряд особенностей, не позволяющая продуктивно обогревать промышленные рабочие зоны, имеющие большую площадь и высоту. При конвективном отоплении большая часть нагретого воздуха поднимается вверх, в связи с чем под кровлей образуется «тепловая подушка» (рис.1), что приводит к сильным теплопотерям. Необходимы значительные затраты на подготовку и использование теплоносителя. Высокие помещения (свыше 15 м) невозможно качественно обогреть, используя конвективный метод отопления.

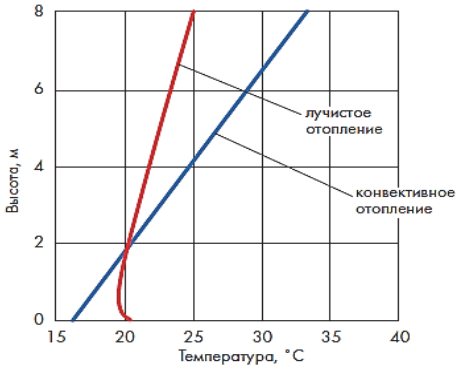


Рис. 1. График зависимости температур при лучистом и конвективном отоплении

Избавиться от данного недостатка можно путем использования теплового излучения, а не конвекции, что успешно применяется в системах газового лучистого отопления. Основным отличием лучистого отопления от конвективного является обогрев определенной площади помещения, а не объема. Инфракрасное излучение, исходящее от расположенной в верхней части помещения обогревателя, отдает тепло ограждающей конструкции и находящемуся там оборудованию, которое в дальнейшем нагревает воздух в рабочей зоне за счет конвекции. (рис.2)

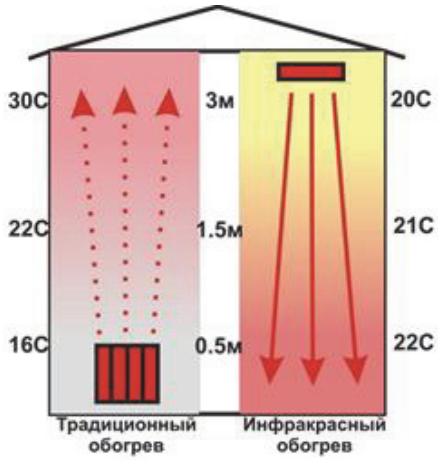


Рис. 2. График распространения температуры при традиционном отоплении и инфракрасном

Главным элементом системы газового лучистого отопления является инфракрасные излучатели. Они работают в коротковолновом и средневолновом спектрах. Излучатели, находящиеся в коротковолновом спектре называются «светлыми», в средневолновом спектре - «темными».

К основным преимуществам системы газового лучистого отопления можно отнести:

отсутствие теплоносителя, снижение затрат на его подготовку, перекачивание по трубопроводам, а также обслуживание и ремонт теплотрасс;

возможность прогрева отдельных зон (участков, линий), в том числе расположенных на открытом воздухе;

без инерционное выполнение функций дежурного отопления при вынужденном простое, в ночное время, праздничные и выходные дни;

возможность понижения температуры в рабочей зоне (на 2–5 °С) при сохранении условия комфорта в рабочей зоне.

Согласно [1] при использовании системы с газовым инфракрасным излучателем «стоимость энергоресурсов, используемых для отопления производственных помещений, сокращается 2,5–3 раза. Система быстро монтируется, бесшумно работает и полностью автоматизирована».

Учитывая выше сказанные преимущества системы газового лучистого отопления, можно сказать, что сфера их применения увеличится. Вместе

с тем период активного использования данной системы в России мал. Рассмотрим некоторые аспекты, относящиеся к проектированию.

При проектировании данной системы необходимо соблюдать требования, представленные в СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование», СП 42-101-2003 «Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб», требования промышленной безопасности, находящиеся в нормативных актах Ростехнадзора.

К основным особенностям систем газового лучистого отопления, которые необходимо учитывать при проектировании, можно отнести:

системы газового лучистого отопления имеет ограничения по высоте и области применения;

излучатели оказывают тепловое влияние на рядом расположенное оборудование;

продукты сгорания от некоторых излучателей попадают в помещение, которое они отапливают.

Системы газового лучистого отопления разрешается применять для отопления определенных производственных помещений, для обогрева участков и определенных рабочих мест в неотапливаемых помещениях, а также для помещений общественных зданий с непостоянным пребыванием людей.

Установку приборов лучистого отопления с температурой поверхности свыше +150 °С следует предусматривать в верхней части рабочего помещения [2]. Производители систем газового лучистого отопления указывают в техдокументации, что излучатели должны устанавливаться на высоте не ниже 3,5-4 м от поверхности.

При монтаже необходимо учитывать тепловое влияние инфракрасных излучателей, которое оказывается на окружающее пространство. Расстояние от горелок инфракрасного излучения до конструкций из легковоспламеняемых и трудновоспламеняемых элементов (перекрытий, оконных и дверных проемов и т. п.) должно составлять не менее 0,5 м при температуре излучающей поверхности до +900 °С и не менее 1,25 м для температуры свыше +900 °С при условии защиты или экранирования трудновоспламеняемыми материалами. Открытая электронная проводка должна располагаться на расстоянии не менее 1 м от излучателей [3]. Системы газового лучистого отопления в производственных зданиях устанавливают в верхней части помещения, излучатели оказываются в непосредственной близости от электропроводки, источников света, электрооборудования мостовых кранов, лебедок и т. п. Возникающие проблемы при проектировании обусловленные тепловым воздействием на электрооборудование, должны решаться с учетом вышеизложенных требований.

В ходе работы горелки, продукты сгорания удаляются с помощью дымохода или через специальное помещение с помощью системы вентиляции. Газовые излучатели разрешается использовать при условии удале-

ния продуктов сгорания, обеспечивая ПДК вредных веществ в воздухе ниже допустимых величин [2]. Проектировка вентиляции в рабочем помещении где установлены горелки должна обеспечиваться с учетом соблюдения нормы ПДК CO_2 и NO_2 в воздухе рабочей зоны. Установка вытяжной системы следует устанавливать выше излучателей, а приточную систему за пределами рабочей зоны горелки [3].

При проектировании следует помнить и об отрицательных факторах, вызванные выбросом продуктов сгорания вредных веществ в слои атмосферы. Имея ряд преимуществ по большей части показателей перед котельными, системы газового лучистого отопления уступают им по распространению вредных веществ, создавая более высокие значения приземных концентраций, в связи с чем данный фактор может сильно повлиять на процесс прохождения проектной документации экологической экспертизы.

В заключение можно сказать, что системы газового лучистого отопления являются экономически целесообразными в строительной промышленности, исходя из преимуществ данной системы и ее проектированием.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СТО НП АВОК 4.1.5-2006. Системы отопления и обогрева с газовыми инфракрасными излучателями.

2. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование.

3. СП 42-101-2003. Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб.

УДК 691.41

А. А. Бурлов, Т. В. Федюнина
ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ им.Н.И.Вавилова», Россия
Burlov A.A., Fedyunina T.V.
IN FGBOU "Saratov state agricultural UNIVERSITY them.N. And.Vavilov", Russia

ГРУНТОБЕТОН КАК ОДИН ИЗ МЕТОДОВ СТАБИЛИЗАЦИИ ГРУНТА
GRANTABLE AS ONE OF THE METHODS OF SOIL STABILIZATION

Аннотация. Статья посвящена рассмотрению такого метода стабилизации грунта как формирование грунтобетона. Были изучены основные задачи и основные плюсы использования грунтобетона в качестве традиционных способов увеличения несущей способности грунтов.

Ключевые слова: грунтобетон, строительство, стабилизация грунтов.

Abstract: The article is devoted to the consideration of such a method of soil stabilization as the formation of concrete. The main tasks and main advantages of the use of ground-concrete as the traditional ways of increasing the bearing capacity of soils were studied.

Key words: ground-concrete, construction, stabilization of soils.

В современном мире, с развитием человечества, увеличением его численности, ростом городов происходит постепенное освоение все новых и новых территорий и при строительстве различных сооружений, на данных территориях, необходимо максимально использовать местные материалы, в том числе и грунты. Но, к сожалению, не на всех территориях грунты обладают достаточной несущей способность. Для решения данной проблемы используется технология стабилизации и укрепления грунтов.

Стабилизация грунта – это комплекс мероприятий по физическому и химическому изменению почв для повышения их свойств. Стабилизация и укрепление грунтов увеличивает прочность почвы, тем самым улучшая несущую способность земляного полотна.

Основной задачей этого мероприятия является создание прочной основы под дорогой или площадкой, в процессе эксплуатации которой не будет происходить деформаций и расползаний. У таких монолитных оснований присутствует ряд преимуществ против классических дискретных (щебеночных) оснований:

- сдвигоустойчивость, более высокий модуль упругости;
- капилляро-прерывающие функции, не позволяющие грунтовым водам проникать в тело дорожной одежды;
- повышенные теплоизолирующие показатели, что улучшает морозостойкость все конструкции.

Применение грунтобетонов является одним из направлений по стабилизации грунта. Грунтобетон – это строительный материал, получаемый полусухим способом в результате смешивания связных грунтов (глин, суглинков, супесей), воды и различных добавок. Использование данного направления значительно упростит и увеличит скорость выполнения работ, сократит как сроки, так и стоимость строительства и при этом позволит создавать основания и покрытия с более высокими показателями несущей способности и ровности.

Для укрепления грунтобетона существуют 2 пути: первый - это увеличение количества цемента и второй - добавление минеральных добавок.

В.М. Безрука, В.В. Аксенова и др., стали первыми кто решил исследовать использование минеральных добавок, они же продемонстрировали, что грунтобетоны, обладающие наиболее высокими характеристиками прочности и морозостойкости, созданные на карбонатных фунтах. Извест-

няк, с удельной поверхностью 450 м2/кг, был использован в качестве минеральной добавки, который водили в состав смеси взамен 10% грунта. Итогом этого, после 3-месячного твердения в воздушно-влажных условиях, стало увеличение прочности материала расходами цемента 120 – 180 кг выросла на 8-14,5%. Увеличилась она как за счет более высокой степени превращения пластичного цемента в цементный камень и образования гидрокарбоалюминатов кальция, так и в результате более высокой дисперсности новообразований в твердеющей системе.

В работах Гришиной В.А. предлагается добавлять микроармирующие минеральные и органические добавки для строительства. Исходя из полученного материала, можно сделать вывод о необходимости увеличении прочностных характеристик, водо- и морозостойкости укрепленных портландцементом грунтов для обеспечения их длительного срока службы в эксплуатационных условиях. Так же необходимо вводить комплексные добавки направленного действия. Были ею определены и разработаны ряд параметров формирования грунтобетонов, позволяющих обеспечить равномерное распределение по всей структуре укрепляемого грунта при минимальном расходе цемента.

Дмитриева Т.В. рассматривала стабилизацию глинистых грунтов конкретно в курской магнитной аномалии (КМА). В её работе была рассмотрена возможность использования местных сырьевых материалов для стабилизации грунтов. Она разработала основные позиции для повышения отдачи грунтобетонов в качестве конструктивных слоев дорожных одежд на базе глинистого материала с учитыванием видового состава породообразующих минералов за счет предварительного выравнивания алюмосиликатного вещества низкомолекулярными органическими комплексами и последующего консолидирования цементом.

Приготовление грунтобетона происходит следующим образом. Извлекается грунт. Состав используемого грунта может разница и состоять как из крупных, так и мелких комков. Изначально необходимо провести очистку грунта от органики, такой как дёрн, трава, корни и т. п.. Затем из грунта делают смесь, к 1 м3 необходимо в среднем добавить от 120 до 180 кг цемента. По марке цемента устанавливается нижний порог не меньше 300 или 400; для грунтов предпочтительней иметь большое количество соединений кальция. Чем грунт богаче кальцием, тем выше прочность цементогрунта. Если увеличить содержание цемента в пропорции от 250 до 300 кг на 1 м3 готовых изделий, марка цементогрунта может достигать прочности 100–200 кг/см2.[1]При просеивании грунт делится на разные фракции. Для приготовления смеси фракции берут в разных пропорциях, в определенных процентах (табл.1).

Таблица 1

Деление фракций грунта и их содержание в смеси

Крупность фракции	Процент содержания фракции в смеси
0,25—2 мм	25—35%
0,25— 0,05 мм	20—30%
0,05—0,005 мм	20—40%
менее 0,005 мм	5—10%

Следующий этап - перемешивание. Оно производится тщательно, до образования однородной массы. В состав смеси может входить 60% суглинка, 40 – песка и 17% воды (к весу грунта), но бывают и другие соотношения частей.

Определение влажности готовой смеси весьма простая задача. Смесь считается нормальной, если при сжатии в ладони не рассыпается и не оставляет следов. При малом количестве воды смесь рассыпается, а при избытке прилипает к рукам.

Отличительной особенностью грунтобетона является морозо – и водостойкость: чем сильнее его степень уплотнения, тем выше его марка, которая к тому же возрастает со временем. Уплотнение грунтобетона производится методом трамбования, отчего происходит его уменьшение в толщине в 1,5–1,6 раза. Для данной цели можно применять как ручные трамбовки, так и механические вибротрамбовки.

Не малое влияние на образование структуры грунтобетона оказывает уплотнение грунтобетонных смесей. В многофазной структуре грунтобетонов за время уплотнения происходят значительные изменения. Твердые частицы изменяют свое положение по отношению друг к другу и укладываются более плотно. В единице объема увеличивается их количество, а также количество и площадь контактов между ними. Следовательно, снижается объем пустот, в начале наиболее крупных, сокращается толщина водяных пленок в местах контактов твердых частиц и агрегатов, происходит перераспределение жидкой фазы, снижается содержание водяных паров и воздуха.

В результате всех произошедших изменений, условия для формирования кристаллизационной структуры становятся лучше и, в частности, для взаимодействия продуктов гидролиза цемента с поверхностными слоями грунтовых агрегатов, что ведет к их упрочнению. Так же более прочными становятся и связи между агрегатами. Уменьшение пористости грунтобетона способствует повышению его водо- и морозостойкости.

Но какие бы добавки не использовались при создании грунтобетона, немало важным является и качественное перемешивание. Ведь как было

сказано ранее, грунтобетон это смесь, а конечный итог многих работ, связанных с неоднородностью состава смеси, зависит от качества перемешивания и однородности конечного продукта. Исходя из этого, разработка технологий с равномерным распределением компонентов является довольно важной задачей и её совершенствование в конечном итоге позволит нам получить более качественный продукт.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Осипов В.И., Соколов, В.Н., Румянцева Н.А. Микроструктура глинистых пород /Под ред. Академика Е.М. Сергеева. М.: Недра, 1989. 211 с.: ил.

2. Сычёв М.М. Способы повышения активности цемента // Цемент.-1987.

3. Минке Г. Глинобетон и его применение./ К.: Изд-во Янтарный сказ, 2004. 232 с.

4. Федюнина Т.В., Бурлов А.А. Применение грунта в строительстве // Техногенная и природная безопасность: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции. – Саратов, 2017. С. 372-374.

5. Бурлов А.А., Федюнина Т.В. Цементогрунт в строительстве // Инновационные технологии в строительстве, теплогазоснабжении и энергообеспечении: материалы V Международной научно-практической конференции. – Саратов, 2017. С. 41-43.

УДК 624.012.3/4

В. А. Дзюба, С. Ф. Хакимов, Ш. Х. Некройев
ФГБОУ ВО «КнАГУ», Россия
Dzyuba V.A., Khakimov S.F., Nekroiev Sh.Kh.
FSEI HL «KnASU», Russia

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ОПЁРТЫХ ПО КОНТУРУ
FEATURES OF OPERATION OF REINFORCED CONCRETE PLATES

Аннотация. В статье приведены результаты исследований монолитных железобетонных плит жестко закрепленных на балках по четырем сторонам. Рассмотрено влияние соотношения сторон на характер эпюры изгибающих моментов и рациональное армирование.

Ключевые слова: плита, конечный элемент, изгибающий момент, армирование.

Annotation. The article presents the results of studies of monolithic reinforced concrete slabs rigidly fixed on beams on four sides. The influence of the aspect ratio on the nature of the bending moments and the rational reinforcement are considered.

Key words: plate, final element, bending moment, reinforcement.

В данной статье рассматривается исследование поведения железобетонных плит с различным соотношением сторон, лежащих по периметру на на жестко соединенных балках. Эти плиты подвержены действию равномерно распределённой нагрузки. Для анализа напряженно – деформированного состояния использована программа «Lira -SAPR». В процессе исследований плита разбивалась на конечные элементы, 25х25см. Опорные балки имели поперечное сечение 60х40см, а колонны 60х60см. Исследуемая плита имеет толщину (h) равную 20см и жестко опирается на балку.

Для того чтобы рассчитать железобетонную плиту нужно задать данные пролета и шага между колоннами: Для первого варианта расчета плиты перекрытия принимали плиту перекрытия размерами 6х6 метров.

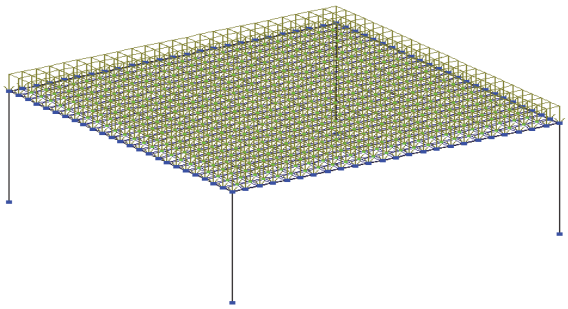


Рис. 1. Пространственная модель железобетонной плиты.

Выяснено что квадратная в плане плита даёт одинаковые эпюры моментов в направлении как оси Х так и в направлении оси У (рис. 2).

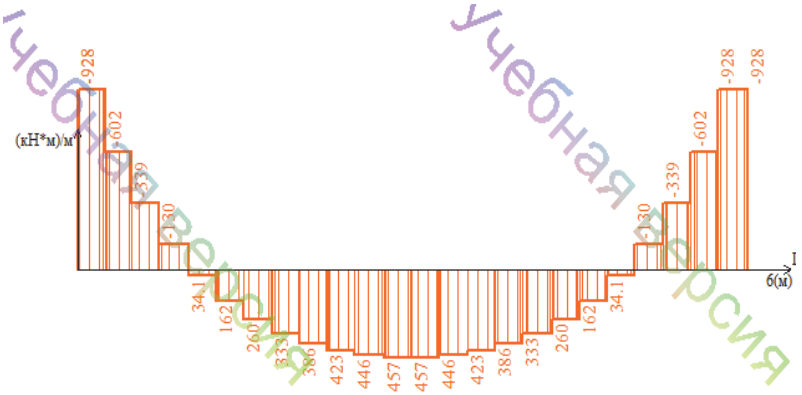


Рис. 2. Эпюра моментов по оси Х и У для квадратной плиты

В этом случае мы можем армировать плиту арматурными сетками с симметрично расположенной арматурой вследствие симметрии эпюры моментов в направлении обеих осей.

Вариант 2: В направлении одной оси уменьшаем размер стороны плиты, принимаем плиту по размером 6х4 метра. Плита прямоугольная, жестко закреплённая на опорах толщиной 20 см (рис. 3).

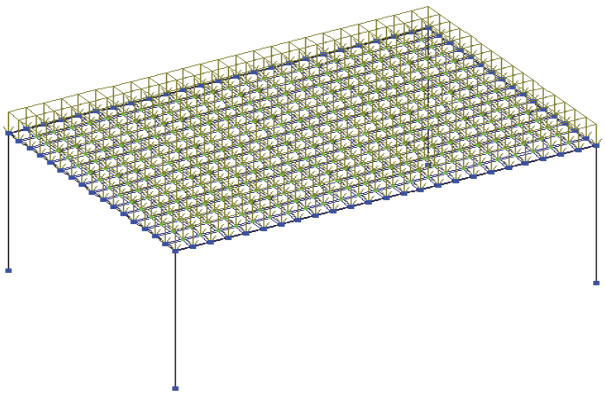


Рис. 3. Прямоугольная железобетонная плита (6х4м)

Эта плита даёт разные эпюры моментов в направлении оси Х и в направлении осы У (рис. 4, *а* и *б*).

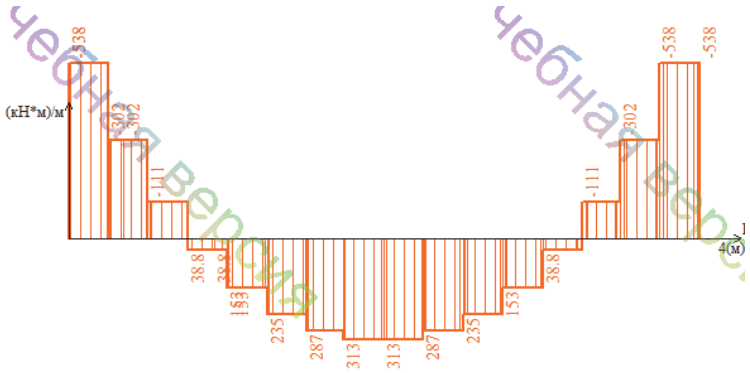


Рис. 4. *а*). Эпюра моментов по оси Х (короткое направление)

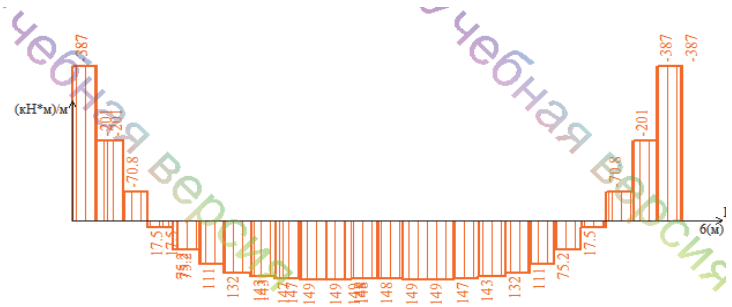


Рис. 4. *б*). Эпюра моментов по оси У (длинная сторона)

В данном расчете моменты по длинному направлению уменьшаются а в коротком направлении будут больше. Это определяет необходимость армирования плиты в коротком направлении с арматурой большего процентного содержания.

Вариант 3: Принимаем плиту размером 6х2 метров.

Плита прямоугольная толщиной 20 см, жестко закреплённая на опорах (рис. 5).

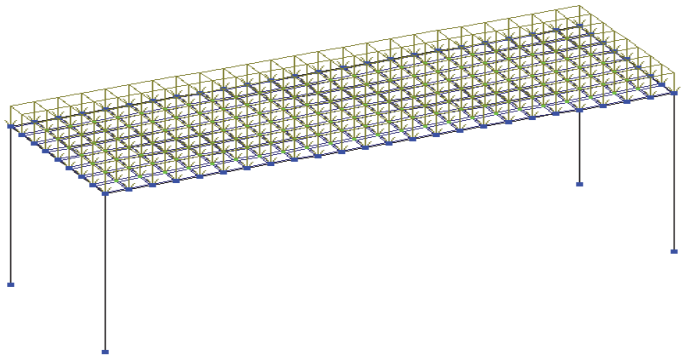


Рис. 5. Прямоугольная железобетонная плита (6х2 м)

Эта плита даёт разные эпюры моментов в направлении оси Х и в направлении оси У (рис. 6, *а* и *б*).

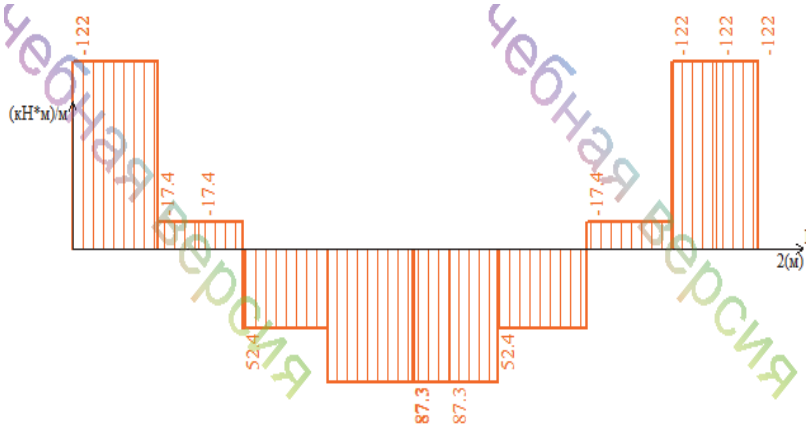


Рис. 6. *а*). Эпюра моментов по оси Х (короткая сторона)

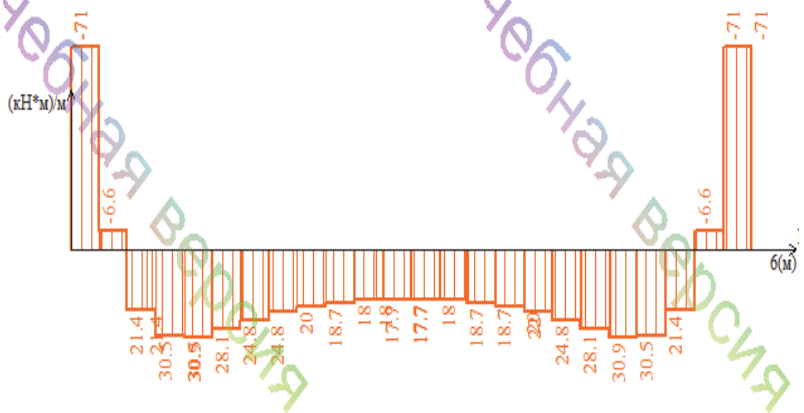


Рис. 6. *б*). Эпюра моментов по оси У (длинная сторона)

В этом случае значения моментов в продольном направлении ещё уменьшаются а в поперечном изгибающие моменты нарастают. Армировать такую плиту следует в коротком направлении т.е. только по ширине плиты. Армирование плиты в продольном направлении остается практически конструктивным (при незначительных моментах).

Вывод: Если плиты квадратные в плане, то они работают на изгиб и в одном направлении и в другом направлении и их надо армировать в обоих направлениях одинаковой арматурой. Когда плита имеет прямоугольную форму и размер в коротком направлении значительно меньше продольного размера то в продольном направлении она практически не работает, момент в продольном направлении незначительный и армирование в продольном направлении как правило конструктивное. В поперечном направлении устанавливается основная рабочая арматура. Армирование этих трёх вариантов различное и позволяет при проектировании перекрытий выбирать рациональное соотношение сторон плит перекрытий и армирование.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.

1. Биргер И.А. Прочность, устойчивость, колебания В 3 томах Издательство: Машиностроение Год: 1968,- 456 с.

2. Добромыслов А.Н. Расчет железобетонных сооружений с использованием программы «Лира». И.: АСВ, 2015, ISBN: 978-5-4323-0041-6,-196 с.

3. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. “Железобетонные конструкции (Общий курс)” Учебник для вузов. Издательство: М.: Стройиздат, 1991. – 767 с.

УДК 539.3:354.2

Е. А. Кузнецов
ФГБОУ ВО «КнАГУ», Россия
Kuznetsov E.A.
FSEI HL «KnASU», Russia

ОЦЕНКА ДОЛГОВЕЧНОСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЦИКЛИЧЕСКИХ НАГРУЗУК
ESTIMATION OF THE DURABILITY OF CONSTRUCTION MATERIALS FROM THE IMPACT OF CYCLIC LOADS

Аннотация. В статье рассматривается методика прогнозирования долговечности конструкционных материалов при воздействии малоцикловых нагрузок с различными формами и параметрами циклов нагружения, и различными траекториями усилий в двумерном пространстве напряже-

ний при плоском напряженно-деформированном состоянии. Применение данной методики значительно сокращает количество трудоемких и дорогостоящий экспериментов с сохранением качества результатов.

Ключевые слова: долговечность, малоцикловые нагружения, плоское напряженно-деформированное состояние, траектория нагружения.

Annotation. The technique of forecasting the durability of structural materials under the action of low-cycle loads with various shapes and parameters of loading cycles, and various force trajectories in a two-dimensional stress space under a plane stress-strain state is considered in the article. The application of this technique significantly reduces the number of time-consuming and costly experiments while preserving the quality of the results.

Key words: durability, low-cycle loading, plane stress-strain state, loading path.

Современный уровень развития строительной отрасли позволяет создавать уникальные здания и сооружения, обдающие высокой надежностью. Для этого используется комплекс мер на стадиях проектирования и строительства, обеспечивающих снижение до минимума вероятности разрушения конструкций в процессе эксплуатации. Поэтому актуальной становится проблема оценки и прогнозирования долговечности несущих конструкций зданий и сооружений [1,2].

Решение проблемы – это установление качественных и количественных зависимостей определяющих долговечность конструкций зданий и сооружений, особенно остаточный ресурс эксплуатируемого объекта. В реальных условиях эксплуатации элементы конструкций работают, как при линейном, так и при сложном напряженном состоянии, испытывают малоцикловые нагрузки, оказывающие значительное влияние на их долговечность. При этом малоцикловые нагрузки имеют широкий диапазон интенсивности напряжений с различными формами и параметрами циклов, и различными траекториями нагружений в двумерном пространстве напряжений.

Для исследования долговечности конструкционных материалов в строительной лаборатории ФГБУ ВО КнАГТУ были выполнены эксперименты с использованием методики [3-5] на тонкостенных трубчатых образцах из алюминиевого сплава Д20 (алюминиевые сплавы находят все более широкое применение в строительстве). Образцы нагружались по различным траекториям в пространстве напряжений при разных видах напряженно-деформированного состояния.

По результатам экспериментов построены диаграммы для сплава Д20 и определена зависимость времени до разрушения от интенсивности циклических напряжений при $\omega^* = \alpha = 0$ и $\omega^* = \frac{\pi}{2}$ (рис. 1).

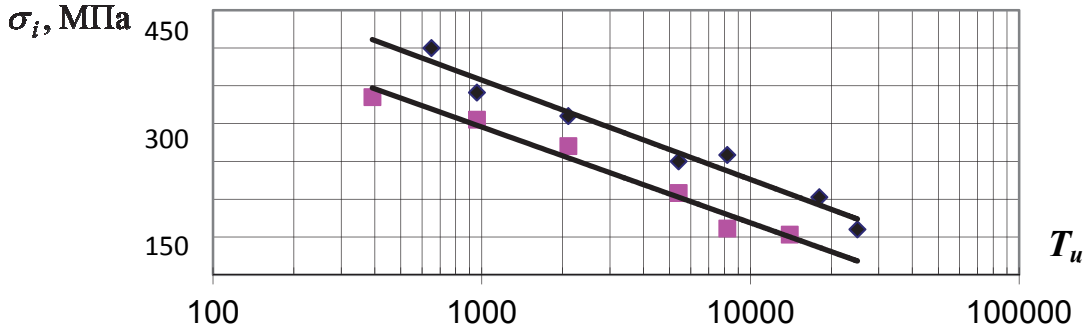


Рис. 1. Зависимость времени до разрушения для сплава Д20 от интенсивности циклическом напряжений - ◆ при $\omega^* = \alpha = 0$; ■ при $\omega^* = \frac{\pi}{2}$

Пространство между кривыми на рисунке 1 есть геометрическое место точек долговечности конструкционных материалов при любой траектории ($\omega^* = 0 \div \frac{\pi}{2}$) программного нагружения в данных диапазонах интенсивности напряжений. При проведении экспериментов нагружающие нагрузки прикладывались по различным формам цикла нагружения, которые характеризовались уравнением

$$\bar{\gamma}_{\Pi_I} + \bar{\bar{\gamma}}_{\Pi_I} + \tilde{\gamma}_{\Pi_I} = 1,$$

где: $\bar{\gamma}_{\Pi_I} = \frac{\bar{t}_ц}{t_ц}; \bar{\bar{\gamma}}_{\Pi_I} = \frac{\bar{\bar{t}}_ц}{t_ц}; \tilde{\gamma}_{\Pi_I} = \frac{\tilde{t}_ц^{\,I} + \tilde{t}_ц^{\,II}}{t_ц}$ – соответственно относительное время пребывания образца при максимальном значении напряжении цикла за цикл нагружения ($\bar{\gamma}_{\Pi_I}$), минимальном значении напряжении цикла ($\bar{\bar{\gamma}}_{\Pi_I}$) и переменных значениях напряжения цикла ($\tilde{\gamma}_{\Pi_I}$) в соответствии с программой изменения напряжений (Π_I) с асимметрией цикла R=1/2, принятых в экспериментах. Проведение таких экспериментов – процесс длительный, трудоемкий и дорогостоящий, поскольку используются традиционные статистические методы. Для получения результатов представленных в данной статье было поставлено более 80 экспериментов, а в обработку было принято только 60, остальные по разным причинам были отклонены.

В результате были получены относительные долговечности работы алюминиевого сплава Д20 при воздействиия малоцикловых напряжений в диапазоне от $\sigma_{i\min} = 200\,МПа$ до $\sigma_{i\max} = 400\,МПа$ при различных формах цикла нагружений и траектории в пространстве напряжений (табл. 1).

Таблица 1

Траектория нагружения	$D(\gamma,\omega)$, при				
	$\bar{\gamma}_{\sigma i}=1$	$\tilde{\gamma}_{\sigma i}+\bar{\gamma}_{\sigma i}=1$	$\tilde{\gamma}_{\sigma i}=1$	$\tilde{\gamma}_{\sigma i}+\bar{\bar{\gamma}}_{\sigma i}=1$	$\bar{\bar{\gamma}}_{\sigma i}=1$
$\omega_s=0,\ \chi_\sigma=-1$	1	0,44	0,38	0,0194	0,21
$\omega_s=\frac{\pi}{2},\ \chi_\sigma=0$	0,24	0,18	0,14	0,04	0,03

По данным таблицы 1 была построена диаграмма относительной долговечности алюминиевого сплава Д20 от воздействия малоцикловых напряжений $\sigma_{i\min}=200\,МПа$ и $\Delta\sigma=200\,МПа$ при различных формах цикла нагружений и траектории в пространстве напряжений при плосконапряженном состоянии.

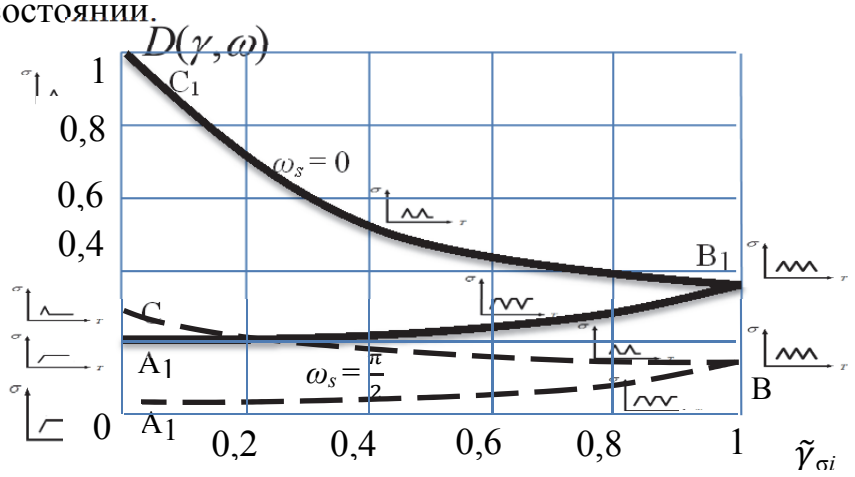


Рис. 2. Зависимость относительного времени до разрушения сплава Д20 от программы и траектории нагружения.

На рис 2 показано влияние программы изменения интенсивности напряжений и сложности траектории нагружения на относительную долговечность материала при любых сочетаниях ω^*,α и формах цикла изменения интенсивности напряжений по отношению к таковым в условиях $\sigma_{i\min}=const$. При этом количество экспериментов сокращается на порядок, так как для построения диаграммы подобной рис. 2 требуются значения в точках A,B,C, A_1,B_1,C_1, что значительно упрощает задачу прогнозирования долговечности работы конструкционных материалов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Сысоев, О. Е. Критерии предельных состояний материалов при циклических режимах нагружения : моногр. / О. Е. Сысоев. – Владивосток : Дальнаука, 2010. – 107 с.

2. Сысоев, О. Е. Определение предельных состояний конструкционных материалов с использованием методов нелинейной динамики : моногр. / О. Е. Сысоев, С. В. Биленко. – Владивосток : Дальнаука, 2013. – 150 с.

3. Сысоев О.Е., Кузнецов Е.А., Куриный В.В. Современные испытательные стенды для исследования конструкционных материалов при малоцикловых нагрузках в условиях сложного напряженного состояния с учетом параметров акустической эмиссии / Ученые записки КнАГТУ. – 2012. – № 1. – С. 106-112.

4. Сысоев О. Е., Биленко С. В. Идентификация процессов изменения структуры конструкционных материалов на основе фрактального анализа акустической эмиссии / Ученые записки КнАГТУ. – 2012. – № 3. – С. 107-115.

5. O.E. Sysoev, D.G. Kolykhalov, E.A. Kuznetsov, and S.V. Belykh, (2016), "Forecasting Durability and Cyclic Strength of Aluminum Alloy AA2219 Using Fractal Analysis of Acoustic Emission," in IV Sino-Russian ASRTU Symposium on Advanced Materials and Materials and Processing Technology, KnE Materials Science, pages 161–167. DOI 10.18502/kms.v1i1.579.

6. Сысоев, О. Е. New Ideas for Monitoring the Steel Structures of Buildinbgs and Surface facilities in the Extreme Limit State / О. Е. Сысоев // JOURNAL OF SHENYANG JIANZHU UNIVERSITY (NATURAL SCIENCE Volume 27 Number 6 (Sum 135) jut. 2011. – С. 1099-1102 КНР ISSN 2095-1922.

УДК 624.9

Е. В. Лановенко
Санкт–Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ им. В.И. Ульянова (Ленина)», Россия
Lanovenko E.V.
Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI», Russia

ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ
ELECTROMAGNETIC RADIATION IN CONSTRUCTION

Аннотация. Статья посвящена изучению влияния электромагнитного излучения от источников напряжения промышленной частоты, находящихся в зоне строительства жилых помещений.

Ключевые слова: электромагнитное излучение, электрические и магнитные составляющие поля, линии электропередач, нормативы безопасности.

Abstract. The article is devoted to the study of the influence of electromagnetic radiation from power frequency voltage sources located in the zone of construction of residential premises.

Key words: electromagnetic radiation, electric and magnetic components of the field, power lines, safety standards.

В Советском Союзе электромагнитное излучение (ЭМИ) высоковольтных линий электропередач (ЛЭП) практически не учитывалась в нормативах безопасности. В зоне ЛЭП разрешалось и проживание, и строительство. Максимально допустимый уровень электрической напряженности для ЛЭП до 220 кВ внутри жилых помещений составляет 0,5 кВ/м, в зонах жилой застройки – 1,0 кВ/м. В связи с этим, не было ограничений как долго можно находиться в зонах расположения линий, и даже разрешалось строительство. Под высоковольтными ЛЭП зачастую располагались и садоводческие участки. Позднее появились охранные зоны ЛЭП, учитывающие расстояние от дома до линии.

Но необходимо все же различать электрическую и магнитную составляющие ЭМИ.

До недавнего времени допустимые нормативы учитывали лишь электрическую составляющую поля. Воздействие магнитной составляющей на человеческий организм не оценивалось. В последнее десятилетие в России активно изучается вопрос влияния магнитной составляющей ЭМИ. По результатам ряда исследований показатели магнитного излучения у нас в стране в десятки раз выше подобных стандартов многих европейских стран.

Многие годы существовало мнение, что ЛЭП не может оказывать большого влияния на здоровье людей на расстояниях до 200 метров от проводов, так как магнитное поле, образованное этими проводами, меньше магнитного поля Земли и находится в пределах $(30 – 50)\cdot 10^{-6}$ Тл. Но следует отметить, что магнитное поле Земли не вибрирует с частотой 50 Гц в секунду, в отличие от магнитного поля промышленной частоты. А высоковольтные линии являются именно такими источниками ЭМИ. Провода таких линий служат антеннами для радиоволн длиной до 10 млн м. Такие волны называют мегаметровыми. Следует заметить, что радиостанции FM-диапазона транслируют сигнал на волнах длиной в несколько метров, а сотовые сети стандарта GSM используют дециметровые волны.

К магнитным составляющим ЭМИ относят напряженность магнитного поля и магнитную индукцию. Их величина зависит от токов, проходящих по проводам линий, конструкции опор ЛЭП, материала стен здания и других факторов.

Многие исследования показывают, что при проживании на расстоянии до 700 м от ЛЭП напряжением 220 кВ именно магнитная составляющая повышает риск таких заболеваний, как лейкозы, опухоли мозга, онкология некоторых органов человека. Также может снижаться репродуктивная функция.

По исследованиям шведских ученых уровень плотности магнитного потока в 0,1 мкТл является максимально допустимым порогом. По мнению финских исследователей, таким порогом является 0,2 мкТл, который они определили для ЛЭП с напряжением от 110 до 400 кВ на расстоянии 500 м от линии.

В настоящее время и российские стандарты установили уровень для магнитной составляющей поля. СанПиН 2.1.2 1002–00 регламентирует предельное значение магнитного показателя для жилых помещений до 5 мкТл, а для территории жилой застройки – до 10 мкТл. Но и эти значения во много раз больше порога в 0,2 мкТл, который стал официальным нормативом для многих европейских государств.

В научных исследованиях, при разработке промышленных моделей, приборов и устройств актуален вопрос моделирования полей для изучения разнообразных физических процессов. Для улучшения качества проектирования, ускорения разработки новых устройств все чаще обращаются к компьютерному моделированию. Объектами таких разработок могут служить высоковольтные системы, датчики, изоляция, кабели, линии электропередач, трансформаторы, электрические системы и многое другое.

ELCUT - это современный комплекс программ для инженерного моделирования. Программное обеспечение ELCUT позволяет проводить оперативные расчеты ЭМИ для различных моделей, имитирующих реальные источники электромагнитного поля. В качестве примера приведем однопроводную и двухпроводную линии электропередач.

Рассмотрим моделирование поля коаксиального кабеля, который используется в качестве линии передач постоянного тока, где жила является прямым проводом, а оболочка кабеля – обратным. Радиус жилы 12 мм, изоляционного слоя – 24 мм, оболочки – 30 мм, ток I = 300 А. Расчётные зависимости радиальной составляющей напряженности магнитного поля и магнитной индукции представлены на рис. 1 и 2.

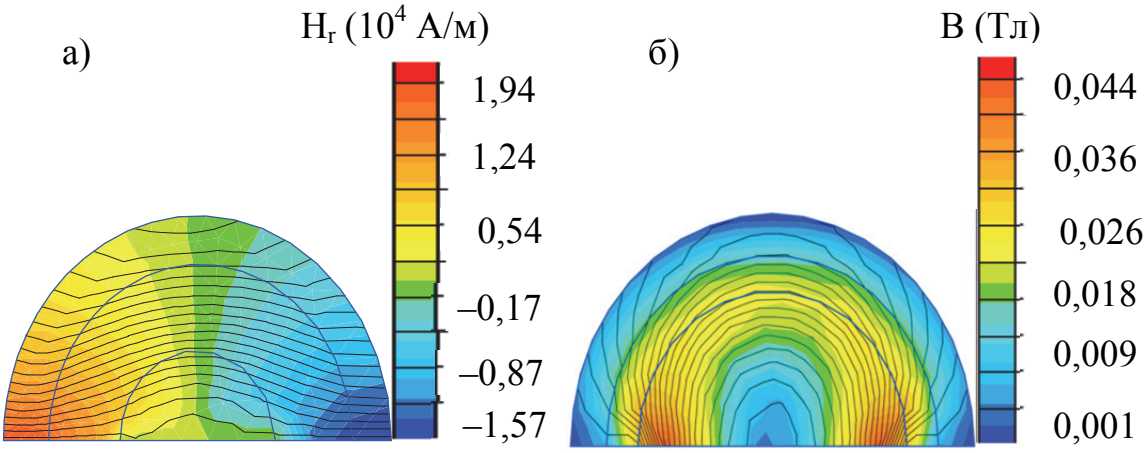


Рис. 1. Визуальная картина магнитных составляющих электромагнитного излучения:
а – напряженность магнитного поля; б – магнитная индукция

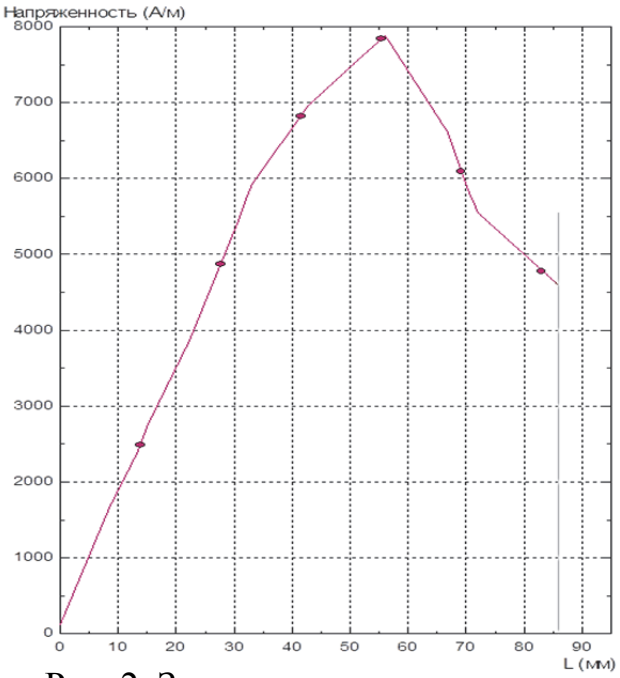


Рис. 2. Зависимость распределения
напряженности магнитного поля от радиуса кабеля

На рис. 3 и 4 представлены зависимости электрической составляющей ЭМИ двухпроводной линии, состоящей из параллельных цилиндрических проводов. Для примера взята ЛЭП, находящаяся под напряжением U = 800 В в среде с относительной диэлектрической проницаемостью $\varepsilon_r = 1$. Радиус проводов 6 мм, расстояние между проводами 600 мм.

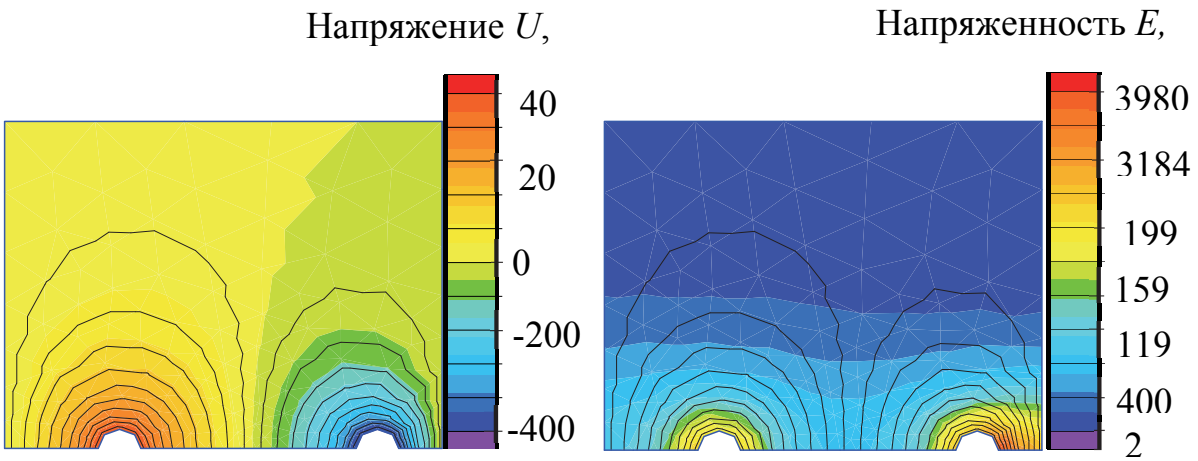


Рис. 3. Визуальная картина напряжения и напряженности
электрического поля двухпроводной линии

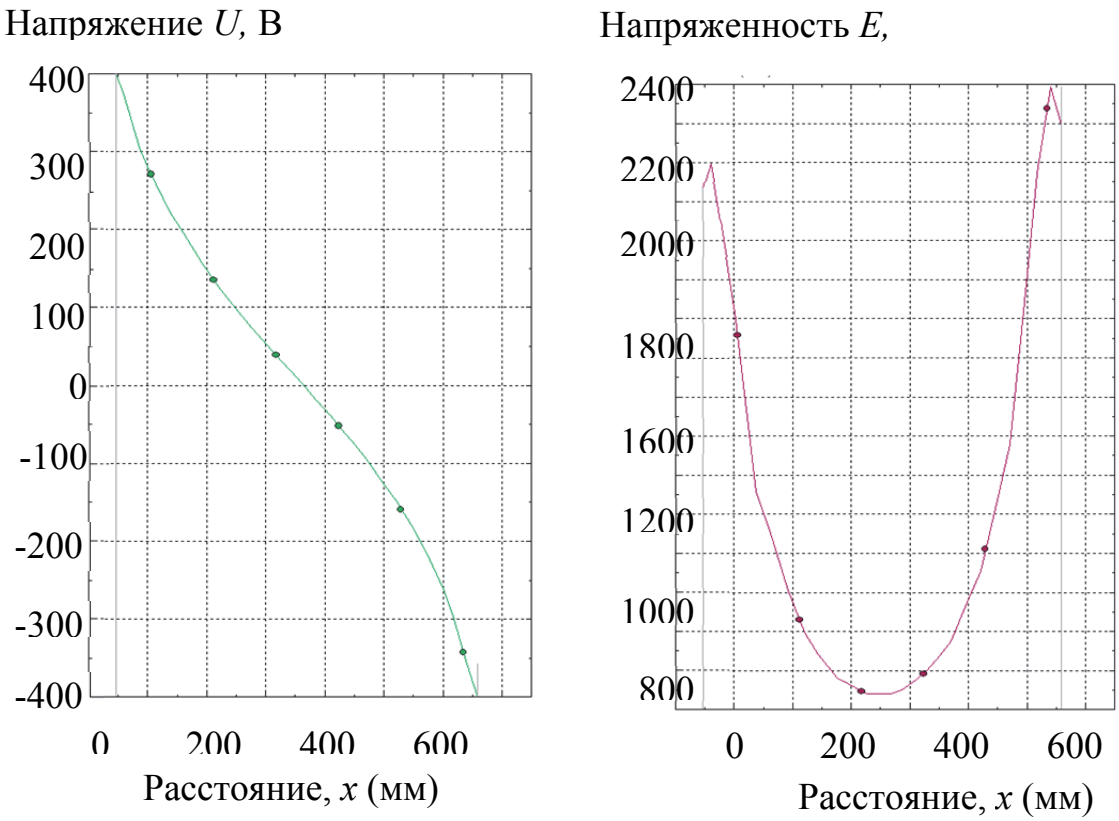


Рис. 4. Зависимости изменения напряжения и напряженности поля двухпроводной линии от расстояния.

Использование методов компьютерного моделирования позволяет облегчить проведение расчетов и визуализировать их результаты.

Несомненно, при строительстве жилых домов, расположенных вблизи линий электропередач, можно рассматривать вопросы их защиты.

От электрического поля может обезопасить заземление крыши, выполненной из профнастила или металлочерепицы. Арматурная сетка внутри железобетонных стен хорошо ослабляет радиоволны. Но и ее необходимо заземлять.

Для защиты от магнитных полей промышленной частоты поможет экранирование из ферромагнитных материалов или применение многослойных металлических конструкций.

Таким образом, можно говорить о необходимости дальнейшего тщательного изучения влияния электромагнитных излучений в строительстве и необходимости придерживаться рекомендаций всемирной организации здравоохранения для вновь вводимых жилых объектов и для всех учреждений социальной сферы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Примеры расчета электромагнитного поля: Учебное пособие по курсу «Теоретические основы электротехники» /А.Р. Куделько, Е.В. Лановенко, В.С. Саяпин и др. Под ред. Е.В. Лановенко. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2006 – 73 с.

2. Расчет электромагнитного поля с помощью компьютерного моделирования / Е. В. Лановенко, А. В. Купова // Дальневосточная весна – 2017: материалы 15-й Междунар. науч.-практ. конф. по проблемам экологии и безопасности, Комсомольск–на–Амуре, 5 июня 2017 г. / Комсомольск–на–Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2017. – 225 с.

3. ELCUT. Моделирование электромагнитных, тепловых и упругих полей методом конечных элементов. Версия 6.3. Руководство пользователя.

4. Расчет электрических цепей и электромагнитных полей на ЭВМ / М.Г. Александрова, А.Н. Белянин, В. Брюкнер и др. М.: Радио и связь, 1983.

5. Башарин С. А., Федоров В. В. Теоретические основы электротехники: Теория электрических цепей и электромагнитного поля. М.: ACADEMIA, 2004. 304 с.

УДК 691.714.018.8

Е. Г. Мурашова, А. Е. Архипов
ФГБОУ ВПО «Дальневосточный ГАУ», Россия
Murashova, E.G. , Arkhipov A.E.
FGBOU VPO "far East state agrarian UNIVERSITY", Russia

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ГОФРИРОВАННЫЕ КОНСТРУКЦИИ
CORRUGATED METAL DESIGN

Аннотация. В статье рассмотрены особенности металлических гофрированных конструкции, возможность их использования при строительстве и реконструкции сооружений различного назначения с учётом природно-климатических, инженерно-геологических, гидрогеологических, гидрологических условий.

Ключевые слова: металлические гофрированные конструкции.

Abstract. In the article the peculiarities of metal corrugated construction, the possibility of their use in the construction and reconstruction of buildings taking into account climatic, geological, hydrogeological, hydrological conditions.

Keywords: metal corrugated structures.

Интенсивное развитие строительного производства требует применения различных конструкций, учитывая их прочностные и иные свойства, а также экономическую эффективность.

На сегодняшний день популярность использования металлических гофрированных конструкции (МГК) возрастает, это связано с тем, что процесс монтажа и транспортировки бетонных и железобетонных конструкций занимает больше времени по сравнению с МГК.

Для нас тема показалась интересной, так как металлический гофрированный лист - материал давно знаком строителям. История возникновения и использования гофрированных труб начинается более века назад, в то время эти изделия выпускались на Петербуржском металлическом заводе. Но обстоятельства сложились так, что на продолжительное время использование конструкций из данного материала прекратилось.

В период строительства БАМа строители обратили внимание на данный вид конструкций. Ввиду аврального режима работы часто нарушалась технология, вследствие чего происходила деформация гофры, и пришлось отменить её использование. В ранее опубликованных материалах указывался ряд причин влияющих на применение МГК на территории России, в частности отсутствия более точных, надежных схем и методов расчёта, в которых бы проводился более подробный анализ деталей, их изменения целостности и взаимодействия с окружающим грунтовым массивом грунта. В опыте исследования данной темы особое внимание уделялось на обеспечение одинакового уровня уплотнение грунта.

На сегодняшний день мы можем зафиксировать более высокие темпы и объёмы использования в строительстве данного материала по сравнению с прошлыми годами, но в целом по сравнению со странами Европы и США мы отстаем.

Металлические гофрированные конструкции представляют собой волнистые листы скрепленные болтами, геометрические характеристики которых влияют на конечные несущие способности, в зависимости от назначения, т.к. оцинкованный гофрированный лист прочнее стандартного металлического.

МГК применяются в различных инженерно-геологических и климатических условиях, сборка и возведение проводится непосредственно на объекте строительства при минимальных транспортных и трудовых затратах. Так, транспортировка МГК обходится на порядок дешевле, чем железобетонных конструкций, а возведение быстрее, что эффективней, в том числе, в условиях холодных периодов.

МГК можно применять при возведении автодорожных и железнодорожных путепроводов, гидротехнических сооружений, в промышленном и гражданском строительстве.

На Дальнем Востоке очень актуально применение данных конструкций из-за большой протяжённости, инженерно-геологических, гидрогеоло-

гических, гидрологических условий для обустройства водоотводных дренажей при устройстве дорог, устройства подпорных стенок и других сооружений.

Так, МГК были использованы при реконструкции автомобильной дороги М-56 "Лена" - от Невера до Якутска км 63 - км 93 в Амурской области.

Водопропускные трубы из металлических гофрированных конструкций собирались из стандартных элементов и укладывались под насыпи автомобильной дороги, соединяясь болтами, гайками и шайбами. После сборки и установки конструкция засыпается грунтом, утрамбовывается. Гибкие конструкции из металла находятся на грунтовой подушке без фундамента, где грунт и МГК составляют единую конструкцию, обеспечивая надежные эксплуатационные характеристики, иначе возможны деформации и разрушения.

При возведении подпорных стен из металлических гофрированных листов [1] проектирование и расчёт таких конструкций выполняется как для обычных стен. Стальная коробчатая конструкция гибкой структуры, перераспределяет нагрузки между элементами, приспосабливаясь к давлению грунта, не образуя трещин и недопустимых деформаций.

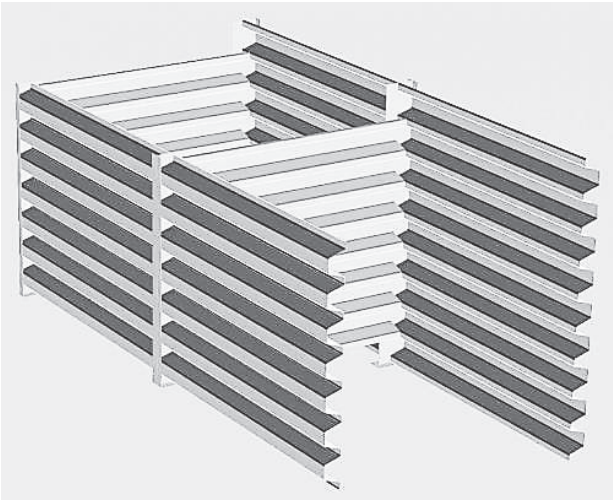


Рис. 1. Подпорная стенка из металлических гофрированных листов

По сравнению с железобетонными изделиями, трубы [2] имеют небольшой вес, облегчающий монтаж. МГК обладают способностью выдерживать как высокую статическую, так и большую динамическую нагрузку. Сборочные работы проводятся без использования тяжелой спецтехники; можно создать трубы четко заданной длины; нет необходимости в создании гравийно-песчаной «подушки» (фундамента) при укладке трубы; нет необходимости во вскрытии насыпи во время укладки, эксплуатационные расходы минимальны.

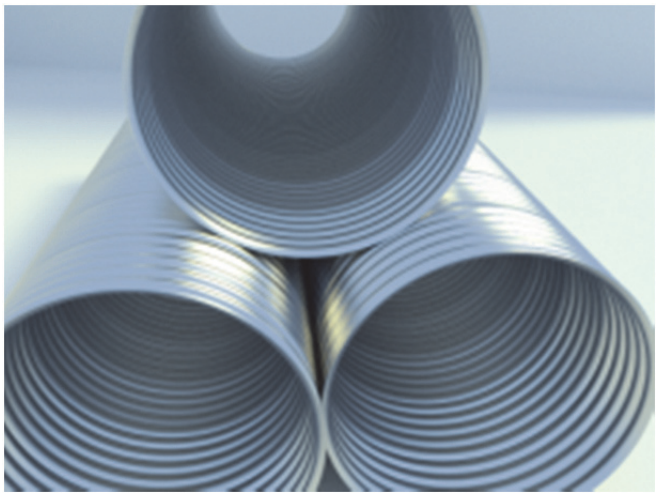


Рис .2. Металлические гофрированные конструкции

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что металлические гофрированные конструкции могут быть более широко применимы в дорожном, гидротехническом, промышленном и гражданском строительстве, так как имеют ряд преимуществ, в сравнение с бетонными и железобетонными конструкциями. Они экологичны, не оказывают вредного воздействия на окружающую среду, могут демонтироваться по окончанию срока эксплуатации, утилизироваться, перерабатываться или использоваться вторично.

Итак, металлические гофрированные конструкции просты в транспортировке, сборке, возведении, что экономически эффективно, позволяет применять в сложных инженерно-геологических, в том числе, сейсмических условиях.

Недостаточно проработанные для практического применения расчетные схемы являются проблемой при проектировании МГК.

Ещё из недостатков применения данных конструкций можно отметить малую типовую базу, сложность в вычислениях, несмотря на длительный опыт строительства и эксплуатации МГК, до сих пор нет удовлетворительного научного обоснования их работы в грунте. Вопросы адекватного описания расчетной схемы еще недостаточно проработаны для практического применения. Инженерам на сегодняшний день предстоит еще в достаточной мере изучить проблемы связанные с проектированием данных конструкций, опираясь на опыт зарубежных коллег.

Полная заводская готовность элементов, простая сборка, короткий срок строительства, прочность, долговечность, архитектурная выразительность, соответствие требованиям ландшафтного проектирования, определили широкий спектр возможностей использования этой конструкции для самых разных сооружений: в дорожном, гидротехническом, промышленном и гражданском строительстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Металлические гофрированные конструкции для транспортных сооружений [Электронный ресурс]. - URL:http://ptkor.ru/production/metallicheskiye_gofrirovannie_konstruktsii (дата обращения: 16.10.2017).

УДК 72

А. Г. Мазина, Р. Е. Бойчин, А. С. Васильев, В. Л. Земляк
ФГБОУ ВО «ПГУ им. Шолом-Алейхема», Россия, Биробиджан
Mazina A.G., Boychin R.E., Vasiliev A.S., Zemlyak V.L.
FSEI HL «Amur State University named Sholom Aleichem», Russia, Birobidjan

ПРИМЕНЕНИЕ САПР-СИСТЕМЫ REVIT STRUCTURE И РЕШАТЕЛЯ ЛИРА САПР ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И РАСЧЕТЕ НЕСУЩИХ СИСТЕМ ЗДАНИЯ
APPLICATION OF REVIT STRUCTURE CAD SYSTEM AND LIRA CADER SOLUTIONS AT DESIGN AND CALCULATION OF CARRIED BUILDING SYSTEMS

Аннотация. Данная работа посвящена исследованию возможности проектирования и расчета несущих конструкций с использованием аналитической модели в программе ПК ЛИРА САПР. В частности, производился расчет плит перекрытий и колон здания проектируемого университета. Здание, с учетом строительных норм и правил, проектировалось в Revit Structure. Затем осуществлялся экспорт модели с последующим расчетом в ПК ЛИРА САПР. В рамках данной работы рассматривалось взаимодействие программы для проектирования Revit Structure и программы для расчета ЛИРА САПР.

Ключевые слова: строительство, САПР-системы, проект, ПК ЛИРА САПР, САПФИР 3D.

Abstract. This work is devoted to the study of the design and calculation of load-bearing structures using the analytical model in the PC LIRA CAD program. In particular, calculation of slabs and columns of the building of the projected university was carried out. The building, taking into account building codes and rules, was designed in Revit Structure. Then the model was exported and then it was calculated in the PC LIRA CAD. In the framework of this paper, the interaction of the program for designing Revit Structure and the program for calculating the LIRA CAD was considered.

Key words: structure, CAD-system, project, PC LIRA CAD program, SAPHIR 3D.

В связи длительным сроком эксплуатации учебных корпусов университета и их естественным износом возникла необходимость строительства нового комплекса университетских зданий, отвечающих современным требованиям эргономики. Было принято решение разработать комплексный проект ПГУ имени Шолом-Алейхема.

Для главного корпуса ПГУ имени Шолом-Алейхема, была выбрана форма эллиптического параболоида, что сказывается на криволинейной форме плит перекрытий. Выбор был сделан в связи с рациональностью, эргономичностью и гибкостью планировочных решений.

Проектируемое здание университета представляет собой здание с внутренним двором и примыкающим к нему вестибюльной группой, спортзалом и четырьмя учебными корпусами. Центральный блок- представляет собой в плане четырехэтажное здание прямоугольной формы, деформированное с четырех сторон в форме вогнутой линзы [1].

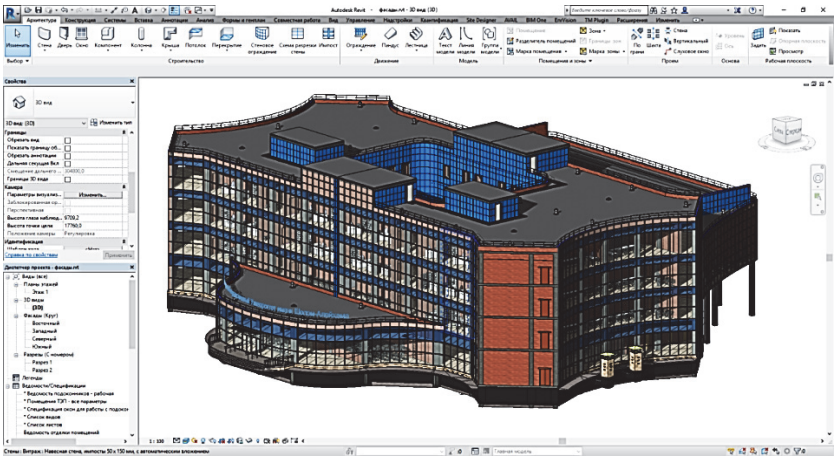


Рис. 1. Передний фасад здания в Revit Structure

Кровля университета плоская многослойная с внутренним водостоком, в месте прохода деформационного шва, кровля разделяется противопожарной преградой, выход на кровлю обеспечивается двумя выходами от которых ходовые дорожки ведут в камеру вытяжной вентиляции и комнату уборочного инвентаря. Планировочная структура здания сложная и запроектирована индивидуально, исходя из требований предъявляемым к высшим учебным заведениям.

В подвале здания располагаются камера приточной вентиляции, электрощитовая, тепловой пункт и технические помещения. На первом этаже располагается вестибюльная группа с предбанником, гардеробом и вахтой. В центральном блоке располагается столовая с кухней, библиотека с книгохранилищем и санузлы. На втором этаже отдельно вынесен спортзал с тренажерными залами и раздевалками В центральном блоке расположены потоковая аудитория, занимающая по высоте второй и третий эта-

жи, компьютерные классы, аудитории, зал для студенческих конференций, кафедры, санузлы, душевые с раздевалками [2].

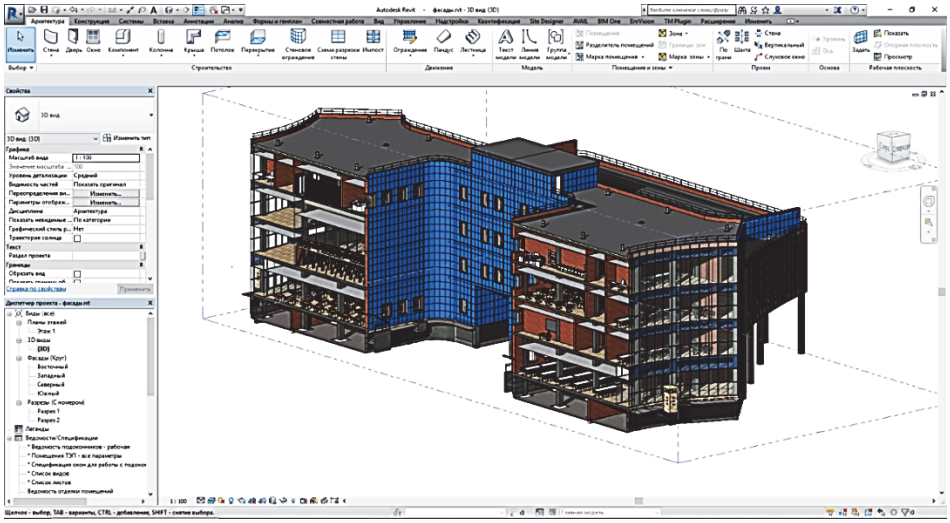


Рис. 2. Разрез здания в продольных осях.

На третьем этаже расположились канцелярия, архивы, книгохранилище, читальный зал, мед.пункт, зал для конференций, кафедра, деканат, технический отдел, спец.отдел и санузлы. На четвертом этаже находятся типография, отдел кадров, завхоз, проректорские, ректорская с секретариатом, хозяйственный отдел, отдел трудоустройства, отдел по работе со студентами, отдел дополнительного образования, серверная, бухгалтерия с кассой, международный отдел, отдел безопасности, отдел внеучебной и научной работы, а также санузлы. Через крышу имеется доступ к помещениям уборочного инвентаря и камерам вытяжной вентиляции [3].

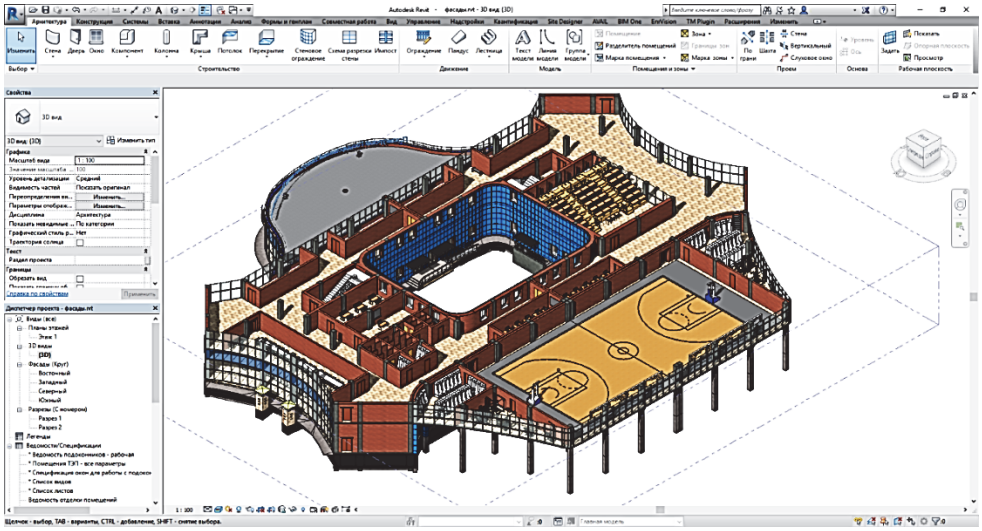


Рис. 3. Внутренняя планировка корпуса университета

Проект здания выполнен в программном комплексе Revit Structure 2015 учебная версия, согласно требований СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения».

При построении несущего каркаса здания программа Revit в автоматическом режиме строит аналитическую модель здания на основе BIM (Building Information Model) технологий. Поэтому аналитическая модель, экспортируемая в решатель ЛИРА САПР, содержит в себе не только геометрию, но и физико-механические свойства материалов из которых состоят несущие элементы здания. Данная технология позволяет ускорить процесс конструктора тем самым освобождая его от необходимости создания с нуля расчетной модели здания, а также настройки свойств этих элементов.

Далее модель сохраняется в универсальном формате .ifc, для дальнейшей отправки в САПФИР с последующим расчетом в ПК ЛИРА САПР [4].

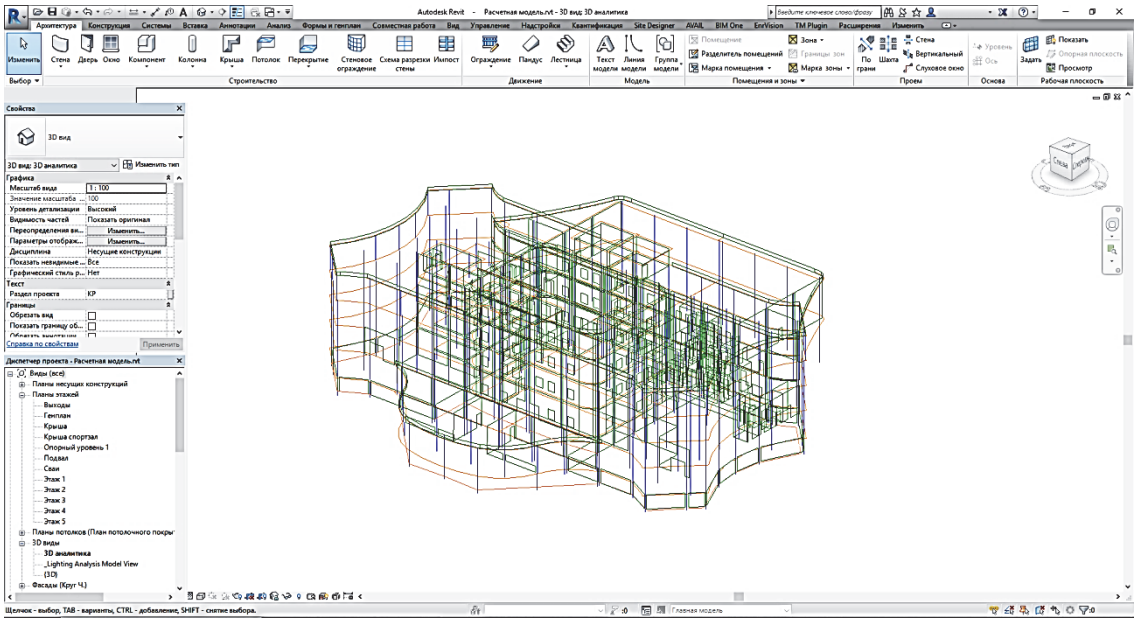


Рис. 4. Сохранение модели в универсальном формате

Для дальнейшей работы, экспортируемую модель здания необходимо открыть в программном комплексе САПФИР 3D версии 2015, которая была сохранена ранее.

На следующем этапе требуется выполнить корректировку модели, полученной импортом из Revit, и удалить элементы, не участвующие в расчете здания.

На основе физической модели, переданной из ПК Revit Structure, создается расчётная схема в САПФИР 3D. [5].

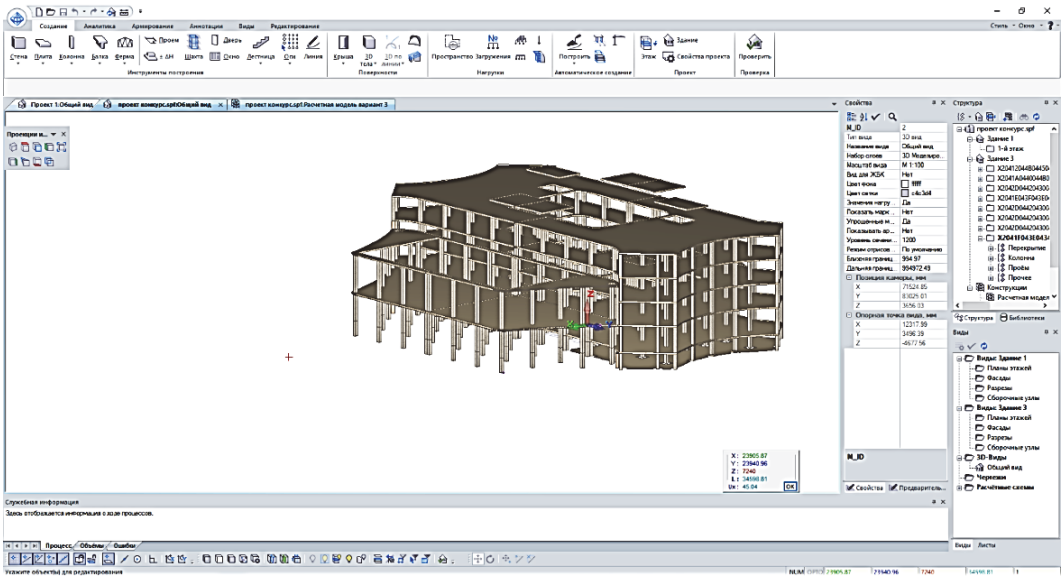


Рис. 5. Физическая модель здания в программе Сапфир

Для дальнейшей передачи расчетной модели в программный комплекс ЛИРА САПР версии 2013, необходимо произвести триангуляцию (создание конечно-элесентной сетки из треугольников) плит перекрытий в программе САПФИР 3D [6].

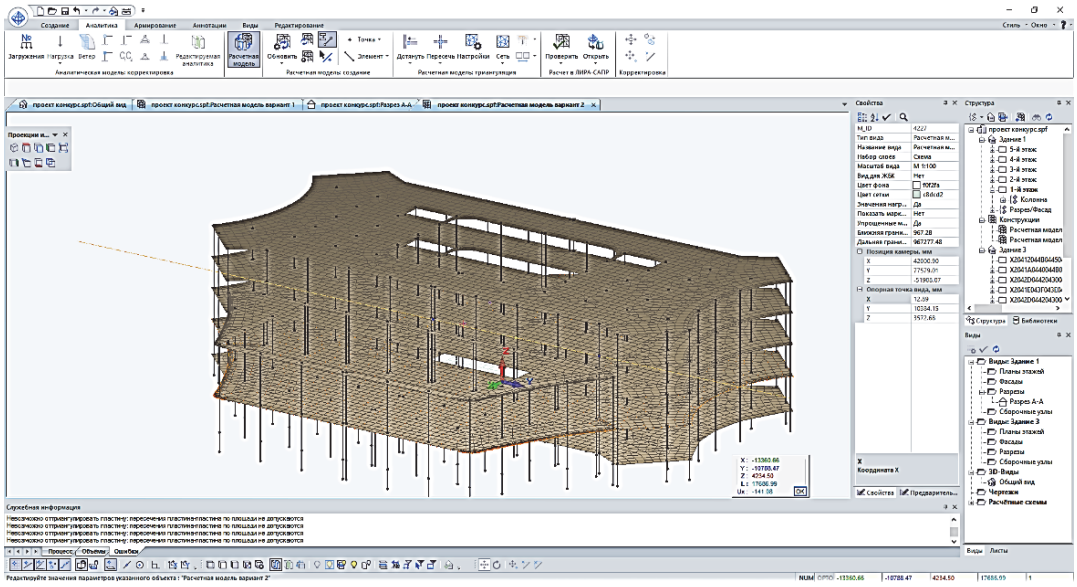


Рис. 6. Дискретная модель здания представлена

Далее осуществляется передача модели здания из программы САПФИР в программу ЛИРА при помощи нажатия клавиши «Открыть», которая располагается на панели инструментов во вкладке «Аналитика».

Необходимо отметить что при экспортировании модели из программы Revit Structure в универсальном формате .ifc возникли некоторые сложности при отображении конструкции, которые в последствии были устранены в программе САПФИР 3D, они мешали дальнейшему расчету в программе ПК ЛИРА САПР. Так же при создании расчетной схемы в САПФИР 3D наблюдается отсутствие большей части колон, которые присутствовали на физической модели здания. Что бы отсутствующие колонны проявились на расчетной схеме необходимо назначить материал колон, в данном случае это будет бетон марки В25. Оставшиеся колоны на физической модели отображаются не корректно на расчетной схеме в виде плоскостей вместо стержней, их необходимо удалить и в место них создать новые колонны на физической модели, предварительно создав новые уровни.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что для более корректной работы необходимо усовершенствовать передачу аналитической модели из программы Revit в программный комплекс САПФИР 3D дополнив его соответствующим экспортирующим модулем. Подобные модули экспорта из Revit в расчетные комплексы есть у многих производителей. Вот пример одного из них — это модуль двухстороннего экспорта данных из Revit в Robot Structural Analysis и обратно с результатами расчета.

Для удобства установки и использования данный модуль можно разместить в магазине приложений Autodesk (www.app.autodesk.com) в разделе приложений для Revit где каждый у кого есть учетная запись Autodesk может беспрепятственно скачать и установить модуль в Revit для связи с САПФИР 3D. Который сможет передать информационную модель здания, без потерь информации о несущих элементах в расчетный комплекс ЛИРА САПР.

Данный способ передачи информации из одного программного комплекса в другой может помочь сэкономить время конструктору при выполнении комплексного расчета несущих конструкций любой сложности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 20.13330.2012 Нагрузки и воздействия.
2. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции.
3. СП 118.13330.2012 Общественные здания и сооружения/
4. Артамонова А. Е., Водопьянов Р.Ю., Гензерский Ю.В., Титок В.П., Программный комплекс ЛИРА-САПР 2012 – Киев – Москва: Электронное издание, 2012.
5. Ланцов А. Л., Компьютерное проектирование зданий Revit 2015 – М.: РИОР, 2014.

УДК 624. 69.04

А. Ю. Резниченко, Н. А. Тарануха, А. С. Васильев
ПГУ им.Ш-А, Биробиджан
Reznichenko A.Y., Taranukha N.A.., Vasiliev A.S.
S-A PSU, Birobidzhan

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ УСИЛЕННЫХ ПУСТОТНЫХ ПЛИТ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЯХ ФОРМЫ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ
NUMERICAL INVESTIGATION OF THE STRESSED-DEFORMED CONDITION OF ENHANCED EMPTINESS PLATES AT DIFFERENT REPRESENTATIONS OF THE CROSS-SECTION FORM

Аннотация. В статье выполнены численные расчеты напряженно-деформированного состояния пустотных плит в двух представлениях. Цель данного исследования: выяснить, как и насколько будут отличаться результаты численных расчетов пустотной плиты при разрушающей нагрузке, моделируя ее в естественной и упрощенной двутавровой форме.

Ключевые слова: математическое моделирование; численное исследование; усиление; пустотная плита; напряженно-деформированное состояние.

Abstract. In this paper is numerical calculations of the stressed-deformed state of the hollow plates in two representations, and fracture schemes at different stages of destruction were obtained. The purpose of this study is to find out how and how much the results of numerical calculations of a hollow slab with a destructive load in simulation in a natural and simplified T-shape will differ.

Key words: mathematical modeling; numerical research; strengthening; hollow plate; stress-strain state.

Пустотные плиты активно используются в строительстве и служат перекрытиями между этажей. Их основное преимущество – небольшой вес в сравнении с обычными плитами, что позволяет увеличивать их длину для перекрытия относительно больших пролетов. Необходимость усиления пустотных плит может быть обусловлена рядом причин. Довольно распространенными причинами являются: увеличение нагрузок на несущие элементы в результате замены либо усилением вышерасположенных конструкций (перестройка помещений, надстройка зданий); модернизация технологического оборудования в реконструируемом здании, изменением технологических процессов.

Существуют различные методы усиления железобетонных плит, что позволяет выбрать из многообразия необходимый вариант конкретного усиления. Рассмотренные в данной статье виды усиления пустотных железобетонных плит [1], [5]:

1)усиление плиты методом наращивания сечения (набетонка);

2)усиление плиты методом дополнительного армирования;

3)усилие плиты комбинированным способом.

В данной работе выполняется исследование пустотных плит при действии разрушающей нагрузке, усиленных и без усиления. Для аналитического расчета пустотная плита была представлена в форме двутавровой балки с уменьшением ширины сечения на сумму диаметров каждого пустотного отверстия в плите. В ПК ANSYS плита моделируется как в естественной форме, так и в упрошенной, в форме двутавра [3], [7]. Отметим, что представление пустотных плит в форме двутавровой балки применяется, например, в ПК ЛИРА – известной программе для расчета строительных конструкций на основе метода конечных элементов. Важный вопрос – насколько целесообразно представлять таким способом пустотные плиты при расчете, и насколько велико будет отклонение. Приблизительная разрушающая нагрузка устанавливалась в результате аналитического расчета с использованием нормативной документации [2], [4], [5].

Сопоставление расчетов показывает, что прогибы, напряжения в арматуре, нормальные напряжения в бетоне по высоте сечения разнятся в зависимости от того, как представлена плита: в форме двутавра или в ее естественной форме.

Численное исследование напряженно-деформированного состояния усиленных пустотных плит средствами ПК ANSYS

Проектирование плит выполнялось в модуле программы ANSYS Design Modeller. Затем осуществлялся расчет в ANSYS Mechanical. Для железобетона использовался конечный элемент Solid 65, позволяющий выполнять нелинейные расчеты с учетом модели разрушения Willam-Warnke. Для отображения трещин была добавлена пользовательская функция в форме деформационного критерия Базанта, позволяющего учитывать трещинообразование в плитах и визуализировать этот процесс средствами ANSYS. Также по краям были смоделированы опоры, на которых держится плита. Конечно-элементная сетка использовала КЭ в форме гексаэдра с максимальным размером 20 мм, показана на рисунке 2. Распределенная нагрузка, действующая на плиту, была приблизительно получена из аналитических расчетов. В результате выполнялось нагружение плит фиксированной нагрузкой. На первом шаге приложения разрушающей нагрузки образовывался пластический шарнир, происходило смещение нейтральной оси в сжатую зону и перераспределение усилий внутри плиты обусловленное ползучестью бетона. На следующем шаге происходило непосредствен-

но разрушение, обусловленное превышением предела текучести в арматуре и разрушением плиты. На каждом шаге фиксировались нормальные напряжения в бетоне и арматуре, а также прогибы.

Для исследования взята пустотная плита (по типу ПБ 41-9-8), со следующими характеристиками: номинальные размеры плиты в плане, 0,8 х 4 м (L = 4000 мм, b=800 мм); высота h=200 мм; бетон тяжелый, подвергнутый тепловой обработке, класса В25 (R_{b1}=14,5 МПа, R_{bt1}=1,05 МПа, E_{b1} = $3 \cdot 10^4$ МПа); рабочая продольная арматура А- 400 (R_s = 365МПа, E_s = $2 \cdot 10^5$ МПа) стержневая 3 штуки диаметром 18 мм (R_s = 365 МПа).

Данные об усилении:

1 способ усиление - наращение бетона толщиной 50 мм на верхней части плиты. Характеристики: бетон класса В30 (R_{b2} =17 МПа, R_{bt2}=1,15 МПа, E_{b2} = $33 \cdot 10^4$ МПа);

2 способ усиления это применение дополнительной арматуры в растянутой зоне рабочая продольная арматура стержневая 2 штуки диаметром по 10 мм класса А-400 (R_s = 365МПа, E_s = $2 \cdot 10^5$ МПа).

3 способ - усиление комбинированным способом: 50 мм наращения бетона класса В30 (R_{b2} =17 МПа, R_{bt2}=1,15 МПа, E_{b2} = $33 \cdot 10^4$ МПа) плюс дополнительная арматура в растянутой зоне, рабочая продольная арматура стержневая 2 штуки диаметром по 10 мм класса А-400 (R_s = 365МПа, E_s = $2 \cdot 10^5$ МПа)[1].

Усиление комбинированным способом представлено на рис. 1 а, б.

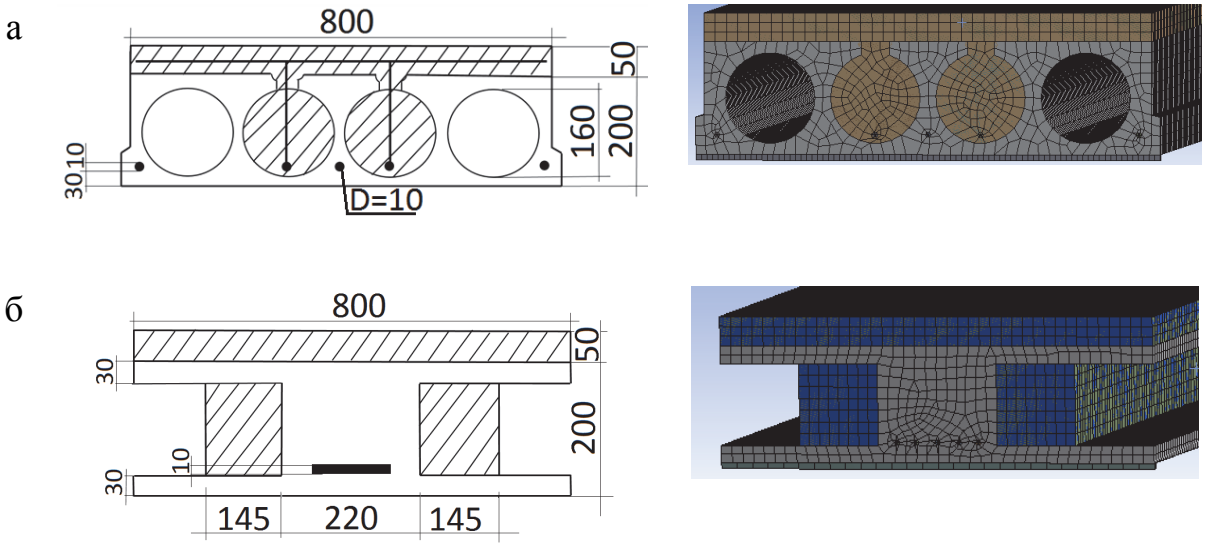


Рис. 1. Сечения пустотной железобетонной плиты,
усиленной комбинированным способом, представленные:
а - в естественной форме; б - в форме двутавра

В таблице 1 представлены результаты расчетов прогибов усиленных пустотных плит от разрушающей нагрузки, рассчитанных в ПК ANSYS для пустотной плиты в натуральной форме и в форме двутавра, а так же аналитически.

Прогибы для всех видов рассматриваемых плит приведены в табл. 1.

Таблица 1

Шаг нагруз-	Рассматриваемые плиты	Расчет в ANSYS натуральной плиты, прогиб f, мм	Расчет в ANSYS плиты в форме двутавра, прогиб f, мм
Первый	Плита без усиления, при разрушающей нагрузке q=6,15кН/м;	1,53	1,67
	Плита усиленная наращением в 50 мм, при разрушающей нагрузке q=9,43кН/м;	1,14	1,25
	Плита усиленная дополнительным армированием, при разрушающей нагрузке q=10,89кН/м;	2,25	2,37
	Плита усиленная комбинированным способом, при разрушающей нагрузке q=22,44кН/м.	2,34	2,42
Последний	Плита без усиления, при разрушающей нагрузке q=6,15кН/м;	15,47	17,58
	Плита усиленная наращением в 50 мм, при разрушающей нагрузке q=9,43кН/м;	13,14	13,67
	Плита усиленная дополнительным армированием, при разрушающей нагрузке q=10,89кН/м;	16,487	19,45
	Плита усиленная комбинированным способом, при разрушающей нагрузке q=22,44кН/м.	23,42	24,02

а б

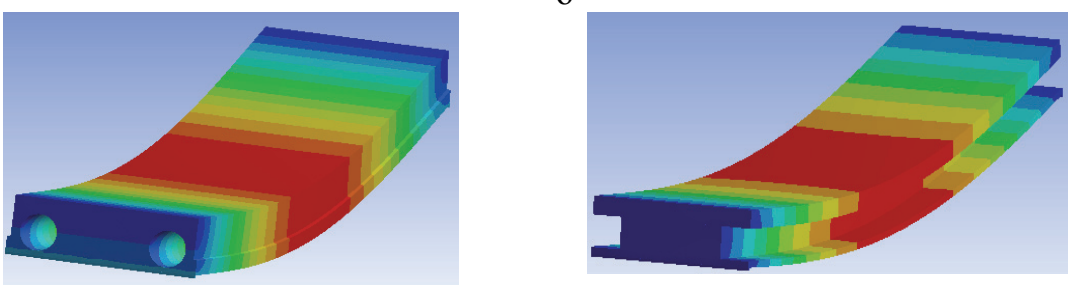


Рис. 2. Отображение прогибов в ANSYS: а –Пустотной плиты в натуральной форме, б – пустотной плиты в форме двутавра

На рис. 2 показаны прогибы не усиленных плит в натуральной плите, а так же плит в форме двутавра при разрушающей нагрузке [6].

а



б



в



г



Рис. 3. Сопоставление нормальных напряжений по высоте сечения для плиты на шаге 2: а – без усиления; б - усиленной наращиванием сечения; в- усиленной дополнительной арматурой; г- усиленной комбинированным способом.

На рисунке 3 показаны графики сопоставлений нормальных напряжений по высоте сечения на последнем шаге нагрузке для всех видов рассматриваемых плит.

Заключение.

1. Исследование погибов усиленных пустотных плит от разрушающей нагрузки рассчитанных в ПК ANSYS, для пустотной плиты в натуральной форме и в форме двутавра, а так же аналитически показало, что результат прогибов плиты в той или иной форме различны. Отклонение расчета прогибов в ANSYS натуральной плиты от расчета ANSYS плиты в форме двутавра при разрушении: для плиты без усиления составило 13,6%; для плиты усиленной наращением сечения составило 4%; для плиты усиленной дополнительным армированием составило 18%; для плиты усиленной комбинированным способом составило 2,5%. Это значит, что в действительности плита, представляемая в естественной форме для расчетов, менее жесткая, чем представленная в форме двутавра.

2. Отклонения напряжения в арматуре, расчета в ANSYS натуральной пустотной плиты от расчета в ANSYS плиты в форме двутавра: для плиты без усиления составило 12,5%; для плиты усиленной наращением сечения составило 1,7%; для плиты усиленной дополнительным армированием составило 20,3%; для плиты усиленной комбинированным способом составило 9,4%.

3. Максимальное напряжение по высоте сечения плиты на первом шаге нагрузки для плиты в форме двутавра выше, чем для плиты в естественной форме, в среднем на 26% для различных способов усиления. Максимальное напряжение по высоте сечения плиты на втором шаге при разрушении для плиты в форме двутавра приблизительно одинаковы с естественным представлением плиты. При этом, после первого шага нейтральная ось смещается меньше в сторону сжатой зоны для плиты в естественной форме. Это значит, что прочностные характеристики плиты, при представлении ее в естественной формы, немного выше.

4. На втором шаге нагружения (при разрушении) также можно заметить более медленный рост нормальных напряжений по сечению плиты, смоделированной в естественной форме.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гучкин, И.С. Диагностика состояния и проектирование усиления железобетонных балок [Текст]: учеб.пособие / И.С. Гучкин, А.В. Панков. - Пенза: ПГУАС, 2012. – 120 с.

2. Климов С.В., Юрина Т.В., Бугаев С.Л. Проектирование и расчет железобетонных многопустотных плит перекрытий. Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2008. – 79 с.

3. Клованич, С.Ф. Метод конечных элементов в механике железобетона / С. Ф. Клованич, И. Н. Мироненко. - Одесса, 2007. - 111 с.

4. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона без предварительного напряжения арматуры (к СП 52-101-2003) [Текст]. Изд-во: Москва 2005.

5. Рекомендации по усилению и ремонту строительных конструкций инженерных сооружений [Текст]. Введ. 01.01.1997. - актуал.01.02.2017. –ЦНИИпромзданий № 1997.

6. СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования» [Текст]: / Госстрой России - М.: ФГУП ЦПП, 2003.

7. Lee, H.H. Finite Element Simulations with ANSYS Workbench 14. Theory, Applications, Case Studies / H. H. Lee. - SDC PUBLICATIONS Schroff Development Corporation. BetterTextbooks. LowerPrices/ www.SDCpublications.com, 2012. - 619 p.

УДК 338.45:69

В. С. Вяткина, В. А. Дзюба
ФГБОУ ВО «КнАГУ», Россия
Vyatkina V.S., Dzyuba V.A.
FSEI HPL«KnASU», Russia

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОЛОНН ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ
TECHNICAL-ECONOMIC EVALUATION OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES OF HEIGHT BUILDINGS

Аннотация. В данной статье рассматриваются железобетонные монолитные колонны различного сечения, изготовленные из бетона трёх разных классов с целью подбора наиболее выгодного технико-экономического решения. Исходными данными для определения стоимости на устройство колонны являются стоимость кубического метра бетона, стоимость метра арматуры и стоимость линейного щита крупнощитовой опалубки из алюминиевого профиля.

Ключевые слова: железобетонные колонны, класс бетона, класс арматуры, сечение колонны, усилие в сжатом бетоне, усилие в сжатой арматуре, суммарная стоимость.

Abstract. This article deals with reinforced concrete monolithic columns of different sections made of concrete of three different classes in order to select the most profitable technical and economic solution. The initial data for determining the cost per unit of the column are the cost of a cubic meter of concrete, the cost of a meter of reinforcement and the cost of a linear shield of large-paneled formwork made of aluminum.

Key words: reinforced concrete columns, concrete class, reinforcement class, column cross-section, force in compressed concrete, force in compressed reinforcement, total cost.

В современном мире возросла популярность монолитных многоэтажных зданий по причине быстроты возведения и низкой стоимости строительства. Также монолитные здания отличаются своей уникальностью, неповторимостью и многофункциональностью.

Исходными данными для расчета является бетон класса В30, В50, В80 и арматура класса А500. Принятая сетка колонн – 6 * 6 м.

Вначале рассмотрим колонну сечением 80*80 см, изготовленную из бетона класса В30 с арматурой А500.

Нагрузка от собственного веса колонны i этажа:

$$F_{c.i} = 0,8 * 0,8 * 3 * 25 * 1,1 * 0,95 = 50,16 \text{ кН}$$

Ригель следует принять высотой сечения равной толщине плиты, т.е. 20 см и шириной равной сечению колонны, т.е. 80 см:

$$h_b = 20 \text{ см}$$

$$b_b = 80 \text{ см}$$

Нагрузка от собственного веса ригеля i этажа:

$$F_{b.i} = 0,8 * 0,2 * 6 * 25 * 1,1 * 0,95 = 25,08 \text{ кН}$$

Нагрузка от собственного веса плиты (таблица 1):

$$F_{g.i} = 10,35 * 6 * 6 * 0,95 = 353,97 \text{ кН}$$

Таблица 1

Нагрузки на плиту перекрытия

Вид нагрузки	Нормативные нагрузки,		Коэффициент надёжности по нагрузке	Расчётная нагрузка, кН
	На единицу площади, кг / м^2	кН / м^2		
Постоянные нагрузки				
Цементно-песчаная стяжка	1800 * 0,04 = 72	0,72	1,3	0,936
Линолиум	1800 * 0,01 = 18	0,18	1,3	0,234
вес заполнения наружных стен - газоблоками	140	1,4	1,1	1,54
вес перегородок из газоблоков	195	1,95	1,1	2,145
Собственный вес плиты перекрытия	2500 * 0,2 = 500	5	1,1	5,5
Итого:				**10,35**
Временные нагрузки:				
Длительная	3,12		1,3	4,05
Вес людей, мебели и т. д. (кратковременная)	1,5		1,3	1,95
Итого полная временная:	**4,62**			**6**
Итого полная:				**16,35**

Постоянная нагрузка на колонну i этажа:

$$F_i = 50,16 + 25,08 + 353,97 = 429,21 \text{ кН}$$

Временная вертикальная нагрузка от перекрытия i этажа:

$$V_i = 6 * 6 * 6 * 0,95 = 205,2 \text{ кН}$$

В том числе временная длительная:

$$V_{l.i} = 4,05 * 6 * 6 * 0,95 = 138,51 \text{ кН}$$

В том числе временная кратковременная:

$$V_{sh.i} = 1,95 * 6 * 6 * 0,95 = 66,69 \text{ кН}$$

Постоянная нагрузка от веса покрытия (таблица 2):

$$F_i = 6,4854 * 6 * 6 * 0,95 = 221,8 \text{ кН}$$

Таблица 2

Нагрузки на плиту покрытия

Вид нагрузки	Нормативные нагрузки		Коэффициент надёжности по нагрузке	Расчётная нагрузка, кН
	На единицу площади, кг / м^2	кН / м^2		
Постоянные нагрузки				
2 слоя Унифлекса	1000*0,0038 = 3,8	0,038	1,3	0,0494
Цементно-песчаная стяжка	1800 * 0,04 = 72	0,72	1,3	0,936
Собственный вес плиты покрытия	2500 * 0,2 = 500	5	1,1	5,5
Итого:				**6,4854**
Временные нагрузки				
Снеговая (полная)	1,714		1,4	2,4
Снеговая (длительная)	0,857		1,4	1,2
Снеговая (кратковременная)	0,857		1,4	1,2
Итого полная:				**8,8854**

Расчётная нагрузка от снегового покрова:

$$V_f = 2,4 * 6 * 6 * 0,95 = 82,08 \text{ кН}$$

Длительная снеговая:

$$V_{f.l} = 1,2 * 6 * 6 * 0,95 = 41,04 \text{ кН}$$

Продольная сила на колонну 1 этажа:

$$N = 25 * (429,21 + 205,2) + 221,8 + 82,08 = 16164,13 \text{ кН}$$

Максимальное усилие в сжатом бетоне:

$$N_b = 17000 * 0,8 * 0,76 = 10336 \text{ кН}$$

Максимальное усилие в сжатой арматуре:

$$N_s = 400000 * (0,03 * 0,8 * 0,76) = 7296 \text{ кН}$$

Выполняется условие:

$$N_b + N_s = 10336 + 7296 = 17632 > N = 16164,13 \text{ кН}$$

Следовательно, колонна сечением 80*80 см, имеющая класс бетона В30 способна выдержать приложенную к ней вертикальную нагрузку.

Далее рассмотрим колонну сечением 70*70 см, изготовленную из бетона класса В50 с арматурой А500.

Нагрузка от собственного веса колонны i этажа:

$$F_{c.i} = 0,7 * 0,7 * 3 * 25 * 1,1 * 0,95 = 38,404 \text{ кН}$$

Ригель следует принять высотой сечения равной толщине плиты, т.е. 20 см и шириной равной сечению колонны, т.е. 70 см:

$$h_b = 20 \text{ см}$$

$$b_b = 70 \text{ см}$$

Нагрузка от собственного веса ригеля i этажа:

$$F_{b.i} = 0,7 * 0,2 * 6 * 25 * 1,1 * 0,95 = 21,945 \text{ кН}$$

Постоянная нагрузка на колонну i этажа:

$$F_i = 38,404 + 21,945 + 353,97 = 414,32 \text{ кН}$$

Продольная сила на колонну 1 этажа:

$$N = 25 * (414,32 + 205,2) + 221,8 + 82,08 = 15791,88 \text{ кН}$$

Максимальное усилие в сжатом бетоне:

$$N_b = 27500 * 0,7 * 0,66 = 12705 \text{ кН}$$

Максимальное усилие в сжатой арматуре:

$$N_s = 400000 * (0,03 * 0,7 * 0,66) = 5544 \text{ кН}$$

Выполняется условие:

$$N_b + N_s = 12705 + 5544 = 18249 > N = 15791,88 \text{ кН}$$

Следовательно, колонна сечением 70*70 см, имеющая класс бетона B50 способна выдержать приложенную к ней вертикальную нагрузку.

Теперь рассмотрим колонну сечением 60*60 см, изготовленную из бетона класса B80 с арматурой A500.

Ригель следует принять высотой сечения равной толщине плиты, т.е. 20 см и шириной равной сечению колонны, т.е. 60 см:

$$h_b = 20 \text{ см}$$

$$b_b = 60 \text{ см}$$

Нагрузка от собственного веса ригеля i этажа:

$$F_{b.i} = 0,6 * 0,2 * 6 * 25 * 1,1 * 0,95 = 18,81 \text{ кН}$$

Постоянная нагрузка на колонну i этажа:

$$F_i = 28,215 + 18,81 + 353,97 = 401 \text{ кН}$$

Продольная сила на колонну 1 этажа:

$$N_b = 25 * (401 + 205,2) + 221,8 + 82,08 = 15458,88 \text{ кН}$$

Максимальное усилие в сжатом бетоне:

$$N = 40000 * 0,6 * 0,56 = 13440 \text{ кН}$$

Максимальное усилие в сжатой арматуре:

$$N_s = 400000 * (0,03 * 0,6 * 0,56) = 4032 \text{ кН}$$

Выполняется условие:

$$N_b + N_s = 13440 + 4032 = 17472 > N = 15458,88 \text{ кН}$$

Следовательно, колонна сечением 60*60 см, имеющая класс бетона B80 способна выдержать приложенную к ней вертикальную нагрузку.

Следующим этапом определим экономическую эффективность колонн различного сечения.

Исходные данные для расчёта:

- Стоимость бетона B30 M400 = 4350 руб./ м^3
- Стоимость бетона B50 M 700 = 6150 руб./ м^3
- Стоимость бетона B80 M 1000 = 7650 руб./ м^3
- Стоимость арматуры диаметром 36 = 183,47 руб./м

- Стоимость линейного щита крупнощитовой опалубки из алюминиевого профиля для стен и колонн (h = 3,0 м):

- Размером 0,8*3,0 (S = 2,4 м^2) – 11 369,82 руб./шт.
- Размером 0,7*3,0 (S = 2,1 м^2) – 10 680,74 руб./шт.
- Размером 0,6*3,0 (S = 1,8 м^2) – 10 163,93 руб./шт.

Определим стоимость бетона, арматуры и опалубки, необходимые для изготовления колонны сечением 80*80 см из бетона класса В30 с арматурой А500.

1. Стоимость бетона:

4350 * (0,8 * 0,8 * 3) = 8352 руб.

2. Стоимость арматуры:

183,47 * (3 * 4) = 2201,64 руб.

3. Стоимость опалубки:

11 369,82 * 4 = 45 479,28 руб.

Суммарная стоимость на устройство колонны:

8352 + 2201,64 + 45 479,28 = 56032,92 руб.

Определим стоимость бетона, арматуры и опалубки, необходимые для изготовления колонны сечением 70*70 см из бетона класса В50 с арматурой А500.

1. Стоимость бетона:

6150 * (0,7 * 0,7 * 3) = 9040,5 руб.

2. Стоимость арматуры:

183,47 * (3 * 4) = 2201,64 руб.

3. Стоимость опалубки:

10 680,74 * 4 = 42 722,96 руб.

Суммарная стоимость на устройство колонны:

9040,5 + 2201,64 + 42722,96 = 53965,1 руб.

Определим стоимость бетона, арматуры и опалубки, необходимые для изготовления колонны сечением 60*60 см из бетона класса В80 с арматурой А500.

1. Стоимость бетона:

7650 * (0,6 * 0,6 * 3) = 8262 руб.

2. Стоимость арматуры:

183,47 * (3 * 4) = 2201,64 руб.

3. Стоимость опалубки:

10 163,93 * 4 = 40 655,72 руб.

Суммарная стоимость на устройство колонны:

8262 + 2201,64 + 40655,72 = 51119,36 руб.

По результатам технико-экономической оценки железобетонных монолитных колонн сечением 80*80 см из бетона класса В30 с арматурой класса А500, колонн сечением 70*70 см из бетона класса В50 с арматурой класса А500 и колонн сечением 60*60 см из бетона класса В80 с арматурой

класса А500 можно сделать вывод о том, что наиболее экономически выгодным вариантом является применение колонны сечением 60*60 см из бетона класса В80 с арматурой класса А500. Применение высокопрочного бетона делает конструкцию колонны наиболее эффективной.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения (актуализированная редакция СНиП 52-01-2003) / Минстрой России. – М. : Издательство стандартов, 2013. – 119 с.

2 СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия (актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85) / Минстрой России. – М. : Издательство стандартов, 2011. – 80 с.

3 Байков, В. Н. Железобетонные конструкции. Общий курс : учеб. для ВУЗов / В. Н. Байков, Э. Е. Сигалов – М. : Стройиздат, 2003. – 728 с.

4 Шуллер, В. Конструкции высотных зданий / В. Шуллер – М. : Стройиздат, 1979. – 248 с.

УДК 692.412

А. Ю. Добрышкин, И. В. Погорельских
ФГБОУ ВПО «КнАГТ», Россия
Dobryshkin A., Pogorelskih I.
FGBOU VPO "KnAGT", Russia

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ ПЛАСТИН (МЕМБРАНЫ)
NUMERICAL INVESTIGATION OF NATURAL VIBRATIONS OF PLATES (MEMBRANES)

Аннотация. В статье рассмотрен численный эксперимент для исследования собственных колебаний пластины. С помощью программной среды Компас 3D исследованы внутренние напряжения методом конечных элементов. Получена 3D карта внутренних напряжений при колебания оболочки, несущей систему присоединенных масс, численные результаты колебаний при n=5.

Ключевые слова: собственные колебания, оболочка, присоединенная масса.

Abstract. A numerical experiment for studying the natural vibrations of a plate is considered in the article. With the help of the Compass 3D software environment, internal stresses by the finite element method are investigated. A 3D

map of internal stresses is obtained with the oscillations of the shell carrying the system of attached masses, the numerical results of oscillations at n = 5.

Key words: natural oscillations , shell , attached mass.

Применение пластин в строительстве обусловлено их простотой и эффективностью. Такие элементы присутствуют как в малых сооружениях, так и в большепролетных. Бурное развитие получили мембраны, за низкую стоимость квадратного метра покрытия большепролетных сооружений [1]. Возникающие в них эффекты собственных и вынужденных колебаний необходимо исследовать. Для исследования эффекта влияния присоединенной массы был проведен численный эксперимент [2], а также выполнен анализ известных опытных данных представленных в монографиях Амбарцумян С.А, Белубекян М.В, Вольмир А.С. и Л. В. Андреева А. И. Станкевича, А. Л. Дышко.

Исследования проводились на модели тонкой пластины, шарнирно закрепленной на торцах. Образец имеет следующие геометрические характеристики: ; R = 20 ед, L = 60 ед мм, H = 1 ед., E=2*10^6МПа, M = $0{,}1M_0$. И представлен на рисунке 1. Программная среда эксперимента Kompas 3D.

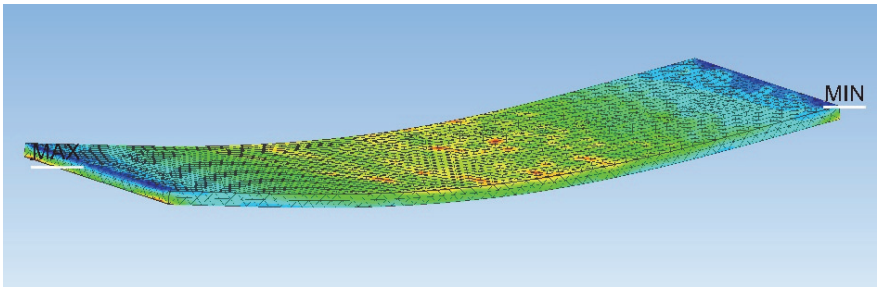


Рис. 1. Образец оболочки

Просчитанная выше модель упругой пластины (мембраны), числено решенная с помощью аппаратной среды отражает целый ряд различного рода явлений. Программная среда, с помощью которой удалось решить задачу, позволяет рассчитать: собственные колебания упругой пластины (мембраны); произвольные формы свободных колебаний в упругой постановке; формы колебаний при различных частотах собственных колебаний; внутренние напряжений при колебаниях упругой пластины. В результате деления пластины на конечные элементы, составления уравнений методом конечных элементов и программный расчет с помощью программной среды позволило понять механизмы колебаний упругой оболочки (мембраны)

Наиболее просто промоделировать колебания упругой пластины (мембраны) прямоугольной формы (рис. 2). Допустим, что источник гармонических колебаний (то есть элемент, на который действует вынуждающая сила) находится в центре, края мембраны закреплены или свободны

[3.4]. Частота колебаний источника должна быть такой, чтобы на длине стороны пластины укладывалось от одной до четырех длин волн.

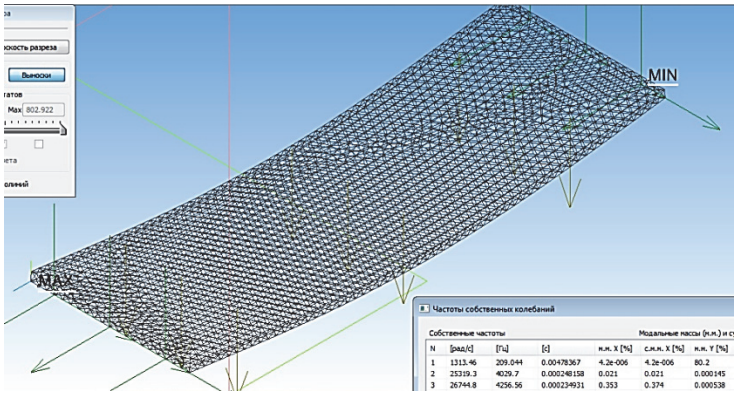
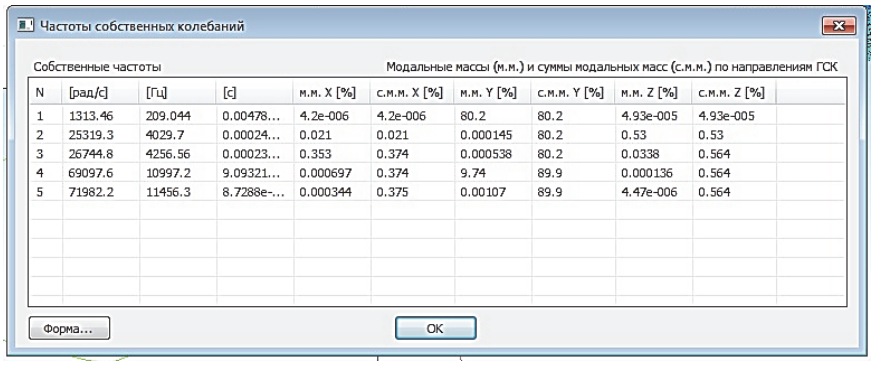


Рис 2. Разбиение пластины на КЭ

В результате проведения численного эксперимента были определены средние значения наименьшей частоты колебаний спектра для трех образцов. Разброс полученных данных не превышал 3 %.



N	[рад/с]	[Гц]	[с]	м.м. X [%]	с.м.м. X [%]	м.м. Y [%]	с.м.м. Y [%]	м.м. Z [%]	с.м.м. Z [%]
1	1313.46	209.044	0.00478...	4.2e-006	4.2e-006	80.2	80.2	4.93e-005	4.93e-005
2	25319.3	4029.7	0.00024...	0.021	0.021	0.000145	80.2	0.53	0.53
3	26744.8	4256.56	0.00023...	0.353	0.374	0.000538	80.2	0.0338	0.564
4	69097.6	10997.2	9.09321...	0.000697	0.374	9.74	89.9	0.000136	0.564
5	71982.2	11456.3	8.7288e-...	0.000344	0.375	0.00107	89.9	4.47e-006	0.564

Рис. 3. Частоты колебаний при n=5

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сысоев О.Е. Критерии предельных состояний материалов при циклических режимах нагружения//монография / О. Е. Сысоев ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "Комсомольский-на-Амуре гос. технический ун-т". Владивосток, 2010.

2. Сысоев О.Е., Добрышкин А.Ю., Нейн С.Н., Кахоров К.К. Современные испытательные стенды для бесконтактного исследования свободных колебаний замкнутых и разомкнутых цилиндрических оболочек// Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. 2017. Т. 1. № 1 (29). С. 110-118.

3. Сысоев О.Е., Добрышкин А.Ю., Нейн С.Н. Влияние присоединенной массы и температурного сдвига на собственные колебания тонких пластин (мембран)// Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. 2017. Т. 1. № 2 (30). С. 105-111.

4. Сысоев О.Е., Добрышкин А.Ю., Нейн С.Н. Влияние присоединенной массы на вынужденные колебания разомкнутых оболочек // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. 2016. Т. 1. № 3 (27). С. 110-116.

УДК 69.04

И. Р. Живилко
ФГБОУ ВПО «СПбГАСУ», Россия
Zhivilko I.R.
FSEI HPL «SPSUACE», Russia

МЕТОД СОПРИКАСАЮЩИХСЯ ЭЛЕМЕНТОВ
APPLIED ELEMENT METHOD

Аннотация. Метод конечных элементов (МКЭ) используется достаточно долго и представляет собой проверенный и эффективный способ анализа. Помимо этого метода существуют и другие. Одним из аналогов является Метод соприкасающихся элементов или МСЭ (англ. *applied element method, AEM*). В этой статье собрана информация об этом методе, результатах сравнения и возможностях. Метод соприкасающихся элементов имеет схожее деление объекта на более мелкие элементы. Главной особенностью является соединение этих элементов друг с другом. В отличии от МКЭ, в котором элементы соединены в узлах, в МСЭ элементы соединены посредством пружин, представляющих свойства материала. Результаты сравнений показывают, что различии в методах не существенно влияют на сходимость результатов. Информация о сравнении двух методов также приведена в этой статье.

Ключевые слова: метод соприкасающихся элементов, МСЭ, метод конечных элементов, МКЭ, конечные элементы.

Abstract. The finite element method (FEM) is used for a long time and represents a proven and effective way of analysis. In addition, there are other methods. One of the analogues is the applied element method or AEM. This article contains information about this method, the results of the comparison and the possibilities. The applied element method has a similar division of the object into smaller elements. The main feature is the combination of these elements

with each other. Unlike the FEM, in which the elements are connected in the nodes, in AEM the elements are connected by means of springs, which represent the properties of the object material. The results of the comparisons show that the differences in the methods are not significantly. Information on the comparison of the two methods is also given in this article.

Key words: applied element method, AEM, finite element method, FEM, finite element.

Основные идеи данного метода были впервые изложены в исследовательских работах Dr. Hatem Tagel-Din в 1995 году. Однако, сам термин соприкасающихся элементов впервые был применен в 2000 году. Его появление обосновано необходимостью анализа при запредельных нагрузках МПЭ позволяет оценить поведение конструкций при прохождении материалов всех трех стадий: упругой, упруго-пластичной и пластичной, вплоть до разрушения.

В основе метода прикладываемых элементов лежит деление изучаемого объекта на конечные элементы. Элементы представляют собой абсолютно твердые тела с неизменяемой формой. В зависимости от задачи, они могут быть как плоскими, так и объемными. Каждый элемент имеет всего одну точку – центр тяжести и шесть степеней свободы: 3 линейных перемещения и 3 поворота, а также определенные размеры, зависящие от выбранной точности. После разбивки элементы должны быть соединены системой пружин, обеспечивающих взаимодействие элементов. Деформации конструкции обусловлены этими пружинами, то есть они происходят снаружи конечного элемента, а не внутри как МКЭ.

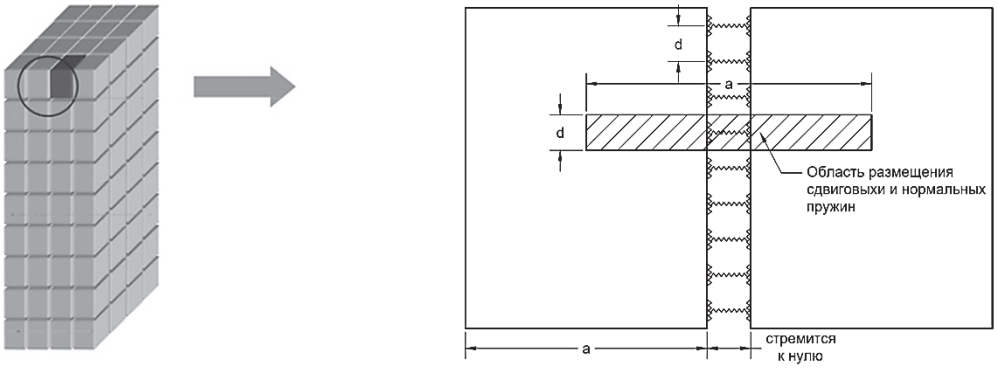


Рис. 1. Расположение пружин

По граням смежных элементов с заданным шагом задаются пружины в контактных точках. В каждой контактной точке 3 пружины: 1 нормальная к поверхности грани элемента и две в плоскости грани. Таким образом, каждая контактная точка имеет упругое закрепление в трех направлениях, что позволяет решать пространственные задачи. Соответственно, в плос-

ких задачах необходимо только две пружины: нормальная и сдвиговая (рис.1). Каждая пружина характеризуется параметрами материала, то есть жесткость пружин соответствует нормальной и сдвиговой прочностям.

Жесткость пружин выражается формулами:

$$K_n = \frac{E \times d \times t}{a} \qquad K_s = \frac{G \times d \times t}{a} \tag{1}$$

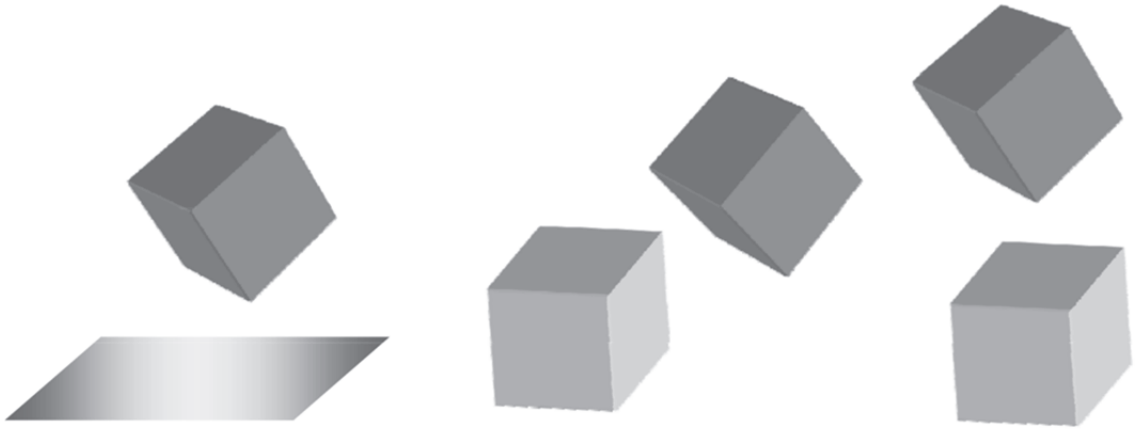
Где E – модуль упругости, G – модуль сдвига, d и t – расстояние между пружинами, a – длина.

Матрица жесткости элемента составляется объединением матриц жесткости каждой группы пружин и позволяет перейти к виду:

$$[F] = [\Delta][K_G] \tag{2}$$

Где [F] – приложенные усилия, [Δ] – перемещения, $[K_G]$ – общая матрица жесткости.

Метод соприкасающихся элементов является дискретным, в то время как МКЭ – численным. Это позволяет моделировать разрушение в материале без заранее обозначенных мест разрыва. При достижение критических значений в пружинах, они исключаются из работы. Усилия перераспределяются на соседние, если они способны их воспринимать, иначе они выключаются, и перераспределение усилий продолжается. Процесс перераспределения длится до тех пор, пока оставшиеся элементы не смогут воспринимать нагрузку, либо пока вся конструкция не разрушится. Помимо этого, элементы, которые отделились от общей конструкции продолжают оказывать влияние на объекты, с которыми соприкасаются. В зависимости от типа контакта различают три вида как показано на рис.2. В местах контакта образуется новая группа пружин, характеризующаяся свойствами взаимодействия двух элементов.



Вершина - Основание **Ребро - Ребро** **Вершина – Грань**

Рис. 2. Взаимодействие элементов

Соответственно, данный метод наиболее удобен при расчетах на прогрессирующее обрушение и моделировании сноса зданий. Данный метод показал хорошую сходимость результатов, описанных в докладе Applied Element Method as a Practical Tool for Applied Element Method as a Practical Tool for Progressive Collapse Analysis of Structures, Dr. Hatem Tagel-Din, с реальными испытаниями в ходе сноса конструкций.

В МСЭ при делении на конечные элементы используется особый метод разбивки. Отличительным особенности являются важными преимуществами данного метода. В МКЭ все элементы связаны общими узлами, которые обеспечивают взаимодействие всех элементов. Соответственно, при сложной форме делимого объекта появляется необходимость генерирования конечных элементов неправильной формы. Также, при сгущении сетки элементов, для увеличения точности или учета локальных изменений необходим плавный переход размеров конечных элементов. Все это приводит к неконтролируемым погрешностям и увеличению сложности задачи, так как растет и количество узлов.

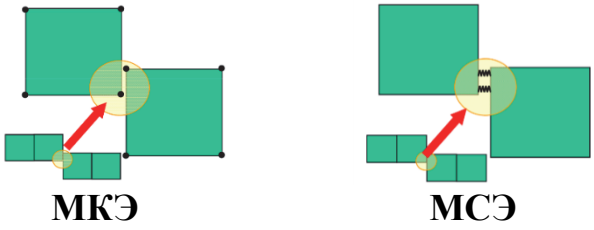


Рис.3 Соединение элементов

В МСЭ, как говорилось выше, каждый конечный элемент имеет один узел – центр тяжести, что значительно уменьшает количество узлов в схеме. При изменении размеров элементов или их смещении друг относительно друга меняется количество пружин между ними (рис.3), а их форма будет правильной. Помимо этого, конструкция может быть представлена разными материалами, с разными свойствами и размерами элементов, но все они будут связаны друг с другом без зон перехода как показано на рис.4.

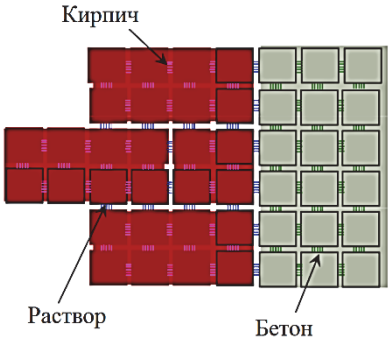


Рис.4 Система из трех материалов

Метод соприкасающихся элементов был сранен методом конечных элементов в работе Vikas Gohela, Paresh V. Patelb и Digesh Joshi, Analysis of

Frame using Applied Element Method. Для сравнения была смоделирована железобетонная П-образная рама, критерием сравнения было максимальное перемещение. Модели для изучения различались точностью: различия в размерах и, соответственно, количестве конечных элементов, а также разном количестве групп пружин на гранях. Обычная конечноэлементная модель была выполнена в ПК Ansys. Результаты сравнения показали, что с наименьшей точностью различия не превысили 10%. Модель с наименьшими размерами элементов, то есть с наибольшей точностью, сошлась по результатам с отклонением в 2,5%. Также результаты показали, что с уменьшением размера элементов, количество пружин на грани оказывает меньшее влияние на разность результатов.

В качестве итога, можно привести ключевые особенности метода соприкасающихся элементов:

- МСЭ – дискретный метод анализа
- Конечные элементы – абсолютно жесткие тела, соединенные группой пружин, представляющих поведение материала и обеспечивающих взаимодействие всех элементов.
- После отделения, элементы продолжают оказывать влияние на базовую конструкцию. При взаимодействии создаются новые связи.
- Количество узлов значительно меньше, так как каждый элемент представлен одной точкой – центром тяжести, и размерами.
- При изменении размеров соседних элементов их соединение происходит за счет изменения количества пружин без переходной зоны.

Метод соприкасающихся элементов позволяет анализировать конструкции на новом качественном уровне. Сейчас этот метод представлен лишь одним программным комплексом, что ограничивает его распространение. Развитие в этом направлении даст инженерам инструмент для работы с прогрессирующим обрушением как для его предотвращения, так и для реализации, в случаи сноса здания. Неисключено и то, что базовые принципы МСЭ лягут в основу новых, более совершенных дискретный методов анализа конструкций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Kimiro Meguro, Hatem Sayed Tagel-Din Applied Element Method Used for Large Displacement Structural Analysis, Journal of Natural Disaster Science, Выпуск 24, Номер 1, 2002, стр. 25-34

2. Wikipedia [Электронный ресурс]: https://en.wikipedia.org/wiki/Applied_element_method (15.10.2017)

3. Vikas Gohela, Paresh V. Patelb и Digesh Joshi, Analysis of Frame using Applied Element Method, Procedia Engineering 51, 2013, стр. 176 – 183

УДК 331.1
И. Н. Звиададзе, Е. О. Сысоев
ФГБОУ ВПО «КнАГУ», Россия
Zviadadze I.N.,Sysoev O.E.
FSEIHPL «KnASU», Russia

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ АНАЛИЗА ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ
SOME PECULIARITIES OF THE ANALYSIS OF FINANCIAL SUSTAINABLE STEEL CONSTRUCTION ENTERPRISES

Аннотация. В статье показана актуальность анализа финансовой устойчивости строительных организаций-подрядчиков. Предложена методика оценки финансовой устойчивости с учетом специфики строительного производства.

Ключевые слова: строительство, финансовая устойчивость, бухгалтерский баланс, оборотные средства.

Annotation. The article shows the relevance of the analysis of financial sustainability of construction contractors. A methodology for assessing financial stability taking into account the specifics of construction production is proposed.

Key words: construction, financial stability, accounting balance, current assets.

В настоящее время в России осуществляется много инвестиционных проектов. Для успешного их завершения, строительная организация должна обладать финансовой устойчивостью. Для строительства это особенно важно, т.к. в отличие от торговли и большинства производств – строительство – это процесс долгий, нередко длящийся несколько лет. Такая длительность строительного цикла не исключает существенного влияния внешних факторов: налогового законодательства, возможных финансовых кризисов, ставок по кредитам и пр. При их изменении в худшую для организации сторону, достраивать объект придется в совершенно неблагоприятных условиях. Другие отрасли при колебаниях внешних факторов могут варьировать ассортимент продукции, менять круг потребителей, перемещая производство, приостанавливать или наращивать выпуск продукции, а в ситуации с строительством объекта такие манипуляции невозможны. Бюджет, сроки и условия работ четко определены.

Сложность выбора подрядной организации состоит в том, что процесс строительства и факторы, на него влияющие, относятся к предстоящему периоду. Вероятность того или иного исхода событий не может быть определена однозначно, но есть характеристики, по которым с большей

долей вероятности можно судить о возможности строительной организации выполнить обязательства перед заказчиком. Такой характеристикой является финансовая устойчивость. Если организация финансово нестабильна, достроить объект в оговоренные контрактом сроки будет невозможно. Поэтому при выборе подрядчика заказчикам необходимо анализировать финансовую устойчивость компании-подрядчика.

Одним из ключевых документов, предъявляемым строительными организациями для участия в тендерах, является бухгалтерский баланс и приложения к нему. Его всесторонне изучение дает представление о состоянии финансовых ресурсов организации, их динамики, степени обеспеченности собственными и заемными средствами.

Существует ряд коэффициентов, основанных на анализе бухгалтерского баланса, которые обычно применяются для определения финансовой устойчивости организации. Однако, для составления методики оценки, необходимо учитывать ряд отличий строительства перед другими сферами производственной деятельности.

Для строительства характерны значительные финансовые и временные затраты при подготовке строительства, исключающие получение прибыли на данном этапе. В большинстве случаев эти затраты строительные организации покрывают за счет краткосрочных кредитов и займов. Если организация финансово стабильна, рассчитаться с банком ей не составит труда, но изначально неустойчивая строительная организация уже на этом этапе может не справиться с обязательствами, что еще более усугубит ее положение и увеличит риск строительного объекта быть недостроенным.

Капиталоемкость строительства в совокупности с продолжительным циклом оборачиваемости капитала заставляет отвлекать много средств из оборота компании и практически «замораживать» их на новом строительном объекте. Если есть возможность получать у заказчика авансы в необходимом размере, то этот фактор нивелируется, но это происходит не всегда.

За счет неравномерных поступлений оборотных средств на счет подрядчика из-за необходимости больших единовременных затрат, сезонности работ, различной трудоемкости и материалоемкости, строительные организации особенно нуждаются в привлечении заемных источников финансирования – кредитных ресурсах и авансах заказчика.

Все эти особенности приводят к выводу, что строительное производство – это одно из наиболее рискованных отраслей, где одно неверно принятое решение, в особенности при подготовке строительства, может привести организацию к большим финансовым проблемам. Сильные строительные организации, которые умеют адаптироваться к неблагоприятным внутренним и внешним условиям, несомненно обладают большей конку-

рентоспособностью на рынке. Стабильность, которую даёт организации финансовая устойчивость, наиболее привлекательна для заказчиков.

Согласно [источник] существуют абсолютные и относительные показатели финансовой устойчивости. По итогам анализа абсолютных показателей, предприятия получают одно из 4х типов устойчивости от абсолютной до кризисной, в зависимости от степени использования собственных и внешних источников формирования оборотных средств. Использование собственных оборотных средств для покрытия запасов и затрат при анализе абсолютных показателей финансовой устойчивости дает в результате хорошую оценку устойчивости, но чем более организация привлекает различные внешние источники, тем оценка по этим показателям будет ниже. Может получиться так, что предприятие, оцененное как имеющее неустойчивый тип финансового состояния, успешно ведет свою строительную деятельность на рынке, грамотно используя заемные источники финансирования.

Зависимость строительной отрасли от привлечения внешних заемных источников негативно сказывается на результатах оценки устойчивости по абсолютным показателям, потому на первый план выходят относительные показатели финансовой устойчивости. Их анализ заключается в сравнении с базисными величинами, такими как средние показатели по строительной отрасли, показатели конкурирующих организаций, либо величины исследуемого предприятия в динамике. В качестве базовых можно использовать также показатели организаций, успешно сдавших аналогичные строительные объекты.

В соответствии с вышесказанным, для анализа заказчиками финансовой устойчивости строительных организаций - подрядчиков предлагается использовать следующие показатели:

1. **Коэффициент прогноза банкротства.** Движение предприятия в сторону невыполнения договорных обязательств перед заказчиками можно проследить с помощью одной из отечественных моделей оценки вероятности наступления банкротства - четырехфакторной модели ИГЭА, разработана в Иркутской государственной экономической академии.

$R = 8{,}38\ X1 + X2 + 0{,}054\ X3 + 0{,}63\ X4$

где: X1 – чистый оборотный (работающий) капитал / активы; X2 – чистая прибыль / собственный капитал; X3 – чистый доход / валюта баланса; X4 – чистая прибыль / суммарные затраты.

Если R меньше 0 – вероятность банкротства максимальная (90%-100%). Если R 0 – 0,18 – вероятность банкротства высокая (60%-80%). Если R 0,18 – 0,32 – вероятность банкротства средняя (35%-50%). Если R 0,32 – 0,42 – вероятность банкротства низкая (15%-20%). Если R Больше 0,42 – вероятность банкротства минимальная (до 10%).

2. **Рентабельность основной деятельности.** Для успешного существования на строительном рынке организация должна быть не только безубыточной, но и рентабельной. Важность и целесообразность данного показателя обусловлена тем, что рентабельность - это способность организации управлять финансами для реализации основной цели коммерческой организации - получение прибыли. Если предприятие способно грамотно управлять финансовыми потоками и получает прибыль, значит его деятельность эффективна. Строительный объект, вверенный такому предприятию, вероятней всего будет закончен в срок.

Рентабельность основной деятельности рассчитывается как отношение полученной за определённый период прибыли к затратам. Затраты в данном случае учитываются от всех видов ресурсов организации, независимо от источников их финансирования, поэтому зависимость от заемных источников не повлияет на интерпретацию результатов финансовой устойчивости.

$$R = \frac{\text{Прибыль}}{\text{затраты}} * 100\%$$

В зависимости от значения коэффициента R предприятия делятся на низкорентабельные (R=1-5%), среднерентабельные (R=5-20%), высокорентабельные (R=20-30%), сверхрентабельные (R больше 30;).

3. **Оборачиваемость оборотных средств.** Финансовое состояние предприятий напрямую зависит от умения эффективно управлять оборотными средствами. Один и тот же размер оборотных средств может влиять на финансовое состояние организации по разному. Чем эффективней организация использует свой оборотный капитал, тем более финансово устойчивой она является.

Ускорение оборачиваемости оборотных средств свидетельствует об увеличении выпуска и реализации строительной продукции, приходящейся на каждый рубль оборотных средств. Чем быстрее оборачиваются средства, тем меньше их сумма, необходимая для выполнения одного и того же объема строительно-монтажных работ. Таким образом, сравнивая данный показатель нескольких аналогичных строительных организаций, можно увидеть различия в эффективности управления активами.

Коэффициент оборачиваемости (Ко) характеризует объем продукции, приходящийся на 1 р. оборотных средств по их среднему наличию:

$$K_o = \frac{A}{OC},$$

где Ко – коэффициент оборачиваемости оборотных средств, раз;

А – стоимость реализованной продукции, р.;

ОС – среднее наличие оборотных средств за рассматриваемый период, р.

Однако, несмотря на универсальность бухгалтерского баланса, строить методику оценки финансовой устойчивости исключительно на данных бухгалтерских отчетах не результативно. Дело в том, что подрядчики для получения желаемого строительного заказа могут предоставлять творчески обработанные данные. Ориентируясь только на них, заказчик рискует сделать неправильный выбор. Но наличие у организации успешно реализованных строительных проектов может стать неким гарантом финансовой устойчивости. А успешно реализованные проекты, подкрепленные положительными отзывами предыдущих заказчиков, говорят о том, что организация выполняет свои обязательства в полном объеме. Оценка данных характеристик довольно субъективная, но в совокупности с вышеперечисленными коэффициентами, основанными на анализе бухгалтерского баланса, показывает потенциальную возможность строительной организации выполнить свои обязательства перед заказчиком.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Экономика строительства : учебник / под общей ред. И.С. Степанова. — 3-е изд., доп. и перераб. — М. : Юрайт-Издат, 2007. - 620 с. URL:http://www.zodchii.ws/books/info-1059.html

2. А.А. Ваганов, Журнал "Современная наука: Актуальные проблемы теории и практики". Обоснование выбора системы индикаторов финансовой устойчивости строительной компании URL: http://www.vipstd.ru/nauteh/index.php/ep12-03/426-a

3. Приказ Минфина РФ от 29 июля 1998 г. N 34н (ред. от 29.03.2017г.) "Об утверждении Положения по ведению бухгалтерского учета и бухгалтерской отчетности в Российской Федерации" URL:http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_20081/

4. Школа финансового анализа. Коэффициенты финансовой устойчивости предприятия URL: http://www.beintrend.ru/2013-02-26-08-35-23

5. Эйтингон В.Н. Прогнозирование банкротства: основные методики и проблемы. URL: https://iteam.ru/publications/strategy/section_16/article_141

6. Строительный портал StroyPuls.ru. Проблема выбора. Этапы реализации проекта. Подрядные торги. URL:http://stroypuls.ru/sgh/2008-sgh/99-fevral-2008/27630/

УДК 338.5:69.059.25

А. П. Игнатьева
ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет
им. М.В. Ломоносова», Архангельск, Россия
Ignateva A.P.
Federal State Autonomous Educational
Institution of Higher Education «Northern (Arctic)
Federal University named after M.V. Lomonosov»

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СМЕТНЫХ НОРМ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ДЕМОНТАЖНЫХ РАБОТ
APPLICATION DETAILS OF ESTIMATE STANDARDS IN DISMANTLING WORKS

Аннотация. Статья посвящена неправомерности применения сметных норм на строительные работы при определении сметной стоимости на разборку конструкций на примере демонтажа деревянного моста.

Ключевые слова: сметные нормы, сметная стоимость, ГЭСН, демонтаж, деревянный мост.

Abstract. The article is devoted to the illegitimacy of the application of estimated standards in determining the estimated cost for disassembling the structures using the example of dismantling a wooden bridge.

Key words: estimated standards, estimated cost, state standards, dismantling, wooden bridge.

В приказе Минстроя России от 29.12.2016 № 1028/пр «Об утверждении Методики применения сметных норм» [1с.13] п.10 сказано, что для определения сметных затрат на разборку строительных конструкций необходимо пользоваться сметными нормами, включенными в сборники Государственных Элементных Сметных норм (ГЭСН) на ремонтные работы (ГЭСНр). При определении сметной стоимости в случае отсутствия норм на демонтаж в сборниках ГЭСНр следует применять сметные нормы на строительные работы с использованием коэффициентов к затратам труда рабочих и к затратам на эксплуатацию машин и механизмов, в том числе к затратам труда машинистов. Значение этих коэффициентов зависит от вида разбираемых строительных конструкций. В частности, для сборных деревянных конструкций этот коэффициент равен 0,8. Стоимость материальных ресурсов в расценке приравнивается к нулю. Кроме того в локальной смете на демонтаж конструкции необходимо учесть затраты по погрузке,

вывозке и разгрузке строительного мусора и материалов, непригодных для дальнейшего применения.

На автомобильных дорогах Архангельской области 430 деревянных мостов (9122 пог.м). Из них 19 мостов (712 пог.м) – в аварийном состоянии и 125 мостов (2116 пог.м) – в неудовлетворительном состоянии. То есть, 33,5% от общего количества деревянных мостов или 31% от общей протяженности деревянных мостов нуждается в замене в скорейшее время.

В сметно-нормативной базе сборников ГЭСН на ремонтные работы отсутствуют нормы на разборку деревянных мостов. Согласно [1] обратимся к сборникам на строительные работы. Подходящим сборником является ГЭСН №30 «Мосты и трубы» [2 с.48, с.50]. Состав работ расценки ГЭСН 30-06-03»Устройство деревянных опор до 4-х м 2-х рядных:

1.Изготовление и установка на готовое основание элементов с постановкой металлических креплений; 02.Изготовление и разборка подмостей; 03.Антисептирование.

Состав работ расценки ГЭСН 30-06-002-03 «Устройство деревянных пролетных строений мостов из бревен»:

01.Изготовление и установка элементов балочных пролетных строений с постановкой металлических креплений; 02.Устройство деревянного настила проезжей части мостов; 03.Изготовление и разборка подмостей для монтажа и антисептирования элементов; 4.Антисептирование.

Фактический состав работ, используемые технологии, машины на разборке деревянного моста, не соответствуют показателям, указанным в сборнике ГЭСН на строительные работы. Применение этих сборников не устраивает заказчика этих работ - ГКУ Архангельской области «Дорожное агентство «Архангельскавтодор». Поэтому был заключен государственный контракт на предмет выполнения научно-исследовательской работы «Проектирование нормы времени на разборку (демонтаж) пролетного строения и опор деревянного моста».

Производственные нормы были запроектированы на основе метода элементного нормирования. Сущность метода заключается в том, что рабочий процесс изучается не в целом, а по отдельным составляющим его элементам-рабочим операциям, величину затрат времени на которые фиксировали в процессе нормативных наблюдений [3].

Нормативные исследования проводились при демонтаже моста через реку Лименда в Котласском районе Архангельской области. Объектом, подлежащим сносу, является деревянный мост длиной 38,5 м. Продольная схема 2,5+4,4+7,0х2+5.0+3,7, габарит Г-7,3.

Перед проведением нормативных наблюдений строительный процесс расчленили на элементы в технологической последовательности их

выполнения по перечню, приведенному в нормали процесса (Табл.1). Фотоучет смешанный был выбран в качестве способа учета времени.

Таблица 1

Нормаль строительного процесса по демонтажу деревянного моста

Состав элементов нормируемого процесса	
Экскаватор гусеничный Komatsu PC 220	КАМАЗ 53228 с гидроманипулятором
1. Подготовка машины к работе 2. Заправка машины горючим 3. Разборка пролетного строения 4. Обрушение пролетного строения 5. Обрушение опоры 6. Выдергивание свай 7. Обрушение конструкций через строповку 8. Переход на рабочее место в начале смены и в конце смены на территорию охраны 9. Отдых машинистов 10. Кучкование мусора 11. Погрузка мусора на транспортное средство 12. Перемещение по объекту 13. Заключительные операции	1. Подготовка машины к работе 2. Переезд на рабочее место в начале смены и в конце смены 3. Демонтаж и укладка на себя элементов перильных ограждений и колесоотбоя 4. Демонтаж продольного настила и укладка на себя досок 5. Погрузка на себя крупных элементов пролетных строений и свай, выдернутых экскаватором 6. Разбор прогонов и заборной стенки 7. Отдых машиниста 8. Технологический перерыв 9. Заключительные операции
Машины, входящие в состав отряда	
Камаз-65115	Бульдозер Т-130
1. Подготовительно-заключительные работы 2. Отдых водителя 3. Поездка к экскаватору 4. Маневр 5. Установка под погрузку 6. Поездка на склад временного хранения мусора 7. Маневр, разгрузка	1. Подготовительно-заключительные работы 2. Отдых машиниста 3. Заправка дизельным топливом 4. Переход внутри строительной площадки 5. Технологические перерывы 6. Устройство площадок для работы экскаватора 7. Кучкование мусора 8. Подготовка площадки для временного складирования мусора
Рабочие, выполняющие операции вручную	
1. Выставляют дорожные знаки 2. Спиливают старые знаки 3. Перепиливают горизонтальные и диагональные схватки перед работой экскаватора 4. Перепиливают длинные прогоны и сваи для удобства их погрузки и транспортирования 5. Стропуют сваи для выдергивания и перемещения экскаватором 9. Отдых	

По результатам нормативных наблюдений для каждого нормируемого элемента затрат рабочего (машинного) времени осуществлена аналитическая обработка данных с определением коэффициента разбросанности ряда, расчетом среднего значения показателей норм.

Из табл. 2 видно, что для выполнения работ по разборке моста фактически нужны совершенно другие машины, менее квалифицированные рабочие, чем при новом строительстве, а, главное, трудозатраты механизаторов при демонтаже пролетных строений в 5 раз, а рабочих в 58 раз меньше, чем в нормах, которыми сейчас пользуются.

Запроектированные нормы времени на измеритель рабочего процесса оформлены в виде параграфа норм [3 с.65]. В таблицах 2,3 выполнено сравнение запроектированных норм ресурсов на демонтаж пролетного строения и опор деревянного моста со сметными нормами из ГЭСН №30 «Мосты и трубы».

Таблица 2

Сравнение полученных результатов потребности в ресурсах при демонтаже пролетных строений с действующими нормами

ГЭСН30-06-002-03 Устройство деревянных пролетных строений мостов из бревен, 1 м^3 лесоматериала в деле				Демонтаж пролетного строения деревянного моста из бревен, 1 м^3		
Ресурсы	Ед.измерения	Кол-во	Количество с коэффициентом 0,8	Ресурсы	Ед. измерения	Кол-во
Затраты труда рабочих, ср.разряд работ - 3,7	Чел.-час	16,54	13,32	Затраты труда рабочих, ср.разряд работ - 2,9	Чел.-час	0,23
Затраты труда машинистов	Чел.-час	1,75	1,39	Затраты труда машинистов	Чел.-час	0,27
Кран на автомобильном ходу,10 т	Маш.-час	1,74	1,39	КамАЗ с гидроманипулятором	Маш.-час	0,07
Автомобиль бортовой 5т	Маш.-час	0,01	0,01	Экскаватор Komatsu PC 220	Маш.-час	0,06
				Бульдозер Т-130	Маш.-час	0,09
				Автомобиль-самосвал,10т	Маш.-час	0,05

В табл. 3 приведены нормы потребности в ресурсах из ГЭСН №30 «Мосты и трубы» для опор деревянного моста, умноженные на коэффициент 0,8 [1с.13], и фактические значения. Затраты труда машинистов при демонтаже опор моста в 4,6 раза меньше нормативных, а затраты труда рабочих, выполняющих операции вручную – более, чем 90 раз меньше, чем в нормах, кото-

рыми сейчас пользуются. Это приводит не только к увеличению прямых затрат в стоимости работ, но и косвенных затрат – накладных расходов и сметной прибыли, так как базой исчисления этих затрат является фонд оплаты труда рабочих-строителей и механизаторов.

Таблица 3

Сравнение полученных результатов потребности в ресурсах при демонтаже опор моста с действующими нормами

ГЭСН30-06-001-03 Устройство двухрядных опор из бревен, 1м^3 лесоматериала в деле				Демонтаж опор деревянного моста, 1м^3 опоры		
Ресурсы	Ед.измер	Количество	Колич. с коэффициентом 0,8	Ресурсы	Ед.измерения	Количество
Затраты труда	Чел.-	34,01	27,21	Затраты труда	Чел.-час	0,30
Затраты труда машинистов	Чел.-час	2,52	1,96	Затраты труда машинистов	Чел.-час	0,43
Кран на автомобильном ходу, 10т	Маш.-час	2,45	1,96	КамАЗ с гидроманипулятором	Маш.-час	0,11
				Экскаватор Komatsu PC 220	Маш.-час	0,12
				Бульдозер Т-130	Маш.-час	0,08
Автомобиль бортовой 5т	Маш.-час	0.07	0,06	Автомобиль-самосвал,10т	Маш.-час	0,11

Вывод: Вышесказанное говорит о том, что необходимо проектировать и утверждать сметные нормы на разборку строительных конструкций, и неправомерности п.10.2 приказа Минстроя №1028 [1 с.13] использовать при определении стоимости демонтажа конструкций нормы для строительных работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Приказ Минстроя России от 29.12.2016 № 1028/пр «Об утверждении Методики применения сметных норм» [Электронный ресурс]: www/consultant.ru: 30.01.17

2. Государственные элементные сметные нормы на строительные работы ГЭСН 81-02-30-2001 Мосты и трубы/ Госстрой России/М.2000г. с измен., введенными в действие с 28.04.2017г.[Электронный ресурс]: www/consultant.ru: 30.03.17г.

3. Приказ Минстроя и ЖКХ от 08.02.17 №76/пр «Методические рекомендации по разработке государственных элементных сметных норм на строительные, специально-строительные и ремонтно-строительные работы».[Электронный ресурс]: www/consultant.ru: 30.03.17г.

УДК 721.021

А. И. Исаков, К. С. Папушина
ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Isakov A.I., Papushina K.S.
FSAEI HE Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

КООРДИНАЦИЯ В ПРОЦЕССЕ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
COORDINATION IN BIM PROCESS

Аннотация. В статье рассматривается понятие информационного моделирования зданий и сооружений, обозначается место координации в нём. Определяются основные составляющие координации: среда общих данных, обмен информацией и комментариями участников проекта, сводная модель проекта. Приводится пример организации среды рабочих данных в компании. Описываются программы, предназначенные для получения сводной модели, поиска проблем внутри неё и обмена комментариями. Рассматриваются сложности в процессе получения сводной модели проекта.

Ключевые слова: BIM, информационное моделирование, координация, строительство, проектирование.

Abstract. In the article the meaning of BIM is considered, coordination is placed in BIM process. The main aspects of the coordination are identified. Those are common data environment (CDE), information and comments exchange, combined model of the project. The article also describes programs that are used for creating combined models, searching problems in it and giving comments. The difficulties during the process of making a combined model are reviewed.

Key words: BIM, information modeling, coordination, construction, engineering.

Информационное моделирование зданий, также известное как BIM (Building information modeling) является способом организации работы внутри строительной компании, основанным на получении информации о каждом проектируемом элементе (как визуальной, так и цифровой, текстовой) [1]. Такая информация используется не только в ходе проектирования, но и на стадии возведения сооружения, его эксплуатации и реконструкции или демонтажа. Визуальная информация представляет собой трёхмерную модель здания или сооружения, состоящую из отдельных элементов. При этом элементы не являются простыми геометрическими объектами с нужной текстурой, в них заключена цифровая и текстовая информация [2]. Эта информация может являться сведениями о материале, физических свойствах объекта,

производителе оборудования, стандарте изготовления и пр. Такие данные позволяют использовать информационную модель как для получения плоских чертежей, так и для осуществления расчетов конструкций, определения теплопотерь здания и даже сметной оценки стоимости строительства. Указание моделей и изготовителя обычно применяется в стадии эксплуатации, в случае проведения ремонта или замены единицы оборудования.

В то же время понятие BIM простирается за пределы создания такой модели и наполнения её информацией. Для полноценного внедрения информационного моделирования в компанию необходимо поменять принципы организации работы и взаимодействия проектировщиков и других вовлечённых в работу лиц [3]. На данном этапе и происходит осуществление координации в BIM.

Координация в процессе информационного моделирования включает в себя следующие задачи:

1) Обмен актуальной и достоверной информацией между участниками проекта;
2) Совмещение файлов с различными разделами проекта в единую сводную модель;
3) Осуществление поиска проблем в сводной модели, выявление пересечений и т.д.;
4) Обмен комментариями, пометками, замечаниями между участниками проекта.

Для выполнения задачи обмена информацией возможно использование среды общих данных (Common data environment, CDE). Она выполняется в виде одной из директорий проекта на сервере компании. Среда общих данных является единым источником достоверных актуальных согласованных моделей и информации для всех участников проекта. Примерные требования к такой директории:

- В директории содержится только проверенная информация. Переход проверенной информации из директории проектной информации в директорию среды общих данных выполняет ответственный специалист.
- Только информация из директории среды общих данных может быть использована как источник информации для участников проекта.
- Выполняется регулярное обновление информации (например, 2 раза в неделю). Обновление должно сопровождаться оповещением по электронной почте всем участникам проектной команды. В оповещении должны быть обозначены выполненные изменения.
- Разработка моделей и информации должна сопровождаться ведением дневника разработчика в свободной форме.
- Внеочередное обновление информации может быть выполнено с целью выдачи задания дисциплине или проведения пространственной координации модели.
- Директория среды общих данных должна содержать следующие директории хранения: «BIM», «2D», «Данные», «Координация».

• Каждая директория должна содержать поддиректорию «Архив» для архивирования неактуальной информации.

В директории «BIM» и «2D» выкладываются соответственно информационные модели и двухмерные чертежи в исходных форматах, для использования всем членами проектной команды. В папку «Данные» выкладываются актуальные проверенные данные, не являющиеся чертежами (расчеты, записки, перечни, формы заданий). В директории «Координация» находятся актуальные проверенные BIM-модели в формате IFC, предназначенные для междисциплинарной координации. Из этих моделей затем собирается сводная модель, хранящаяся также в этой директории.

Сводной моделью в информационном моделировании называется модель, соединяющая в себе части и разделы проекта. Такие модели собираются в специальных программах, упрощающих работу с большим объёмом геометрии, но при этом сохраняющих информацию об объектах. Отдельные файлы проекта необходимо объединить для того, чтобы проверить общую правильность выполненной работы, отсутствие грубых ошибок, а также для поиска пересечений и коллизий [4].

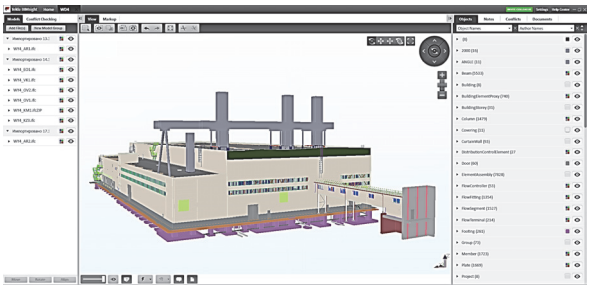


Рис. 1. Сводная модель в программе Tekla BIMSight

Одними из наиболее распространенных программных решений для составления сводной модели проекта являются Autodesk Navisworks и Tekla BIMSight. Интерфейс обеих программ имеет схожие элементы, присутствует дерево выбора, где объекты из каждого файла разделены по категориям/уровням и пр. При построении сводной модели проекта склада лесоматериалов, приведённого в качестве примера в этой статье, использовалась Tekla BIMSight [рис. 1].

После получения сводной модели проекта ее можно использовать для поиска пересечений объектов из разных разделов внутри модели. Это также является одной из частей координации в информационном моделировании. Например, в рассматриваемой сводной модели видны пересечения труб с конструкциями лестницы и металлоконструкциями [рис. 2], [рис. 3]. При наличии таких пересечений необходимо информировать об этом участников проекта, выполняющих те или иные разделы, после чего они обязаны внести изменения (например, передвинуть трубу, сделать проем и т.д.).

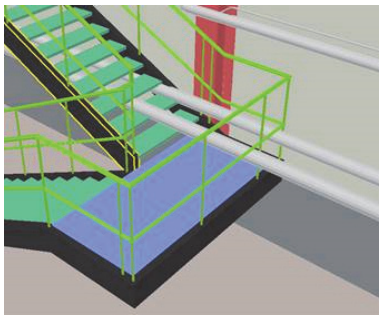


Рис. 2. Пересечение труб с лестничным маршем

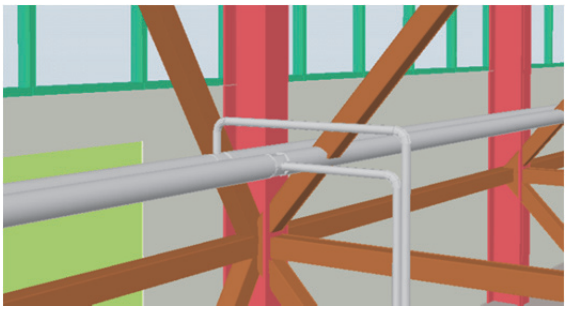


Рис. 3. Пересечение труб с несущими металлоконструкциями

Осуществление обмена комментариями и замечаниями происходит также в самой сводной модели. Autodesk Navisworks и Tekla BIMSight позволяют оставлять отметки в определённых точках, делать снимки части экрана, в которой обнаружены проблемы. Возможно также автоматизированное создание отчёта о пересечениях, который направляется проектировщикам и отслеживает статус пересечений, отмечая их как «исправленные» при загрузке обновлённого файла в сводную модель.

В процессе получения сводной модели зачастую возникает проблема неправильной пространственной координации файлов. Они вставляются в сводную модель с разными координатами, что приводит к смещению разделов проекта относительно друг друга [рис. 4].

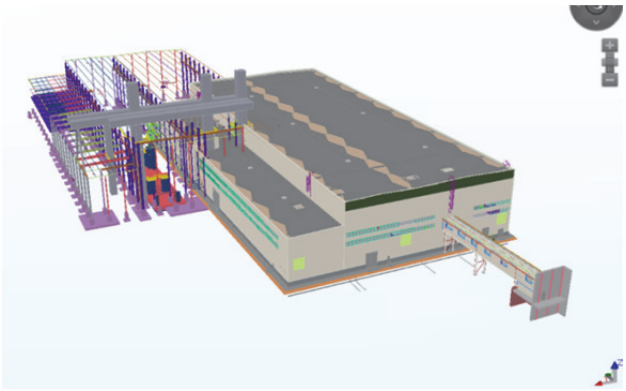


Рис. 4. Положение файлов сразу после их загрузки в сводную модель

В сводной модели проекта склада лесоматериалов для исправления ситуации пришлось двигать файлы вручную. В каждом из них предвари-

тельно был создан куб со стороной 1 м на пересечении осей А и 1. При совмещении этих кубов стало возможным получить корректную модель. Для оптимизации проектной работы, безусловно, необходимо добиться автоматической подстановки файлов в нужные координаты.

Выводы:

1) Координация в BIM определяет организацию проектной работы, задавая среду общих данных и правила использования сводной модели проекта.

2) Для обмена замечаниями и комментариями подходят те же программы, что и для создания сводной модели (Autodesk Navisworks, Tekla BIMSight).

3) Имеется проблема в подстановке файлов в нужное место в сводной модели, которые нерационально решать вручную.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Талапов В.В. Технология BIM. Суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий – М.: ДМК-Пресс, 2015, 410 с.

2. Пахарева И.В., Синицына О.В. Технология BIM: теория и практика внедрения//Advanced Science. 2017. № 3. С. 377-384.

3. Шарманов В.В., Мамаев А.Е., Болейко А.С., Золотова Ю.С. Трудности поэтапного внедрения BIM// Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 10 (37). С. 108-120.

4. Лушников А.С. Проблемы и преимущества внедрения BIM-технологий в строительных компаниях// Вестник гражданских инженеров. 2015. № 6 (53). С. 252-256.

УДК 6904

Ю. Д. Казакова
ФГАОУ ВО «СПбПУ»», Россия
Kazakova Y.D.
FSEI HL «KPtGSPbPU», Russia

НАКОПЛЕНИЕ ПОВРЕЖДЕННОСТИ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКОМ ЗАГРУЖЕНИИ МАТЕРИАЛОВ
ACCUMULATION OF DAMAGE IN CYCLIC DURING MATERIALS

Аннотация: Данная статья рассматривает основы накопления повреженности материалов и конструкций на многих уровнях, таких как атомный, дислокационный и структурный. Представлены этапы развития проч-

ностных расчетов, посредством которых развивались расчеты накопления усталости в материалах. Описаны процессы накопления, роста и проявления повреждений, рассмотрены разновидности циклических воздействий, основные параметры циклов и график усталости материалов. Для кривой усталости представлены ограничения и приведены этапы расчета усталости материалов.

Ключевые слова: поврежденность, усталость, кривая усталости, циклы, амплитуда цикла нагружения.

Abstract. This article examines the basics of the accumulation of damage to materials and structures at many levels, such as atomic, dislocation and structural. The stages of development of strength calculations are presented, by means of which the calculation of the accumulation of fatigue in materials developed. The processes of accumulation, growth and manifestation of damage are described, varieties of cyclic influences, basic parameters of cycles and the fatigue schedule of materials are considered. For the fatigue curve, constraints are presented and the steps for calculating the fatigue of the materials are given.

Key words: damage, fatigue, fatigue curve, cycles, amplitude of the loading cycle.

Оценка отработанного и оставшегося ресурса прочности конструкции, ее элементов и узлов является весьма актуальной для определения срока службы объектов, которые испытывают воздействия переменных нагрузок на протяжении десятков лет эксплуатации. Качественное и надежное проектирование, правильная и долговечная эксплуатация с учетом повреждений на разных уровнях невозможно без создания адекватной математической модели работы объекта с учетом персональных условий эксплуатации и изменения нагрузок.

Долговечность конструкций является одним из важнейших параметров сооружения и характеризует его способность сохранять свое рабочее состояние на протяжении заданного времени в определенных условиях загружения. Из определения параметра долговечности следует, что работоспособное состояние напрямую зависит от условий работы конструкции, а именно среды, типов нагружения и максимальных напряжений. Скорость развития процессов деградации определяет степень долговечности материала. Процессы деградации материала включают в себя коррозионное и усталостное разрушение. Оба процесса являются необратимыми и кумулятивными. Усталость материала приводит к постепенному изменению свойств конструкции под действием циклических или переменных нагрузок. Суть этого процесса заключается в постепенном накоплении микроповреждений при воздействии циклических напряжений.

В XIX – первой половине XX веков долговечность материалов и конструкций определяли по средствам накопленного со временем опыта

удачно запроектированных зданий и их элементов. новые проекты создавались по образцу старых, которые прошли проверку временем и зарекомендовали свою конструктивную схему и наиболее подходящий ей материал. Но развитие строительной отрасли было невозможно без применения новых конструкций и материалов, в связи с чем начали формироваться азы расчетов на усталость конструкции. Данная отрасль начала развиваться благодаря изучению описания сопротивления материалов, накопления количества различных параметров повреждения, более детальному наблюдению за повреждениями существующих прототипов, что повлекло за собой формирование основ усталостных расчетов. В 50-60х годах XX века в расчете конструкций учет усталости материалов производился косвенно путём введения в него косвенных напряжений. Ко второй половине XX века было принято решение ввести в нормативные документы обязательный пункт по непосредственному учету усталостных свойств деталей, элементов и узловых соединений в судо-, авиа-, автомобиле- и мостостроении, наиболее подверженных циклическим и переменным нагрузкам. Введение данного расчета в нормативную базу строительства очень сильно повысило долговечность проектируемых сооружений, но не давало абсолютной гарантии отсутствия повреждений после длительного срока эксплуатации. Обязательным пунктом эксплуатации элементов, работающих в условиях циклического нагружения стал мониторинг состояния конструкции и наблюдения за появлением дефектов. Таким образом было введено понятие “Эксплуатации без повреждения”, которое предусматривало расчетный период функционирования без появления каких-либо повреждений.

Следующим этапом развития учета накопления поврежденности стал этап “Безопасной эксплуатации”, так как не всегда методы расчета на усталость отражали действительную картину происходящего. Это было связано с неточностями сборки, несоответствием качества материалов, непредсказуемых условий эксплуатации и невозможностью расчета учесть большое количество факторов. “Безопасная эксплуатация” включает в себя своевременный контроль состояния конструкций, обнаружение и предотвращение развития дефектов путем проведения ремонта. В процессе наблюдения за конструкциями была выявлена зависимость: образование и рост усталостных трещин происходит значительно медленнее в статически неопределимых схемах, нежели в статически определимых.

Возможность расчета развития трещин и развитие в исследованиях механики разрушения позволили в 1980-1990 годах сформировать этап “Проектирование конструкций с допущением безопасных повреждений”. Этот этап позволял определить условия внезапного разрушения, но развитию этого метода мешала сложность установления предельных состояний, происходящих по индивидуальному сценарию с учетом влияния и других механизмов разрушения. В связи с чем появился термин “сценарий разру-

шения”, который должен наиболее полно описывать процессы накопления повреждений с учетом посторонних факторов. На данный момент слишком большое количество вариаций, оказывающих значимое влияние, не позволяют создать типовой сценарий.

Расчет на осредненные нагрузки при расчетных критериях долговечности с усреднено заданной геометрией называется “Расчетом на заданный ресурс” и предполагает, что рассчитанная данным способом долговечность отражает количество циклов загружения конструкции до образования усталостных трещин в наиболее ослабленных элементах. К сожалению, расчетная и фактические долговечности могут значительно различаться в связи с особенностями процессов изготовления и сборки конструкций, а также возможными изменениями условий эксплуатации. Более точный расчет в донном случае возможно воспроизвести только после возведения конструкции по данным фактических замеров геометрических параметров элемента, фактически действующих нагрузок и факторов окружающей среды.

Для более точного прогноза появления повреждений необходимо осуществлять мониторинг деформации конструкции во времени и фиксирование ее израсходованного и остаточного ресурса.

В 60-х годах XX века было выявлено, что усталостное разрушение в области самолетостроения, судостроения, мостостроения и т.д. является одним из наиболее опасных факторов утраты эксплуатационной прочности. Число циклов переменных нагрузок, которые конструкция воспринимает во времени может оцениваться величиной порядка 10^8. В течение этих циклов начинает накапливаться усталость конструкций, включающая в себя два основных этапа.

Первый инкубационный этап характеризуется накоплением микроповреждений материала с начала приложения циклических напряжений до образования макроскопических трещин. Вторая стадия заключается в увеличении, росте трещин до момента их обнаружения и дальнейшего ремонта. В случае, если увеличивающуюся трещину не ремонтировать, наступает критической состояние и конструкция начинает разрушаться.

Оба этапа представляют один механизм разрушения материала, но значения этих этапов может быть различно в отдельных отраслях. К образованию и развитию трещин могут подключатся различные механизмы разрушения, такие как потеря устойчивости, пластические деформации или квазихрупкое разрушение.

Примером усталостного разрушения совместно с пластическими деформациями является разрушение пятиопорной плавучей платформы Alexander L. Kielland (см. рис. 1.), располагавшейся в Северном море. Под воздействием волновой нагрузки (во время шторма высота волны составляла 7 метров) появилась трещина в одной из горизонтальных связей между опорами платформы. Трещина образовалась в точке крепления двух

элементов, вследствие чего образовался крен, и под действием волн и собственного веса платформа перевернулась



Рис. 1. Крушение платформы Alexander L. Kielland

В это же время рост аналогичных трещин в статически неопределимых конструкциях может и не приводить к столь серьезным повреждениям, а наоборот замедляться за счет перераспределения напряжений на другие элементы конструкции.

Усталостный процесс разделяется на две стадии в связи с тем, что первую стадию важно предусматривать и закладывать в расчёт на моменте проектирования, а вторая стадия роста трещин важна уже непосредственно на этапе оценки развития трещин в процессе эксплуатации. Более того историческое разделение методов расчета соответствует этим стадиям. Во время проектирования необходимо максимально предотвратить процесс образования трещин, а расчеты, помогающие отследить динамику развития трещин помогают предупредить разрушения и разработать график ремонтных мероприятий.

Основное место среди исследования механизмов накопления усталости занимает усталость металлов. Высокие концентрации напряжений в металлах, как правило, возникают из-за дефектов структуры материала, неправильных способов их производства и неверных условий эксплуатации.

Выдающийся ученый конца XIX века Август Вёлер установил некоторые закономерности посредством испытаний на специальном аппарате различных металлов и сталей на примере вагонных осей. Первая закономерность заключается в зависимости циклов нагружения для однотипных элементов от амплитуд появляющихся напряжений, выполненных из одного материала. С уменьшением амплитуды число циклов возрастает.

Вторая важная закономерность устанавливает, что существует определенный предел усталости материала или его критический уровень напряжений, ниже которого не происходит разрушений. Этот предел усталости возможно обнаружить для различных материалов при количестве нагружений от 2 до 5 млн.

Выводы, сделанные Вёлером, были сделаны путем испытаний на изгиб при вращении конструкций, но со временем более точным видом испытаний на усталостное повреждение стали испытания образцов осевому растяжению-сжатию. Это было вызвано тем, что на тот момент основные проблемы возникали именно в тех элементах машин и конструкций, которые подвергались осевым нагрузкам.

Главным параметром циклического напряжения является амплитуда напряжений цикла, которая определяется по максимальному напряжению, достигнутому на протяжении цикла. В случаях, когда максимальное и минимальное напряжения различаются необходимо рассчитывать среднее напряжение цикла по формуле:

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{\max} + \sigma_{\min}}{2}$$

Если среднее напряжение цикла равняется нулю, тио такой цикл является симметричным и максимальное напряжение равно минимальному по модулю.

Не менее важной характеристикой цикла является коэффициент его ассиметричного нагружения, представляющий собой отношение минимального к максимальным напряжениям.

$$R = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}}$$

По значению этого коэффициента можно определить тип нагружения: R=-1 при симметричном цикле, R=0 – при пульсирующем растяжении, и R=∞ во время цикла пульсирующего сжатия.

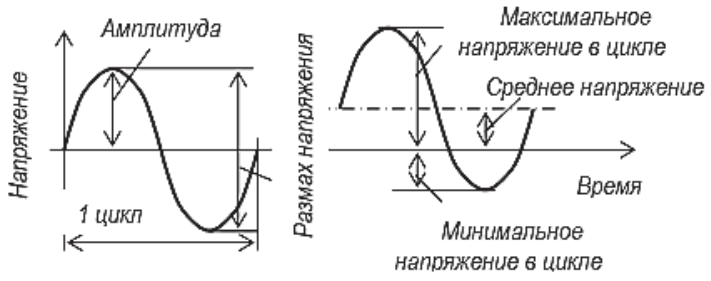


Рис. 2. Параметры циклов нагружения

Для того, чтобы отсечь погрешности, полученных при испытаниях результатов измерений при различных амплитудах, проводится статическая обработка данных и определяется положение кривой усталости в логарифмической форме. Кривая усталости наглядно отражает зависимость количества циклов нагружения от размаха напряжений в цикле (см. рис. 3).

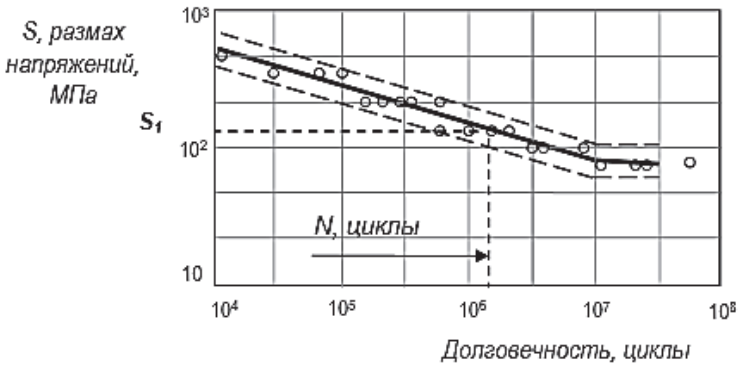


Рис. 3. Кривая усталости

Последний цикл испытаний предшествует фазе, когда образовавшаяся в материале трещина приводит к значительному снижению несущей способности. Таким образом можно сказать, что кривая усталости характеризует процесс разрушения материала.

Основные этапы накопления усталостных повреждений наиболее полно отражены на диаграмме, предложенной В.С. Ивановой и С. Коцаньдой. (см. рис. 4)

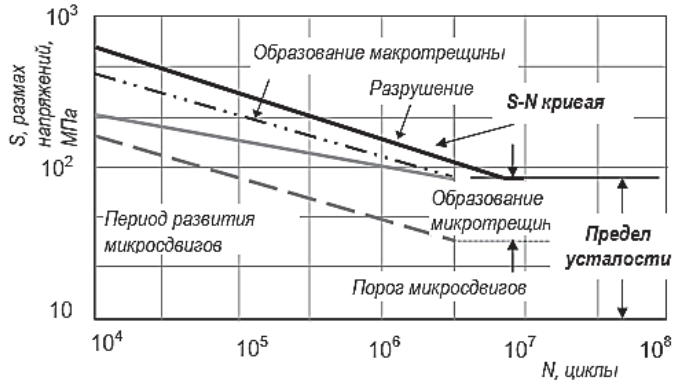


Рис. 4. Кривая В.С. Ивановой и С. Коцаньды

Изначально, при циклическом нагружении в материале появляются микросдвиги отдельных зерен материала, которые в дальнейшем сливаются с такими же сдвигами соседних зерен, формируя микротрещины. В дальнейшем под действием тех же нагружений микротрещины увеличиваются и становятся видимыми макротрещинами. Завершается процесс развития трещин разрушением испытуемого материала.

В графике описывающим процесс усталости В.С. Ивановой и С. Коцаньды по вертикальной оси откладывается не величина амплитуды напряжений, а размах напряжений, который наиболее полно характеризует развитие напряжений.

Данная кривая имеет определенные условия, первое из которых заключается в том, что максимальное напряжение не должно превосходить

предела текучести материала. В связи с тем, что такие напряжения не допускаются во время эксплуатации.

Второй особенность данного графика является то, что он отражает вероятность разрушения (выживания), полученную путем математического анализа рассеивания результатов, полученных во время испытаний. Горизонтальная линия на графике отражает предел усталости материала, отображающий такой размах напряжений, при котором в независимости от числа циклов разрушения не происходят, а допускается лишь образование микроскопических трещин в отдельных зернах. Но предел усталости наблюдается не у всех материалов, например, у конструкционных материалах или конструкционных сталей в коррозионной среде он не обнаруживается.

Условия не превышения максимальных напряжений, не превышающих предел текучести материала, тоже не могут выполняться беспрекословно абсолютно во всех случаях напряжений. При больших концентрациях напряжений может происходить пластическое деформирование небольших участков, не отражающееся на жесткости элемента. Если же пластические деформаций приводят к быстрому разрушению образца (порядка 10^4 циклов), то такое разрушение называют малоцикловым. (см. рис. 5)

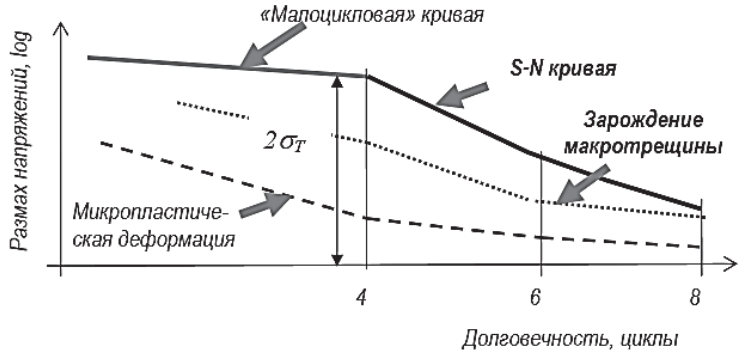


Рис. 5. Полная и «расчетная» S-N кривые

Термин малоцикловой усталости был введен во многих отраслях в связи с тем, что среди циклов обычных нагружении редко могут присутствовать и циклы с экстремальными значениями нагрузок, вызывающие пластические деформации. Поэтому на графике усталости необходимо отображать в зоне количества циклов до 10^4 зону малоцикловой усталости.

Как было описано выше, разброс результатов испытаний является достаточно большим и усталостная кривая отражает не прямую, а логарифмическую зависимость после результатов статической разработки. В связи с этим вероятность попадания фактических результатов в точке кривой составляет около 0,025. Для оптимизаций расчетов часто применяют аппроксимацию Баскена, которая представлена следующим выражением:

$$N = \frac{C}{S_m}$$

где S - размах напряжения в цикле; C - константа, зависящая от материала; m - параметр характеризующие угол наклона кривой.

Параметр m зависит от формы и типа конструкций, наличие сварных швов, гладкости поверхности и количества надрезов. Величина m лежит в диапазоне от 3 до 8, а это означает, что даже небольшой перепад величины напряжения приводит к значительным изменениям долговечности образца. Существуют и другие различные аппроксимации, но все они отражают такую же сильную зависимость количества циклов нагружения от величины прилагаемой нагрузки.

Из-за возможности появления погрешностей при задании нагрузок, которые приведут к большим погрешностям в расчете долговечности, необходимо задаваться изначально требуемой долговечностью и для нее подбирать удовлетворяющие расчету напряжения. В такой зависимости методом "от противного" допустимое напряжение будет найдено с большей точностью.

На долговечность конструкций оказывает большое влияние среда, в которой проходят циклические нагружения, качество обработки поверхности и тип прикладываемой нагрузки. Таким образом основной проблемой усталостного расчета является слишком большое количество возможных вариантов комбинаций параметров, которые сильно влияют на показатель долговечности. Для каждой из таких вариаций необходим свой график усталостной кривой. В данный момент существуют такие кривые лишь для основных типовых материалов, конструкций, условий и загружений, что является одной из главных проблем этой области.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Волков И.А., Коротких Ю.Г. Уравнения состояния вязкоупругопластических сред с повреждениями. – Москва. Физматлит, 2008.

2. Павлов П.А. Основы инженерных расчетов элементов машин на усталость и длительную прочность. – Санкт-Петербург. Ленинградское отделение. Машиностроение, 1988.

3. В.С. Бондарь, В.В. Даншин, П.В. Семенов. Численное моделирование нелинейных процессов накопления повреждений при циклическом нагружении. Вычислительная механика сплошных сред. – 2013. – Т. 6, № 3. – С. 286-291.

4. Н. Г. Шульженко, П. П. Гонтаровский, Н. Г. Гармаш, И. И. Мележик. Оценка развития трещин при многорежимном циклическом нагружении на основе анализа рассеянных повреждений материала. Динамика и прочность машин. – 2015. – Т. 18, № 4/2. – С. 53-58.

5. В.С. Бондарь, В.В. Даншин, Д.А. Макаров. Математическое моделирование процессов деформирования и накопления повреждений при цикличе-

ских нагружениях. Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. – 2014. – Т. 8, № 2. – С. 125-144.

6. Потемкин А. Н., Викулов А. С., Никитин Д. Е. Усталостное разрушение материалов с позиции различных теорий. Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2015. – Т. 13. – С. 3311–3315.

7. Кузнецова Н.Б., Чернявский А.О. Кинетика накопления деформаций и повреждений при циклическом контакте качения. – 2009. – Т. 1. – С. 539–541.

8. С.А. Урядов. Повышение сопротивления усталости деталей технологическими методами. Технология машиностроения и материалы. – 2014. – Т. 3. – С. 176–179.

9. С.А. Беженов, В.Ю. Коцюба, С.Н. Пахолка, А.И. Беженов. Методологические аспекты оценки характеристик сопротивления усталости малолегированных конструкционных сталей. – 2006. – №2. – С. 49–53.

УДК 692.412

К. К. Кахоров, Ф. Х. Валиев, Т. А. Стасевич
ФГБОУ ВО «КнАГУ», Россия
Qahorov K.Q., Valiev F.Kh., Stasevich T.A.
FSEI HL «KnASU», Russia

ВЛИЯНИЕ НАПРЯЖЕННО - ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ НА МАЛОЕ КОЛЕБАНИЕ ОБОЛОЧКИ
THE INFLUENCE OF THE STRESS - STRAIN STATE OF SMALL OSCILLATIONS OF A SHELL

Аннотация. Цилиндрическая оболочка замкнутой или разомкнутой формы используется не только в строительстве, но и в ряд других сферах, таких как, самолёта и вертолётостроения, космонавтики и др. В статье будет рассматриваться колебание цилиндрической оболочки и потери устойчивости от статических нагруженный в программе LIRA – Sapr 2013, что дает нам анализировать модель виртуальном 3d пространстве и определить внутренние силы и изгибные эпюры цилиндрической оболочки. Данный подход может исключить повреждение конструкции и обеспечить долговечность, который повлияет на эксплуатацию здания или сооружения. Колебание происходить за счет неучтённых инженером факторов, что может привести к аварию здания или сооружения.

Ключевые слова: напряжения, колебания, деформирования, оболочка, разомкнутый, замкнутый, цилиндрический, нелинейный, уравнения, метод.

Abstract. Cylindrical shell closed or open mold is used not only in construction but also in several other fields such as aircraft and helicopters, space, etc. In this article we will consider the oscillation of a cylindrical shell, and buckling from the static loaded in the program LIRA – Sapr 2013, which gives us analyze the model of the virtual 3d space and to determine the internal forces diagrams and bending of a cylindrical shell. This approach can eliminate structural damage and to ensure durability, which will affect the operation of the building or structure. Fluctuations occur due to unaccounted engineer of the factors that can lead to failure of the building or structure.

Key words: tension, vibration, deformation, shell, open, closed, cylindrical, nonlinear, equations, method.

Некоторые здания и сооружения имеют форму оболочного типа или в качестве покрытии используется форма разомкнутой оболочки, для этого нужно исследовать наряженное деформированное состояние разомкнутых тонкостенных железобетонных оболочек, т.е. статических неопределимых задач необходимо подобрать данные об каждом отдельном элементе конструкции зданий и сооружений, которые при воздействии статистических и динамических нагрузок были устойчивыми или же наоборот.

Цилиндрические оболочки разомкнутой или же замкнутой формы, широко используется в строительстве формы и их напряжено – деформированное состояние, тонкостенных оболочек в следствие вынужденного колебания дает изучать теорию нелинейных задач и их деформирования [1,2].

В примере рассматривается цилиндрическая оболочка замкнутой формы, которая была создана методом конечных элементов в семействе расчетной программы Lira – Sapr. На расчетную модель задано жёсткость, но не имеет закрепление.

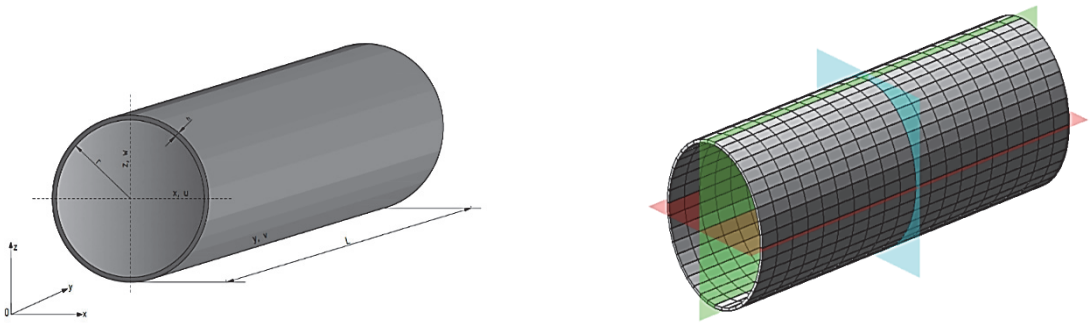


Рис. 1. Геометрия цилиндрической оболочки замкнутой формы и систем координат

Далее будем нагружать оболочку статическими напряжениями собственного веса и узловыми нагрузками в каждой точке по 0,05т/м в средней части конструкций снизу и на верху.

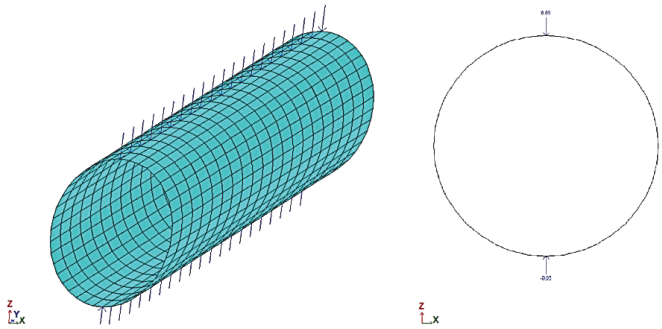


Рис. 2. Загруженные сосредоточенной нагрузки 0,05т в каждом узле по длине оболочки

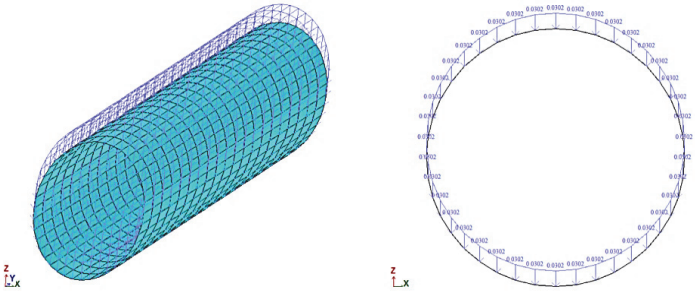


Рис. 3. Загруженные собственного веса конструкций 0,0302 т.

После загруженные нагрузками на оболочку можно исследовать как меняет свою форму конструкция, и тем самым определить опасные узлы, соответственно во время эксплуатации можно усилить полимербетонными или другими видами прочными материалами, либо использовать комбинированную армирование, т.е. разными диаметрами арматур.

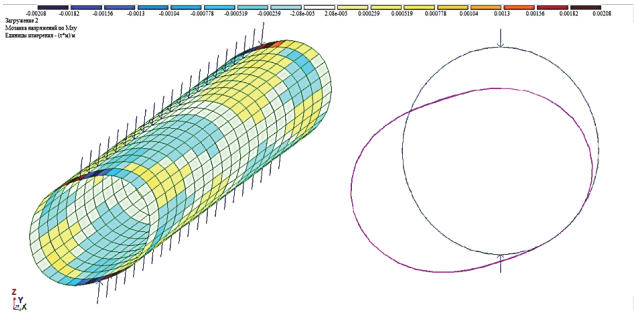


Рис. 4. Изменение и перемещение оболочки от вертикальных нагрузок

Из рисунков можно посмотреть, что напряжено – деформированное состояние (НДС) оболочки в пределах модела изменяет свою форму. Физико – механические свойство строительного материала влияет на величину изгибов – прогибов конструкций, так можно описать трех взаимодействующих состояний НДС. Первое напряженно - деформированное состояние - это мембранные или цепные напряжения, которые происходят в средней поверхности оболочек. Второе НДС – нормальные и касательные напряжение по изгибу, отвечающие за изменение вдоль толщины конструкции по линейному закону, в котором напряжение изгиба равны нулю,

которые совпадают со срединным, т.е. с первым НДС. Третье состояние отвечает за поперечным – касательным напряжениям [3-6].

Как мы отметили ранее, физико – механические свойство виляет на величину прогибов и изгибов конструкции, поэтому будем считать, что соотношения связывающие усилия и момент с деформациями при колебаниях лежат в пределах упругого состояния, т.е., выполняется закон Гука, что дает погонным, нормальным значениям N_1, N_2 и касательное T усилия связанные с уравнениями деформации в средней части поверхности в зависимости:

$$N_1 = \frac{Eh}{1-\mu^2}\left(\varepsilon_1 + \mu\varepsilon_2\right);\ N_2 = \frac{Eh}{1-\mu^2}\left(\varepsilon_2 + \mu\varepsilon_1\right);\ T = Gh\gamma = \frac{Eh}{2\left(1+\mu\right)}\gamma \quad (1)$$

где E – модуль Юнга; G – модуль сдвига; μ – коэффициент Пуассона.
Для полного анализа нужно провести расчет на устойчивость, чтобы узнать потери надежности оболочки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вольмир А. С. Нелинейная динамика пластин и оболочек. М.: Наука, 1972.–431с.
2. Антуфьев, Б. А. Колебания неоднородных тонкостенных конструкций: монография / Б. А. Антуфьев. - М. : Изд-во МАИ, 2011. - 176 с.
3. Сысоев О.Е., Добрышкин А.Ю., Кахоров К.К., Нейн С.Н. Современные испытательные стенды для бесконтактного исследования свободных колебаний замкнутых и разомкнутых цилиндрических оболочек. // Ученые записки КнАГТУ. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2017. – 110-118с.
4. Сысоев О.Е., Кахоров К.К., Факторы, влияющие на разрушение зданий оболочечного типа// В сборнике: Региональные аспекты разви-тия науки и образования в области архитектуры, строи-тельства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия. Материалы Международной научно-практической конференции. Ответственный редактор О.Е. Сысоев. 2017. С. 55-60.
5. О. Е. Сысоев, А. Ю. Добрышкин, Нейн С. Н., Влияние присоединенной массы на вынужденные колебания разомкнутых оболочек // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре гос. техн. университета. – 2016. – № III-1(27). – С. 110-117.
6. Сысоев. О.Е., Добрышкин А.Ю., Нейн Сит Ньянг, Кахоров К.К. Определение состояния конструкций, расчет оболочек, строительных материалов «ОСКРОСМ2017» //Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2017613622 Заявка 2016662970 От 28.11.2016 Приоритет от 22.03.2017.

УДК 721.011.12

В. А. Квашнина, Н. В. Брайла, В. В. Комиссаров
ФГАОУ ВО «СПбПУ», Россия
Kvashnina V.A., Braila N.V., Komissarov V.V.
Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, Russia

РЕКОНСТРУКЦИЯ ЖИЛЫХ ДОМОВ ПЕРВЫХ МАССОВЫХ СЕРИЙ
RECONSTRUCTION OF RESIDENTIAL HOUSES OF THE FIRST MASS SERIES

Аннотация. Статья посвящена обзору методов реконструкции жилых домов первых массовых серий, также содержит общие положения о реконструкции. В статье были рассмотрены положительные примеры реновации в городе Москва – с отселением жителей на период реконструкции и без отселения. По состоянию в г. Санкт-Петербурге на середину 2017 года построено 110 000 кв. м жилья. Еще 100 000 кв. м жилой площади будет введено в эксплуатацию до конца этого года. Всего расселено порядка 900 человек (около 370 семей). Был сделан вывод, что, применительно к г. Санкт-Петербургу, лучше всего проводить реконструкцию без отселения.

Ключевые слова: строительство, реконструкция, реновация, дома первых массовых серий.

Abstract. The article deals to the review of reconstruction methods of apartment houses of the first mass series, also it contains general provisions about reconstruction. In article we examined positive examples of renovation in Moscow - with the resettlement of residents for the period of reconstruction and another one without resettlement. As of mid-2017, there are about 110,000 sq. m. of housing were built in St. Petersburg. Another 100,000 square meters. m of living space will be put into operation before the end of this year. A total of about 900 people have been resettled (about 370 families). It was concluded that, with respect to St. Petersburg, it would be better to carry out the reconstruction without resettlement.

Key words: construction, reconstruction, renovation, houses of the first mass series.

Введение

Тема реконструкции панельных жилых домов в России в последнее время стала особенно актуальной в связи с проблемой необходимости обновления жилищного фонда, . По данным Федеральной службы статистики, в Российской Федерации по состоянию на 1 января 2016 года более чем 1,5 млн многоквартирных домов, в которых проживают около 45 млн. человек, имеют значительный износ (от 30 до 65%) и требуют проведения

энергосберегающих мероприятий и капитального ремонта. Общий объем ветхого и аварийного жилищного фонда в 2014 г. достиг 98 млн. кв. м, в том числе, ветхого – 71,7 млн кв. м, аварийного – 26,3 млн. кв. м [1].

В настоящее время, по данным Комитета по экономической политике и стратегическому планированию администрации Санкт-Петербурга, в городе пятиэтажные здания по количеству строений находятся на втором месте – 7 085 домов, из которых примерно 2,4 тыс. относятся к первой массовой серии, построенной в Ленинграде с 1958 по 1970 год. В Санкт-Петербурге около 40 кварталов подлежат реконструкции или сносу по программе развития застроенной территории [2, 14, 17].

Выводы об актуальности можно сделать по разнообразию трудов на тему реконструкции домов массовых серий: были предложены варианты реконструкции без выселения жильцов [5-7, 11, 13, 16]; с применением энергосберегающих технологий [5, 7]; способы реконструкции [15, 16], а также рассмотрена непосредственно сама реализация региональной программы реконструкции жилых зданий первых массовых серий в Санкт-Петербурге [1-8, 9-13, 15, 16, 18]

Методика

В Санкт-Петербурге программа реновации хрущевок идет уже более 10 лет, но к настоящему моменту она реализована только на 0,75% [1]. В ближайшее время можно не ожидать существенных изменений, так как власти города боятся повторить московский опыт реновации хрущевок, где вместо пятиэтажек «вырастали» многоэтажки, что существенно снижало уровень жизни в данных кварталах.

Как о проблеме, о реконструкции пятиэтажек известно уже не один и даже не 10 лет: впервые о сносе или реконструкции стали говорить всего лишь спустя 25 лет с начала массовой застройки, но первая внятная программа реконструкции хрущевок в Санкт-Петербурге была принята не раньше, чем в 2000-м году. Данная программа не настраивала на какой-то один путь — только снос или только реконструкцию, — а предусматривала несколько разных: реконструкцию с расселением и без расселения, капремонт и новое строительство (уплотнение кварталов) [3].

Существуют официальные ориентировочные расчеты проектов реконструкции жилых домов массовых серий без необходимости расселения. Согласно расчетам, если включить в проект утепление стен, которое дает экономию тепла на 30%, замену сетей и окон, приставить лифты со второго этажа и надстроить два этажа, то себестоимость одного квадратного метра такого нового жилья (надстроенных квартир) составит 45-47 тысяч рублей [4, 16].

В Москве есть несколько удачных примеров реконструкции хрущевок с надстройкой, в том числе реализованная архитектором А. Кротовым в 2002 г.: типовая панельная хрущевка была надстроена еще на 4 этажа (с

выносом наружных стен), что позволило значительно увеличить жилую площадь квартир в доме, увеличить площади кухонь до 10 кв. м, а площади санузлов – до 5 кв. м, при этом общая площадь однокомнатной квартиры достигла 44 кв. м. На двух последних этажах построены квартиры в два уровня и с площадью кухни 17 кв. м. [5, рисунок 1].

Плюсами такой реновации А. Кротов считает сохранение существующей жилой среды и старого фонда, а также отсутствие необходимости в поиске площадок под застройку [6].



Рис. 1. Пример надстройки панельной хрущевки на Химкинском бульваре

Примером реконструкции без отселения является надстройка четырехэтажной «сталинки» (два подъезда, 16 квартир) в Савеловском районе Москвы на улице Мишина, 32 [7, рисунок 2].

Все сделано на средства членов ТСЖ: строительство отдельного подземного индивидуального теплового пункта (ИТП), замена труб, окон, возведение подземного паркинга, установка дорогих лифтов, кованых ограждений и прочее. По итогу, вокруг старого дома создали новый фундамент, где за счет него увеличилась площадь существующих квартир на 18–35 кв. м. и были надстроены этажи [6].



Рис. 2. Надстроенный сталинский дом на ул. Мишина, 32

Существует ряд проблем, которые мешают осуществлению программы реновации в Санкт-Петербурге: отсутствие достаточного финансирования и поддержки со стороны государственных органов, неполноценная информированность жителей, которых затронула данная программа [8, 18]. Когда некоторые застройщики уже согласились на участие в реновации ветхого фонда в Санкт-Петербурге, выяснилось, что, чтобы стройка окупилась, требуется на участке, где построено 6 тыс. кв. м жилья, возвести здания площадью в пять раз больше участка, без учета площади прилегающей обязательной инфраструктуры: школы, больницы, детские сады [9]. Также стоимость квадратного метра такого жилья будет составлять порядка 95 тысяч за квадратный метр, что отнюдь не дешево для «среднего» покупателя [10, 19].

Обобщая выше приведенные факты, можно констатировать, что нужен новый подход к вопросу о реконструкции жилых домов массовых серий. Существует несколько методов реконструкции жилых зданий и сооружений. Основной задачей реконструкции должны быть принципы и технические решения, обеспечивающие снижение физического и морального износа зданий, повышение долговечности, комфортности проживания и снижение эксплуатационных затрат.

Предполагается, что в первую очередь строится новое жилье, затем из реновационного жилья переселяют жителей в новый дом, ветхое жилье сносят и возводят на его месте новое жилое здание, и так далее по цепочке. Однако, такая схема быстро дала сбой, потому что это сложно было реализовать в черте одного квартала, также зачастую в сносимых пятиэтажках оставалось несколько упрямых жителей, выставляющих завышенные требования к своему новому жилью, что создало проблемы для застройщиков и растянулось на несколько лет судов и тяжб [11, 15].

Существуют и явные минусы проведения реконструкции жилых домов первых массовых серий. Главная – это проблема парковок: в те годы (50-60-е гг.), когда эти дома возводились, автомобилизация населения была практически на нуле. На данный момент же в хрущевских кварталах, которые переполнены от стихийной парковки, часто нет места, чтобы проехать пожарным и машинам Спецтранса. Одним из предполагаемых выходов может стать полная реконструкция первых этажей хрущевок, которые сейчас наименее всего востребованы и практически не удобны [12]. В «Ленжилниипроекте» предлагают следующее: первые этажи предполагается отдать под кафе и магазины, либо сделать там квартиры с отдельным входом для маломобильных групп населения, которых в кварталах массовых серий живет немало [13].

Выводы

Реализация существующей программы реновации в Санкт-Петербурге на данный момент имеет ряд проблем и требует доработки. Как основной вариант реновации могут быть рассмотрены варианты надстройки существующего жилья без расселения жителей.

Практический опыт реализации программы реновации в Москве показывает, что при правильном распределении средств, поддержке власти и участии жителей, возможно сделать достойную реконструкцию домов массовых серий, которая будет положительно принята жильцами домов, попавших в программу реновации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Скворцова Н. Реновация-в СПб.нет [Электронный ресурс] http://sanktpeterburg.bezformata.ru/listnews/renovatciya-v-spb-net/61288723/_(Дата обращения 17.11.2017).

2. Закон Санкт-Петербурга № 238-39 от 06.05.2008 «Об адресной программе Санкт-Петербурга «Развитие застроенных территорий в Санкт-Петербурге» (в ред. закона Санкт-Петербурга от 10.02.2014 №8-з) [Электронный ресурс]: http://base.garant.ru/22909908_(Дата обращения 18.11.2017).

3. Зеликова Е. Реновация - в СПб. Нет [Электронный ресурс]: http://www.fontanka.ru/ 2017/09/29/101/_(Дата обращения 17.11.2017).

4. Шувалов В. Почему не надо сносить хрущевки: аргументы архитектора [Электронный ресурс]: http://www.online812.ru/2014/11/19/014/_(Дата обращения 16.11.2017).

5. Урбан Ф. Эти несносные пятиэтажки [Электронный ресурс]: http://www.gazeta.bn.ru/articles/2017/06/28/240058.html_(Дата обращения: 17.11.2017).

6. Велесевич С. Вместо сноса: как можно модернизировать пятиэтажки [Электронный ресурс]: https://realty.rbc.ru/news/591465ea9a794768eb9ac0f3_(Дата обращения 16.11.2017).

7. 14 реальных примеров реконструкции «пятиэтажек», которые стали достойной альтернативой сносу [Электронный ресурс]: http://www.novate.ru/blogs/140517/41331/_(Дата обращения 16.11.2017).

8. Последние новости о программе реновации в Санкт-Петербурге в 2017 году [Электронный ресурс]: https://grazhdaninu.com/zhilishhnoe-pravo/renovatsiya/hrushhevok-spb.html_(Дата обращения 15.11.2017).

9. Кирсанов А.Р. Строительство детских садов и школ: законодательство и практика [Электронный ресурс]: http://отрасли-права.рф/article/11594_(Дата обращения 15.11.2017).

10. Черенева В. От квартала до района. В Петербурге изменят условия реновации хрущевок [Электронный ресурс]: https://rg.ru/2017/08/15/reg-szfo/v-peterburge-izmeniat-usloviia-renovacii-hrushchevok.html_(Дата обращения: 18.11.2017).

11. Коломийцева Д. Программа реновации увеличится на треть: что делать жильцам [Электронный ресурс]: http://comandir.com/2017/07/18_(Дата обращения 16.11.2017).

12. Проблемы реконструкции жилищного фонда первых массовых серий [Электронный ресурс]: http://www.nestor.minsk.by/sn/1998/43/sn84320.html_(Дата обращения 18.11.2017).

13. Реновация по-питерски: ожидать ли петербуржцам московской перестройки [Электронный ресурс]: https://www.novostroy-spb.ru/statyi/renovatsiya_popiterski_ojidat_li_(Дата обращения 17.11.2017).

14. Российский статистический ежегодник. 2016 / Росстат. - М.: Москва, 2016.

15. Смирнов А. К сносу хрущевок снова готовы [Электронный ресурс]: http://www.gazeta.bn.ru/tags/story/13422.html_(Дата обращения: 14.11.2017).

16. Файзрахманова Я.И. Управление развитием застроенных территорий / Файзрахманова Я.И. – Самара: СГАСУ, 2015.

17. Комаров Ю.П., Пилевич Н.О., Смирнов Е.А., Симанкина Т.Л. Обоснование инвестиций в проекты реконструкции / Комаров Ю.П., Пилевич Н.О., Смирнов Е.А., Симанкина Т.Л. – Санкт-Петербург: ФГАОУ ВО «СПбПУ», 2017.

18. Simankina T.L., Braila N.V. Functional performance of piece of property with account for its level of environmental security / Simankina T.L., Braila N.V. – Санкт-Петербург: ФГАОУ ВО «СПбПУ», 2014.

19. Брайла Н.В., Лазарев Ю., Романович М.А., Симанкина Т.Л., Улыбин А.В. Современные проблемы строительной науки, техники и технологии / Брайла Н.В., Лазарев Ю., Романович М.А., Симанкина Т.Л., Улыбин А.В. – Санкт-Петербург: ФГАОУ ВО «СПбПУ», 2017.

УДК 699.81

М. М. Кипкаев, Н. В. Гнатовская
ФГАОУ ВО «СПбПУ», Россия
Kipkaev M.M., Gnatovskaya N.V.
FSEI HE «SPbPU», Russia

АНАЛИЗ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ В ЗДАНИИ ДВОРЦА МЕНШИКОВА
ANALYSIS OF FIRE HAZARD IN THE BUILDING OF MENSHIKOV'S PALACE

Аннотация. Музей-памятник Дворец Меншикова располагается в историческом здании, которое включено в перечень объектов исторического и культурного наследия федерального значения. Федеральный закон № 73 «Об объектах культурного наследия народов Российской Федерации» запрещает изменять особенности объектов культуры, то есть требует не изменять архитектурные, конструктивные и объемно-планировочные решения. Следовательно, не представляется возможным выполнить все требования действующих нормативных документов по пожарной безопасности.

Цель данной работы – провести анализ пожарной опасности Дворца Меншикова и разработать рекомендации для повышения уровня пожарной безопасности объекта.

В рамках поставленной цели было проведено обследование здания и инженерных систем объекта, были изучены нормативные документы, обеспечивающие защиту исторического памятника и его пожарную безопасность, проведен расчет индивидуального пожарного риска и моделирование наиболее опасных аварийных ситуаций.

Ключевые слова: пожарная безопасность, автоматизированные системы пожаротушения, музеи, объекты культуры, пожары, расчет индивидуального пожарного риска, Дворец Меншикова, анализ пожарной опасности.

Abstract. Museum-monument The Menshikov Palace is located in a historical building, which is included in the list of objects of historical and cultural heritage of federal significance. Federal Law No. 73 "On Objects of Cultural Heritage of the Peoples of the Russian Federation" prohibits changing the features of cultural objects, that is, it requires not to change architectural, constructive and space-planning decisions. Consequently, it is not possible to meet all the requirements of the existing fire safety regulations.

The purpose of this work is to analyze the fire hazard of the Menshikov Palace and develop recommendations for increasing the fire safety level of the facility.

Within the framework of the goal, a survey of the building and engineering systems of the facility was conducted, regulatory documents ensuring the protection of the historical monument and its fire safety were studied, an individual fire risk calculation and modeling of the most dangerous emergency situations were carried out.

Key words: fire safety, automated fire extinguishing systems, museums, cultural facilities, fires, calculation of individual fire risk, Menshikov Palace, fire hazard analysis.

1. Введение

В объектах культурного назначения, как правило, невозможно выполнить все необходимые противопожарные мероприятия, которые предусмотрены существующими нормативными документами. Федеральный закон № 123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» определяет общие требования пожарной безопасности для всех объектов в целом и не учитывает отдельно специфику объектов культурного или исторического значения [1]. Действующие своды правил выдвигают требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям, накладывают условия на размеры, количество и местонахождение эвакуационных путей, высоту и этажность здания, кроме того в нормативных документах прописаны ограничения на использование материалов конструкций здания и отделки помещений [2-4]. Однако, федеральный закон № 73 «Об объектах культурного наследия народов Российской Федерации» не позволяет менять особенности исторических объектов, следовательно, нет возможности изменять архитектурные, конструктивные и объемно-планировочные решения здания [5]. Таким образом, существует противоречие и несогласованность нормативных документов, что не позволяет выполнить все требования пожарной безопасности для исторических зданий [6-9]. Следовательно, необходимо проводить анализ пожарной опасности таких объектов и разрабатывать дополнительные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности [8-13].

2. Обследование объекта

Дворец Меншикова представляет собой музейный комплекс, расположенный по адресу: Санкт-Петербург, Университетская набережная, дом 15. В среднем музей посещают 700 человек в сутки. Дворец Меншикова включен в перечень объектов исторического и культурного наследия федерального значения.

Здание построено в 1714 году, капитальный ремонт произведен в 1980 году. Здание Дворца состоит из трех флигелей: Восточный, Центральный и Западный. Все три флигеля трехэтажные с цокольным этажом и чердачными помещениями. В цокольном этаже располагаются служебные, технические, подсобные помещения и «входная зона» музея. На пер-

вом этаже располагаются выставочное залы, служебные помещения, входная зона и кафе-ресторан. Парадное крыльцо с Университетской набережной ведет на первый этаж. На втором этаже располагаются выставочные залы, служебные помещения, технические помещения кафе-ресторана. На третьем этаже располагаются служебные помещения, библиотека и мастерская реставрации тканей. В зоне чердачных помещений Восточного и Западного флигелей располагаются вентиляционные установки и проходят трассы систем отопления и теплоснабжения калориферов вентиляционных установок [14-15].

По данным технического паспорта на здание:

- Общая площадь здания: 7 129 м^2, в том числе площадь подвальных и чердачных помещений: 2 748 м^2.
- Высота здания: 11,7 м.
- Объем здания: 20 198 м^3.
- Стены здания – кирпичные
- Перекрытия – железобетонные плиты
- Кровля выполнена из медных листов по сплошной деревянной обрешетке, стропила по металлическим фермам.

Степень огнестойкости – IV. Класс конструктивной пожарной опасности – С0. Пожарная опасность обуславливается сложностью архитектурно-строительной планировки, а также деревянными конструктивными элементами чердачных помещений. Наибольшая площадь этажа в пределах пожарного отсека составляет 1215,5 м^2. Эвакуация из этажей здания осуществляется через коридоры и лестничные клетки наружу. Каждый этаж имеет не менее 2 выходов.

В результате обследования здания было выявлено:

1) Количество этажей здания превышает допустимую величину более 2-х (фактически - 3 этажа);

2) Площадь этажа в пределах пожарного отсека превышает допустимую величину 1200 м^2 (фактически 1215,5 м^2);

3) Высота здания превышает предельно допустимую величину 9 м (фактически 11,7 м);

4) Количество и параметры эвакуационных выходов предусмотрены не в соответствии с нормативными документами (из помещений 2-го и 3-го этажей эвакуация осуществляется через смежные экспозиционные помещения);

5) Ширина лестничных маршей предусмотрена менее 1,35 м (фактически: Л3 -1 м, Л4 - 1,2 м, Л5 - 1,2 м [рис.1.]);

6) На путях эвакуации предусмотрены криволинейные лестницы с шириной ступеней в узкой части менее 0,22 м;

7) Высота горизонтальных участков путей эвакуации в свету менее 2 м;

8) В отделке помещений и путей эвакуации предусматриваются отделочные материалы с ненормируемыми показателями пожароопасности;

9) На путях эвакуации предусматривается устройство перепадов и выступов менее 45 см;

10) По всему периметру кровли не выполнено непрерывное ограждение из негорючих материалов;

11) В лестничных клетках, предназначенных для эвакуации людей как из надземных этажей, так и из цокольного этажа, не предусмотрены обособленные выходы наружу из цокольного этажа, отделенные на высоту одного этажа глухой противопожарной перегородкой 1-го типа.

Обследование внутреннего противопожарного водопровода показало, что:

1. Система противопожарного водопровода не удовлетворяет современным нормативным требованиям;
2. Система противопожарного водопровода находится в состоянии сильного физического износа (около 70%), вследствие исчерпания срока эксплуатации стальных трубопроводов системы, наличие ремонтных вставок на трубопроводе;
3. Соединения на противопожарной линии водопровода выполнены на резьбе, необходимо отказаться от резьбового соединения согласно СП 10.13130.2009 п.4.2.13
4. Противопожарные краны установлены в труднодоступных местах, где к ним нет свободного доступа, что противоречит СП 10.13130.2009 п.4.1.16
5. Щит управления противопожарных насосов размещен в не вентилированном помещении, в котором в больших количествах образуется конденсат;
6. Трубопроводы проходящее по чердаку и в полу центрального флигеля выполнены без изоляционного материала, что противоречит СП 10.13130.2009;
7. В количестве 13 штук пожарные краны не размещены в специальных шкафах, что противоречит СП 10.13130.2009 п. 4.1.13.

3. Анализ индивидуального пожарного риска

Расчет индивидуального пожарного риска здания Дворца Меншикова был проведен по методике, изложенной в [16].

Для выбора наиболее опасных ситуаций для последующего расчёта параметров, определяющих условия безопасной эвакуации людей, осуществлялся сбор данных, который включал:

- объемно-планировочные решения;

- теплофизические характеристики ограждающих конструкций и размещенного оборудования;
- вид, количество и размещения горючих веществ и материалов;
- количество и места вероятного размещения людей;
- системы пожарной сигнализации и пожаротушения, противодымной защиты, оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей.

В качестве основных факторов, осложняющих обстановку внутреннего пожара, были приняты следующие:

- максимальная протяженность эвакуационного пути;
- максимальное количество людей в помещении;
- блокирование очагом пожара одного из выходов помещения;

На основании результатов анализа, в ходе которого были последовательно рассмотрены все варианты пожаров в зданиях с учетом приведенных выше факторов, были выбраны следующие аварийной ситуации:

Аварийная ситуация №1 [рис.1.]- пожар на 1-ом этаже здания в помещении экскурсбюро, пожарная нагрузка - ДВП, ткань, искожа ПВХ, ППУ, дерево с покрытием.

В случае пожара происходит: задымлении помещения экскурсбюро, выход дыма в коридор, залы 1 этажа, блокирование лестниц №1, № 2 (парадная лестница), № 3, № 4, № 5 и 2-ух выходов из здания (главного входа и выхода во двор).

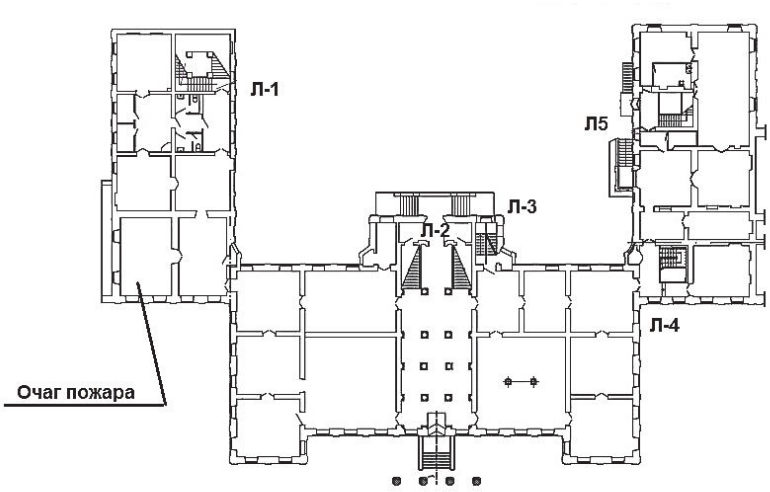


Рис. 1. Первый этаж Дворца Меншикова. Аварийная ситуация №1

Аварийная ситуация № 2 [рис.2.]- пожар на 3-м этаже здания в помещении отдела истории русской культуры, напротив лестницы № 3, пожарная нагрузка - ДВП, ткань, искожа ПВХ, ППУ, дерево с покрытием.

В случае пожара происходит: задымление помещения, выход дыма в залы 3-го этажа, блокирование лестниц №1, №3 и №5.

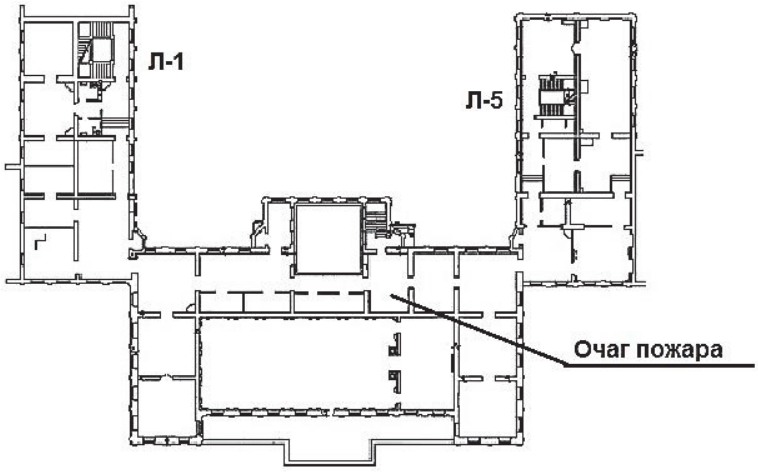


Рис. 2. Третий этаж Дворца Меншикова. Аварийная ситуация №2

Геометрические характеристики помещений принимались в соответствии с представленной проектной документацией.

Параметры пожарной нагрузки были приняты следующие:

- низшая теплота сгорания, кДж/кг – 16200;
- линейная скорость пламени, м/с – 0,0293;
- удельная скорость выгорания, кг/м^2 с – 0,0123;
- дымообразующая способность, Нп м^2/кг;
- потребление кислорода, кг/кг – 1,574;
- выделение газа

– углекислого(CO_2), кг/кг – 0,817;
– угарного(CO), кг/кг – 0,041;
– хлористого водорода(HCl), кг/кг – 0,0143;

Проводился расчет значения критической продолжительности пожара по условию достижения каждым из ОФП предельно допустимых значений в рабочей зоне:

- повышенной температуре;
- по потери видимости (задымление);
- по пониженному содержанию кислорода;
- по каждому из газообразных токсичных продуктов горения.

Расчёт сценариев пожара осуществлялся с помощью специализированного компьютерного кода FDS ver. 5, разработанного национальным институтом стандартов и технологий США [17]. В результате проведенного моделирования были получены значения времени блокирования каждого эвакуационного выхода. Расчетное время эвакуации людей из помещений и зданий было определено на основе моделирования движения людей до выхода наружу по упрощённой аналитической модели движения людского потока. Результаты расчета и моделирования сведены в табл.1.

Таблица 1

Результаты расчета времени эвакуации и блокирования эвакуационных выходов

Выход (чел.)	Время эвакуации $t_р$, мин	Время до начала эвакуации $t_{нэ}$, мин	$t_{эв}=t_{р}+t_{нэ}$,мин	$t_{бл}$	Выполнение условия: $t_{эв} \leq t_{бл}*0,8$
Аварийная ситуация №1					
Эвакуация людей с 1-го этажа					
Главный вход (50 чел.)	0,87	1,0	1,87	4,4	Выполняется
Эвакуация людей с цокольного, 1-го, 2-го и 3-го этажей					
С цокольного, 1-го,2-го и 3-го этажей здания по лестнице №1 до выхода на улицу (45 чел.)	1,26	1,0	2,26	4,3	Выполняется
С 1-го, 2-го и 3-го этажей по лестнице №5 до выхода на улицу (55 чел.)	1,04	1,0	2,04	10,0	Выполняется
Эвакуация людей со 2-го этажа по парадной лестнице и людей эвакуирующихся с 1-го этажа до выхода во двор					
Со 2-го и 1-го этажей через выход во двор(150 чел.)	1,83	1,0	2,83	4,4	Выполняется
Эвакуация людей с 3-го этажа по лестнице №3 до выхода на улицу					
С 3-го этажа по лестнице №3 до выхода на улицу(20 чел.)	0,85	1,0	1,85	7	Выполняется
Аварийная ситуация №2					
Эвакуация людей с 3-го этажа					
В лестницу №1 (30 чел.)	0,63	1,0	1,64	7	Выполняется
В лестницу №5 (30 чел.)	0,66	1,0	1,66	4,6	Выполняется

Анализ результатов показал, что для принятых объемно-планировочных решений интервал времени от момента обнаружения пожара до завершения процесса эвакуации людей в безопасную зону и на улицу не превышает необходимого времени эвакуации людей при пожаре. Условия безопасной эвакуации людей из помещений здания Меншиковского дворца выполняется.

В результате расчета было получено значение индивидуального пожарного риска, которое составило $0{,}83 \cdot 10^{-6}$ год$^{-1}$, что не превышает нормативного значения ($1 \cdot 10^{-6}$ год$^{-1}$).

4. Рекомендации

Необходимо разрешить компенсацию требований нормативных документов по объемно-планировочным и конструктивным решениям (которые невозможно выполнить в силу [5]) инженерными и организационно-техническими мероприятиями.

Рекомендуется выполнить следующие требования [18]:

1) При реставрации и проведении иных работ в помещениях объекта следует использовать краски и материалы на негорючей основе.

2) В местах пересечения инженерными коммуникациями противопожарных преград следует проектировать заделки с пределом огнестойкости, соответствующим пределу огнестойкости пересекаемой конструкции.

3) Экспозиционные стенды следует выполнять из негорючих материалов.

4) Пожарную нагрузку в помещениях, выходящих в коридор цокольного этажа, необходимо обеспечить в соответствии с результатами расчета заполнения дымом этих помещений.

5) Следует предусмотреть ограничение максимальной численности количества людей в здании - 380 человек.

6) Для существующих мест снижения высоты эвакуационных выходов и эвакуационных коридоров цокольного этажа предусмотреть люминесцентные указатели снижения высоты и резиновые накладки на поверхностях, выступающих ниже уровня 2 м.

7) На путях к криволинейной лестнице предусмотреть размещение информационных люминесцентных указателей с предупреждением об особенностях лестницы («Внимание криволинейная лестница»).

8) На путях эвакуации в местах перепада высот менее 45 см предусмотреть устройство съемных пандусов из негорючих материалов.

9) В связи с невозможностью оборудования кровли ограждениями, предусмотреть комплекс мероприятий, исключающих падение людей при работе на кровле (обеспечить техническую возможность для зацепления карабинов пожарных поясов при осуществлении аварийно-спасательных работ).

10) Деревянные элементы, применяемые в отделке путей эвакуации обеспечить защитой огнезащитными составами с приведением до пер-

вой группы огнезащитной эффективности. При проведении указанных работ применять только те составы, которые исключают разрушение или уничтожение исторических интерьеров объекта культурного наследия.

11) Систему автоматической пожарной сигнализации объекта предусмотреть адресного типа.

12) Для здания необходимо предусмотреть систему оповещения о пожаре 5-го типа, с разбивкой на зоны оповещения и устройством микрофонной консоли для оперативной передачи речевых сообщений при пожаре.

13) Необходимо предусмотреть передачу сигнала о срабатывании пожарной сигнализации объекта по выделенному каналу связи на пульт ближайшей пожарной части.

14) На путях эвакуации предусмотреть систему видеонаблюдения. Определить алгоритм взаимодействия системы видеонаблюдения с системой оповещения о пожаре с целью визуального обнаружения пожара и организации эвакуации и тушении пожара.

15) На путях эвакуации, оборудованных системами контроля и доступа, предусмотреть разблокирование этих систем при пожаре.

16) Все помещения хранилищ оборудовать автоматическими установками пожаротушения, причём запуск системы обеспечить, как автоматически, так и ручной. Выбор параметров установок пожаротушения должен обеспечивать сохранность исторических ценностей объекта при ложном запуске системы, а также сохранность ценностей и безопасность людей во время эвакуации.

Согласно СП 10.13130.2009 для внутреннего противопожарного водопровода необходимо:

1. Выполнить новый проект системы противопожарного водопровода в соответствии с обновленными нормами и правилами;

2. Закольцевать сеть противопожарного трубопровода, разделить систему на противопожарную и хозяйственно-питьевую.

3. Произвести замену всех стальных трубопроводов, стояков, магистралей, всей старой запорной арматуры;

4. Произвести установку пожарных кранов в доступном месте снабдив двумя огнетушителями.

5. Изменить подключение противопожарных насосов, разместить манометр на всасывающей линии перед задвижкой и обратным клапаном.

6. Заменить автоматику противопожарной станции после изменения микроклимата в помещении водомерного узла.

5. Заключение

В связи с невозможностью выполнить требования пожарной безопасности по объемно-планировочным и конструктивным решениям, рекомендуется выполнить описанные в настоящей статье дополнительные мероприятия, которые повысят уровень пожарной безопасности здания.

Расчет индивидуального пожарного риска здания Дворца Меншикова показал, что расчетное значение индивидуального пожарного риска здания не превышает нормативного, следовательно, разрешается не изменять объемно-планировочные решения здания. Однако, так как расчетное значение индивидуального пожарного риска близко к нормативному, рекомендуется оборудовать здание системой автоматического пожаротушения, что позволит на порядок уменьшить значение индивидуального пожарного риска. Кроме того, система автоматического пожаротушения повысит уровень безопасности музейных экспонатов, утрата которых невосполнима.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности". – М., [2008]

2. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы: СП 1.13130.2009. - Введ.2009-25.03. – М., 2009.

3. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты: СП 2.13130.2012. - Введ.2012-01.12. – М., 2012.

4. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям: СП 4.13130.2013- Введ.2013-18.06. – М., 2013.

5. Федеральный закон Российской Федерации от 25.06.2002 № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации». – М., [2002]

6. Быков А.В. Противопожарное состояние объектов культурно-исторического наследия Санкт-Петербурга . Тезисы докл. науч.-практ. конф. "Обеспечение пожарной безопасности на объектах культурно-исторического наследия". – С.-Пб., 2006.

7. Муслакова С.В., Присадков В.И. Обеспечение пожарной безопасности объектов культуры. Международная конференция «Сопряженные задачи механики и экологии». Томск, 2000, с. 159-160.

8. А.Богданов, О.Сушкова Насущные проблемы обеспечения пожарной безопасности объектов культурного наследия // Алгоритм безопасности, № 5, 2014.- с.8-11.

9. Муслакова С.В., Присадков В.И., Бородкин А.Н. Ставнов В.В Количественный метод контроля уровня пожарной безопасности культурно-исторических объектов. шInternational symposium «Fire Protection of Historical Monuments». Chestochowa-Krakow, Poland, 1999, с.109-122

10. Присадков В.И., Федоринов А.В., Инженерная оценка пожарной опасности зданий культуры с открытыми внутренними объемами. М. Пожарная безопасность №1, 2001

11. Муслакова С.В. Присадков В.И., Ставнов В.В. Количественный метод оценки уровня пожарной безопасности объектов культуры. «Пожарная безопасность история, состояние, перспективы». XIV Научно-практическая конференция. М. ВНИИПО. 1997, Ч 2, с. 166-168.

12. Бородкин А.Н., Муслакова С.В., Присадков В.И. Защита памятников истории и культуры России от пожаров. «Крупные пожары: предупреждение тушение». XVI научно-практическая конференция М. ВНИИПО. 2001, 147- с. 148.

13. Ставнов В.В., Присадков В.И., Муслакова С.В. Новый подход к контролю уровня противопожарной защиты музейных объектов. «Пожарная безопасность». XIII Научно-практическая конференция. М. ВНИИПО. 1995, с. 286-288.

14. Саверкина И.В. К истории ансамбля Дворца Меншикова // Петровское время в лицах - 2005: Материалы науч.конф. СПб., 2005. С. 194-200

15. Мещеряков В.В. Итоги реставрации Дворца Меншикова // Петровское время в лицах - 2005: Материалы науч.конф. СПб., 1998. С. 30-31.

16. Приложение к приказу МЧС России от 30.06.2009 № 382 «Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» с учетом приложения к приказу МЧС России 12.12.2011 №749 «О внесении изменений в методику определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях».

17. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: учебное пособие. – М.: Академия ГПС МВД России, 2000 – 118 с.

18. Организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности учреждений культуры Справочно-информационные материалы. -М.-1990-142 с.

УДК 69.003

А. Е. Кирюдчева
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Россия
Kiryudcheva A.
Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, Russia

МЕТОДИКА ОКУПАЕМОСТИ ЭНЕРГОСЕРВИСНЫХ КОНТРАКТОВ
METHOD OF PURCHASE OF ENERGY-SERVICE CONTRACTS

Аннотация. Энергосервисные контракты - один из эффективных инструментов модернизации систем энергопотребления. Целью данной статьи является разработка методики окупаемости энергосервисных контрак-

тов. Для этого решаются следующие задачи: рассмотреть существующие методики окупаемости и разработать методику окупаемости, наиболее подходящую для энергосервисных контрактов. В статье проанализированы и посчитаны риски, доказана необходимость применения распределенной методики окупаемости.

Ключевые слова: энергосервисный контракт; энергоэффективность; энергоаудит; многоквартирные дома; энергосбережение; риски; окупаемость.

Abstract. The purpose of this article is to develop a methodology for recouping the energy service contracts. The article analyzes and calculates risks, proves the need for a distributed payback procedure.

Key words: energy service contracts;energy efficiency;energy efficiency program;energy audit;energy saving;

Энергосервисные контракты - один из эффективных инструментов модернизации систем энергопотребления. Согласно ФЗ–261 под энергосервисным договором (контрактом) понимается «договор (контракт), предметом которого является осуществление исполнительных действий, направленных на энергосбережение и повышение энергетической эффективности использования энергетических ресурсов заказчиком». Таким образом, заказчик, объекты которого нуждаются во внедрении энергосберегающих технологий, заказывает услуги профессиональной энергосервисной компании. Энергосервисная компания в свою очередь проводит энерго аудит объектов заказчика, при этом комплекс работ проводятся за счет исполнителя, то есть энергосервисной компании. Федеральный закон № 261 предусматривает 2 вида оплаты: заказчик отдает 100 % сэкономленных средств энергосервисной компании, которая выполняла контракт, или заказчик и энергосервисная компания делят доходы от экономии в течение договорного срока [1]. Таким образом, заказчику выгодно заключение энергосервисного контракта по следующим причинам: во-первых, заказчик не вкладывает первоначально деньги на модернизацию, оплата услуг осуществляется за счет сэкономленных средств, нет риска для заказчика. Во-вторых, энергосервисный контракт обязывает исполнителя выполнить работу качественно, так как от этого зависит доход энергосервисной компании.

Механизм внедрения энергосервисного контракта в России был запущен после введения Федерального Закона № 261 от 23.11.09 «Об Энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» и постановлением Правительства РФ от 31.12.2009 № 1225 «О требованиях к региональным и муниципальным программам в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности», однако в данных документах до сих пор недостаточно полно описываются требования к энергосервисному контракту. К примеру, обязательными условиями

являются только сумма экономии и срок действия. Так как типовых образцов применения энергосервисных контрактов в России нет, каждая компания создает уникальный вариант и прописывает в него собственные условия возвращения средств [2]. Отсутствие единой технологии определения окупаемости энергосберегающих мероприятий вносит дополнительные проблемы в работу энергосервисных компаний.

Проблема внедрения энергосервисных услуг в многоквартирные дома обусловлены следующими факторами:

1.Отсутствие технических возможностей регулирования теплопотребления

2.Плохая осведомленность собственников помещений о возможностях экономии энергии

3. Долгий срок окупаемости

4. Управляющие организации не предлагают собственникам помещений программы ресурсосбережения и варианты их финансирования, доступные для собственников по уровню расходов, мало примеров применения энергосервисных контрактов в жилье;

5. Отсутствие эффективных методик, позволяющих оценить окупаемость энергосервисного контракта. учитывающую все риски, включая технические, росты тарифов, позволяющих оценить не только простую или сложную окупаемость, но и распределенную. [6]

5. Отсутствуют эффективные современные финансовые кредитные инструменты, которые могли бы использоваться и давать хорошие результаты в существующих экономических условиях.

6. Высокие риски по данному виду деятельности.

Целью данной работы является разработка методики окупаемости энергосервисных контрактов. Для этого решаются следующие задачи:

1) Рассмотреть существующие методики окупаемости;

2) Разработать методику окупаемости, наиболее подходящую для энергосервисных контрактов.

Существуют три основных типа рисков, возникающие при реализации мероприятий по повышению энергетической эффективности: экономические, технические и политические.

Экономические риски делятся на два вида: риск банкротства одной из сторон и риск недостоверного моделирования денежных потоков проекта в результате неверного подбора параметров. Риск банкротства может возникнуть в любой сфере, причем этому риску подвержена не только энергосервисная компания, но и сам заказчик.

Политические риски связаны с отсутствием преемственности власти. Участие государства в стимулировании вопросов, связанных с энергоэффективностью является одним из условий успешного развития рынка энергосер-

висных услуг. Изменение же власти, может существенно сказаться на достижение энергосервисной компанией заявленных договоренностей. К политическим рискам относится так же риск изменения тарифов на энергию.

Технические риски - это специфические риски, присущие энергосервисным компаниям. К техническим рискам относится: риск ошибочной оценки базового потребления энергии, риск изменения потребления энергоресурса в натуральном выражении, риск несоответствия характеристик устанавливаемого оборудования заявленным параметрам, риск неверной либо недобросовестной эксплуатации оборудования, а так же риск, связанный с незарегистрированными утечками энергоресурсов в процессе исполнения контрактов. [7]

Для определения оптимальной методики расчета окупаемости энергосервисных контрактов, в начале необходимо проанализировать риски. Для этого был определен удельный вес риска по методике, разработанной Инвестиционно-финансовой группой и Российских финансовой корпорацией. [5]

Важным пунктом является определение во сколько раз первый приоритет риска весомее последнего:

$$\frac{W_1}{W_k} = \frac{1}{5} = 0{,}2$$

Затем определяются веса рисков по группам приоритетов:

$$W_k = \frac{2}{k(f+1)} = \frac{2}{5(0{,}2+1)} = 0{,}333$$

$$W_j = \frac{W_k \cdot [(k-j)\cdot f + j - 1]}{k-1}$$

Результаты расчета представлены в таблице 1:

Таблица 1

Веса риска

J	W_j
1	0,0666
2	0,133
3	0,199
4	0,266
5	0,333
Итого	1

Введем обозначения для рисков:

Таблица 2

Обозначения для рисков

Наименование риска	**Обозначение**
Риск банкротства	S_1
Риск недостоверного моделирования денежных потоков проекта в результате неверного подбора параметров	S_2
Отсутствие преемственности власти	S_3
Риск изменения тарифов на энергию	S_4
Риск ошибочной оценки базового потребления энергии	S_5
Изменение потребления энергоресурса под действием факторов, не учтенных при планировании экономии	S_6
Риск несоответствия характеристик устанавливаемого оборудования заявленным производителем параметрам.	S_7
Риск неверной и/или недобросовестной эксплуатации оборудования	S_8
Незарегистрированные утечки энергоресурсов в процессе исполнения контракта.	S_9

Затем проводится оценка вероятности наступления риска. Оценка вероятности наступления риска осуществляется методом экспертных оценок. Для оценки вероятности наступления события использованы мнения трех экспертов (Э1 – Э3), которые оценивали вероятность наступления рисков, руководствуясь предложенной системой оценок: 0 – риск несущественный; 25 – риск с большей долей вероятности нереализуется; 50 – нельзя сделать вывод, 75 – риск, скорее всего, реалируется; 100 – риск наверняка реализуется.

Таблица 3

Оценка вероятности наступления риска

Риски	**Э1**	**Э2**	**Э3**	**Средняя вероятность**
S_1	10	5	10	8
S_2	15	10	10	12
S_3	5	10	5	7
S_4	50	45	45	47
S_5	25	30	35	30
S_6	70	65	70	68
S_7	10	5	10	8
S_8	40	35	40	38
S_9	5	10	5	7

Следующим шагом является процедура проверки оценок экспертов на противоречивость, используя правила оценки противоречивости мнений:

1. Максимальная разница между значениями, данными экспертами меньше либо равна 50;

2. Суммарная разница между значениями, данными экспертами, поделенное на количество рисков должно быть меньше либо равно 25.

Таблица 4

Анализ противоречивостей мнений экспертов

|Э1−Э2|	|Э1−Э3|	|Э2−Э3|	**Максимальное**
5	5	0	5
5	5	0	5
5	0	5	5
5	5	0	5
5	10	5	10
5	0	5	5
5	0	5	5
5	0	5	5
5	0	5	5

Затем, используя данные о весе риска и об экспертных оценках, определяется общая оценка риска энергосервисных контрактов, которая составляет 40.68, что свидетельствует о средней его рискованности.

Традиционно выделяют два метода расчета окупаемости: простой и сложный. Простой метод позволяет рассчитать период, который пройдет с момента вложения средств до момента их окупаемости. Определяется по формуле: первоначальные вложения поделить на приток денежных средств за период. Однако этот метод, имеет большое количество недостатков, таких как:

1. Не принимает во внимание денежные поступления после истечения срока окупаемости. То есть, по проектам с длительным сроком окупаемости после всего периода возврата инвестиций может быть получен больший результат

2. Не учитывает вероятность повторного вложения капитала для увеличения доходов

3. Проекты с одинаковым сроком окупаемости, но различной временной структурой доходов приравниваются

4. Срок окупаемости не показывает эффективности проекта, а позволяет рассуждать только лишь о его реализуемости

По этой причине значение срока простой окупаемости можно рассматривать только как приблизительное.

Сложная окупаемость учитывает также рост тарифов на тепловую энергию и дисконтирование денежных потоков. Причины, влияющие на уменьшение срока окупаемости энергосервисных мероприятий, являются: опережение роста тарифов на тепловую энергию, уменьшение процентных ставок банка по кредиту, уменьшение инфляции или рисков, снижение стоимости капитальных затрат на утепление. Таким образом, действительно объективными факторами, которые сокращают прогнозируемый срок возврата средств, являются разница между ежегодным относительным ро-

стом тарифов и коэффициентом, отражающим дисконтирование будущих денежных потоков (инфляция, риски, альтернативные вложения и пр.), а также уменьшение процентных ставок банка по кредиту в случае использования компанией для реализации данного энергосберегающего мероприятия заемных средств.

Банки охотнее выдают кредиты на более маленькие суммы, именно по этой причине возникает необходимость перехода от единовременных выплат к распределенной окупаемости.

Преимущества распределенной окупаемости:

1. Снижение экономических и политических рисков
2. Банки охотнее смогут выдавать кредиты
3. Возможное создание субсидий и поддержек от банков

В результате, можно сделать следующий вывод: энергосервисные контракты необходимо оценивать с помощью распределенной окупаемости.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Матиящук С.В. Энергосервисный контракт -новый вид договора в российском праве // Законы России: опыт, анализ, практика. 2011. № 4. С. 93-97.

2. Захаров О.А., Нестерова Р.В. Энергосервисный контракт как инструмент внедрения субъектами хозяйствования энергосберегающих технологий // Казанский экономический вестник. 2014. № 3(11). С. 44-48.

3. Кирюдчева А.Е., Шишкина В.В., Энергоэффективные фасадные системы // Строительство уникальных зданий и сооружений.2015. №4(31) С. 248-262.

4. Горшков А.С. Что тормозит внедрение энергосбережения в России? // Энергосбережение. 2015. № 6. С. 46–49.

5. Прибыткова Г.В. Анализ и оценка рисков предприятий производственной сферы в процессе инвестиционного проектирования // Вестник МГТУ. 2005. № 2. с. 303-305.

6. Горшков А.С., Рымкевич П.П., Немова Д.В., Ватин Н.И. Методика расчета окупаемости инвестиций по реновации фасадов существующих зданий // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2014. № 2(17). с. 82-106.

7. Тупикина А.А. Анализ рисков, возникающих в процессе реализации энергосервисного контракта, и пути их снижения // Бизнес. Образование. Право. Вестник волгоградского института бизнеса. 2017. №1(38). с.155-160.

УДК 69.059.4

А. В. Ковредов, Р. А. Ибрагимов, К. С. Кудрявцев
ФГАОУ ВО «СПбПУ», Россия
Kovredov A.V., Ibragimov R.A., Kudryavtsev K.S.
FSAEI HE «SPbPU», Russia

ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКОГО ИЗНОСА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
EVALUATION OF PHYSICAL DETERIORATION OF BUILDINGS AND STRUCTURES

Аннотация. Статья посвящена оценки физического износа зданий и сооружений. Описан график динамики физического износа эксплуатации здания. Рассмотрены основные методы оценки физического износа.

Ключевые слова: строительство, физический износ, эксплуатация здания, дефекты конструкций.

Abstract. The article is devoted to the evaluation of physical deterioration of buildings and structures. A graph of the dynamics of physical wear and tear of building operation is described. The main methods for estimating physical wear.

Key words: construction, physical deterioration, building maintenance, structural defects.

В практике оценки технического состояния зданий и сооружений определение величины физического износа является достаточно важной проблемой. Три фазы развития составляют физическую жизнь любого здания или сооружения – это приспособление, нормальная эксплуатация и стадия старения (рис. 1).

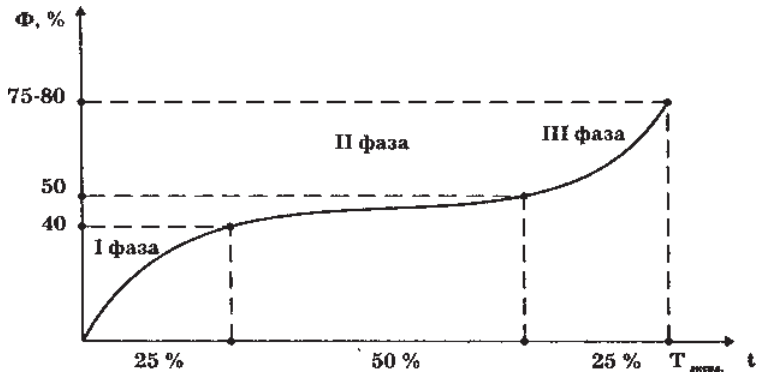


Рис. 1. Динамика физического износа в процессе эксплуатации здания

Первая фаза, в соответствии с рис.1, характеризуется интенсивным нарастанием износа в связи с дефектами возникших из-за низкого качества строительно-монтажных работ, изделий и материалов, а также в связи с

самой эксплуатацией зданий (осадка фундамента в начальный период эксплуатации и т.д.).

В результате проведения текущих и капитальных ремонтов, замены и усиления конструктивных элементов, во второй фазе износ строительных конструкций принимает более медленный темп развития.

Третья фаза – строительные конструкции здания интенсивно разрушаются. В данный период износ конструкций почти некомпенсируем. В этой фазе возможно выполнить усиление и ремонт строительных конструкций для поддержания удовлетворительного технического состояния здания до момента демонтажа или проведения полной реконструкции.

Все эти этапы показывают потребность проведения плановых и капитальных ремонтов строительных конструкций или объекта в целом – периоды предельных состояний, технической эксплуатации и технического обслуживания. Стадия обслуживания и технической эксплуатации является самой значимой по продолжительности и может составлять до 90% от общего срока существования объекта.

Техническое состояние здания общепринято определять степенью износа. В данной статье уделено большое внимание физическому износу зданий и сооружений, влияющего на уменьшение общей стоимости объекта из-за ухудшения технических и физических характеристик.

Физический износ строительных конструкций, инженерного оборудования или здания в целом подразумевает утрату данными элементами начальных технико-эксплуатационных качеств (надежности, прочности, устойчивости и др.) в результате влияния внешних факторов и жизнедеятельности человека [1].

На сегодняшний день многие ученые посвящают свои работы определению параметров физического износа зданий. В данных статьях подробно описано обследование каменных зданий, извлекались образцы материалов, которые в дальнейшем, были испытаны в лабораториях [2-5]. В этих работах рассматривались проблемы, связанные с появлением дефектов в кирпичной кладке, способы усиления конструкций, а также способы моделирования строительных конструкций [6,7].

Физический износ может быть рассчитан по результатам технического обследования или исходя из нормативно-экспертных методик. Точные значения получаются при инструментальном обследовании, но данный метод требует существенных материальных и временных затрат. При использовании нормативно-экспертных методик результат получается менее точен, но при этом данные методы требуют меньших трудозатрат и финансовых вложений. К этим методикам относятся ведомственные строительные нормы ВСН 53-86 р «Правила оценки физического износа жилых зданий» [1], «Методику определения физического износа гражданских зданий», разработанную Минкомхозом РСФСР, от 27.10.1970 года [8].

Данные методы затруднительно использовать в условиях недостатка исходной информации, при отсутствии возможности визуального обследования здания в целом или его конструктивных элементов, при проведении массовой оценки. В данном случае наиболее эффективно применение расчетных методик. В XIX веке архитектор Росс разработал одну из первых расчетных методик по определению физического износа [9]. Впоследствии данное направление исследовалось отечественными учеными: Б.М. Колотилкиным, Д.Л. Бронером, С.К. Балашовым, В.К. Соколовым, В.В. Анисимовым и др. В 1970 г. В.И. Бабакиным была разработана одна из последних расчетных методик для определения физического износа строительных конструкций здания [10].

Основываясь на вышеизложенном, можно сделать заключение, что расчет физического износа по данным методикам имеет свою специфику (рис. 2), таким образом каждая методика имеет свои минусы и плюсы.

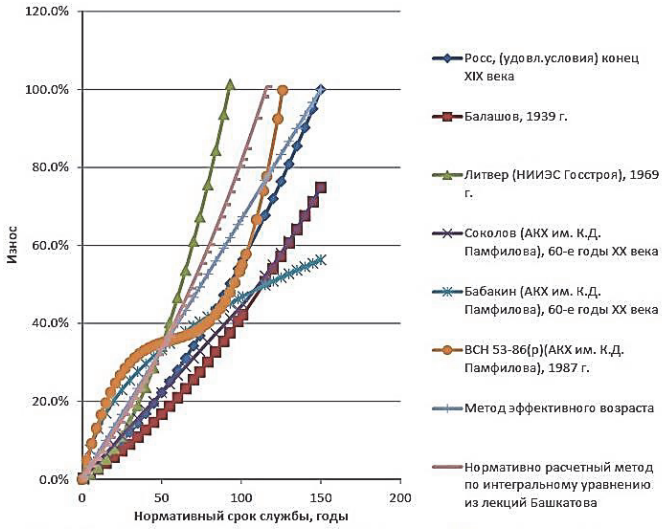


Рис. 2. Сравнение расчетных методик определения физического износа

Большие различия, которые мы можем наблюдать при сопоставлении методик, давность проводимых исследований, свидетельствуют о необходимости разработки актуальной методики определения фактического процесса накопления физического износа зданий и сооружений, чему и будет посвящено дальнейшее исследование.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ВСН 53-86 (р) Правила оценки физического износа жилых зданий / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2001. – 80 с.

2. Sérgio Diz, Aníbal Costa, Alexandre A. Costa. Efficiency of strengthening techniques assessed for existing masonry buildings. Engineering Structures. Volume 101. Pages 205–215.

3. Miklos Molnar, Oskar Larsson Ivanov. Clay brick masonry facades with cracks caused by corroding bed joint reinforcement – Findings from field survey and laboratory study. Construction and Building Materials. Volume 125. Pages 775-783.

4. Marta Giaretton, Dmytro Dizhur, Francesca da Porto, Jason Ingham. Constituent material properties of New Zealand unreinforced stone masonry buildings. Journal of building Engineering. Volume 4. Pages 75-85.

5. David Garcia, Leire Garmendia, Pello Larrinaga. Comparison between experimental values and standards on natural stone masonry mechanical properties. Construction and Building Materials. Volume 28. Pages 444-449.

6. V.A. Subbotin, I.A. Subbotin. Reasons for exterior effective brick walls deterioration as exemplified with buildings under construction. Procedia Engineering. Volume 150. Pages 1837-1840.

7. Hrvoje SmoIjanovic, Nikolina ZivaIjic, ZeIjana Nikolic. A combined finite-discrete element analysis of dry stone masonry structures. Engineering Structures. Volume 52. Pages 89-100.

8. Приказ № 404 «Методика определения физического износа гражданских зданий». Введ. 27.10.1970 г. / Минкомхоз РСФСР. М., 1970. 47 с.

9. Franz Wilhelm Ross. Leitfaden fur die Ermittlung des Bauwertes von Gebauden. 1890.

10. Бабакин В.И. Методика определения физического износа гражданских зданий – Москва, 1970. – 70 с.

УДК 69.01, 62.03

К. С. Козлова, М. Ю. Шкорко, Е. А. Журович
ФГАОУ ВО «СПбПУ», Россия
Kozlova K.S., Shkorko M.Y., Zhurovich E.A
SPbPU, Russia

ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАСТИКА ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОУСТРОЙСТВА
SECONDARY USE OF PLASTICS FOR ENVIRONMENTAL PLANNING

Аннотация. Статья посвящена негативному воздействию частиц и волокон пластика на экологическую безопасность территорий. В работе приводится информация о масштабе экологического ущерба а так же предложены варианты использования вторичного пластика для благоустройства территории, в качестве бордюров, тротуарной плитки и других элементов.

Ключевые слова: строительство, благоустройство, вторичный пластик, экологическая среда, экологический ущерб.

Abstract. The article is devoted to the negative impact of particles and fibers of plastic on the ecological safety of territories. In work with information on the conduct of environmental analysis, as well as options for the use of secondary plastics for the improvement of the territory, as curbs, paving slabs and other elements.

Key words: construction, improvement, secondary plastics, ecological environment, environmental damage.

Вопрос необходимости переработки и вторичное использование изделий из пластика актуален во всех странах мира. В первую очередь это связано с тотальным заполнением полигонов ТБО и ростом пластиковых производств. Это объясняется повышением спроса на полимерные материалы, которые применяются во всех сферах жизнедеятельности людей. Только за последний год производство пластмасс выросло на 5%. [1] Российские ученые начали искать пути решения проблемы только с 1989 года, в отличии от индустриально развитых стран, вследствие запоздалого широкого распространения пластиковой промышленности.

The Guardian опубликовало некоммерческое исследование, вызвавшее большой резонанс. Как оказалось в десятках стран мира водопроводная и бутилированная вода в 83% случаев была заражена пластиковыми частицами. В таблице 1 показан процент зараженных проб в каждой стране.

Таблица 1

Микрочастицы пластика в питьевой воде

Страна/часть света	% проб, содержащий пластик
Ливан	94
Эквадор	75
Индия	82
Индонезия	76
Уганда	81
США	94
По всему миру	83

В то же время пластиковые частицы попадают в организм человека через употребляемую им рыбу, мясо, морепродукты. Об этой проблеме пишут множество зарубежных ученых. Испанцы, изучив помет нескольких видов водоплавающих птиц, обитающих на побережьях Испании, утверждают, что большой процент частиц и волокон пластика попадает в организм птиц. [2] В Италии было проведен анализ кожи китовых акул на предмет интоксикации пластиком, было выявлено, что частицы пластика оказывают пагубное воздействие на здоровье акул.[3] Исследование канадских ученых показывает, что в 93% случаев у особей фульмара было обнаружено содержание частиц пластика в желудках .[4] Страдают от про-

блем заражения пластиком и туристы во время отдыха на побережьях. [5, 6] Известно, что волокна пластика содержат и поглощают токсичные химические вещества, а исследования на диких животных показывают, что они высвобождаются в организмах.

Вторичное применение пластика в строительстве

К основным сферам потребления пластика относятся: упаковка, строительство, автомобилестроение и электроника. Как можно наблюдать на диаграмме 1. Строительство в применении пластика занимает важную часть.

С точки зрения обеспечения экологической безопасности территорий актуальным вопросом является вторичное применение пластика в строительстве. Это направление является наиболее перспективным, вследствие смягчения требований к гигиеническим свойствам отделочных материалов по сравнению с требованиями к пищевой упаковке.

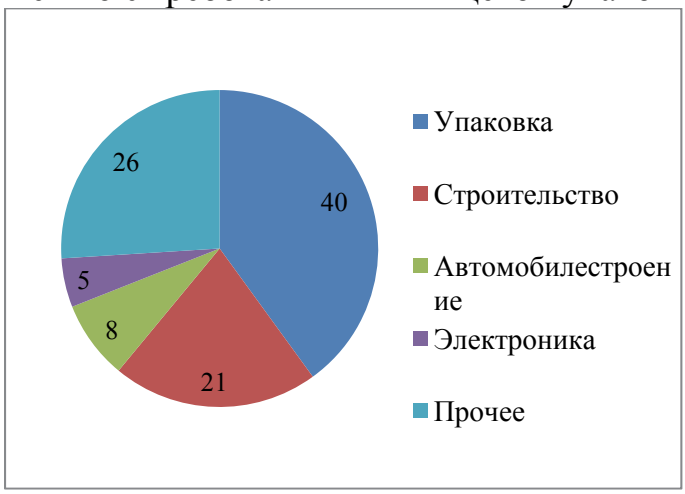


Рис. 1. Сферы применения пластика, %

Данное условие позволяет добавлять к переработанному пластику различные модифицирующие добавки. Основным недостатком пластмасс является его долгое разложение. Это свойство в комплексе с низкими затратами на сырье для благоустройства территорий становится большим преимуществом. В результате вторичное сырье пластмассы становится долговечным и недорогим сырьем. Бордюрные бруски из вторичного пластика могут использоваться в качестве ограждения цветочных клуб, а так же тротуарной плитки. Еще одно интересное применение вторичного пластика это разделительные бортики. Зачастую корневая система растений переплетается и мешает нормальному функционированию и росту. Разделительные бортики из вторичного пластика является решением данной проблемы. Газонные решетки из переработанного пластика могут стать эффективным решением для размещения парковочных мест в условиях сохранения определенной доли зеленых насаждений на участке. На рисунке 2-5 можно увидеть решения по применению вторичного пластика для благоустройства территории.


Рис. 2.


Рис .3.


Рис. 4.


Рис. 5.

Заключение

Проблема хранения пластиковых отходов на полигонах ТБО несомненно является актуальной и требующей особого внимания.[7] Одним из вариантов решения может стать введение добавок, улучшающих гигиенические свойства сырья и использование продуктов производства для благоустройства. К преимуществам использования вторичного пластикового сырья относится его долговечность и низкая стоимость.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Министерство экономического развития Российской Федерации [электронный ресурс] Мониторинг Минэкономразвития РФ о промышленном производстве http://economy.gov.ru (дата обращения 4.11.2017)

2 J.A.Gil-Delgado, D.Guijarro, R.U.Gosálvez, G.M.López-Iborra, A.Ponzd ,A.Velascoe. Presence of plastic particles in waterbirds faeces collected in Spanish lakes. Environmental Pollution. Volume 220, Part A, January 2017, Pages 732-736

3 M. Fossi, M. Baini, C. Panti, M. Galli,B. Jiménez, J. Muñoz-Arnanz,L. Marsili, M. Finoia, D. Ramírez-Macíasd Are whale sharks exposed to persistent organic pollutants and plastic pollution in the Gulf of California (Mexico)? First ecotoxicological investigation using skin biopsies, Aomparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology, Volume 199, September 2017, Pages 48-58

4 S. Avery-Gomma, P. D.O'Hara, L. Kleine, V. Bowes, Laurie K Northern fulmars as biological monitors of trends of plastic pollution in the eastern North Pacific, Marine Pollution Bulletin, Volume 64, Issue 9, September 2012, Pages 1776-1781

5 E. Esiukova, Plastic pollution on the Baltic beaches of Kaliningrad region, Russia. Marine Pollution Bulletin, Volume 114, Issue 2, 30 January 2017, Pages 1072-1080

6 T. Naidoo, D. Glassom, A. J. Smit Plastic pollution in five urban estuaries of KwaZulu-Natal, South Africa. Marine Pollution Bulletin , Volume 101, Issue 1, 15 December 2015, Pages 473-480

7 Марова А.В., Чусов А.Н., Негуляева Н.Ю. Природоохранные технологии на полигонах ТБО. Твердые бытовые отходы, 2007, с. 10-13

УДК 711.558

А. С. Коптева
ФГАОУ ВО «САФУ», Россия
Kopteva A.S.
FSAEI HE «NArFU», Russia

ВЫБОР ТИПА ОБЪЕКТА ВОДНОЙ РЕКРЕАЦИИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ Г. АРХАНГЕЛЬСКА
SELECTION OF TYPE OF WATER RECREATION OBJECT FOR CONSTRUCTION IN ARCHANGELSK CLIMATE CONDITIONS

Аннотация. В статье приводится классификация объектов водной рекреации в зависимости от различных факторов. Выбирается предпочтительный тип объекта водной рекреации, пригодного для строительства в северных климатических условиях.

Ключевые слова: строительство, водная рекреация, яхтклуб, марина.

Abstract. The article categorizes the water recreation objects depending on various factors. The preferable type of the water recreation object suitable for construction in northern climatic conditions is chosen.

Key words: construction, water recreation, yacht club, marina.

Исторически город Архангельск - родина российского регулярного флота, крупный международный порт. В начале 20 века традиции яхтенного наследия и морская парусная практика были приняты созданием Архангельского речного яхтклуба, который является одним из старейших парусных центров страны. Именно поэтому развитие существующих водно-рекреационных объектов и строительство новых является важным звеном в создании качественной развитой инфраструктуры города.

Существует две формы водной рекреации: организованная и самодеятельная. Неорганизованные стоянки туристов на берегах рек и озер наносят ощутимый ущерб прибрежным ландшафтам; самодеятельные туристы на моторных судах создают непредвиденные помехи движению речного транспорта. Спонтанная концентрация малых судов отрицательно влияет на природный комплекс: прибрежная природа и водоемы засоряются нефтепродуктами и бытовыми отходами. Рекомендуется устройство организованной формы рекреации.

Типы рекреационных учреждений обычно классифицируют на основе введения ряда различительных признаков, таких как стационарность, сезонность эксплуатации, функциональная специфика, величина. Стационарные сооружения – это неперемещаемые объекты, рассчитанные на постоянную эксплуатацию до момента полной амортизации [1]; нестационарные соору-

жения являются транспортабельными: это палатки, автоприцепы, сборно-разборные домики. На прибрежной территории г. Архангельска целесообразно размещение как стационарных (эллинги, здание яхтклуба, базы отдыха), так и нестационарных сооружений (причальные сооружения).

Другим критерием деления является сезонность эксплуатации, в связи с чем различаются учреждения круглогодичной и сезонной эксплуатации [1]. Для рекреационных сооружений в северных климатических условиях Северо-Запада рекомендуемыми являются объекты круглогодичной эксплуатации с адаптацией под особенности климата. Сезонная эксплуатация объекта является менее рациональной как с точки зрения окупаемости, так и с социальной точки зрения. Архангельск расположен в 30 км от впадения реки Северной Двины в Белое море. Климат города умеренный, морской, с продолжительной холодной зимой и коротким прохладным летом (средняя температура июля +16 С). Река Северная Двина замерзает в конце октября, вскрывается в апреле-мае. Ледоход бурный, с частыми заторами. С декабря по март по реке оборудуются пешие переправы, толщина льда составляет 40-70 см.

В летний сезон объект водной рекреации рекомендуется использовать по прямому назначению. Комплекс услуг комплекса в летний период может включать в себя стоянки для судов на воде, аренду нестационарных сооружений (туристских суден, беседок для отдыха), услуги по ремонту и обслуживанию судна, услуги инструктора и т.п. В зимний сезон в комплекс предоставляемых услуг рекомендуется ввести аренду инвентаря для зимних видов спорта (коньки, лыжи, снегоходы), акваторию реки использовать как площадку для зимних видов спорта (устройство катка, горок, лыжни), а также предусмотреть возможность консервации и зимнего хранения судов в эллинге. По функциональному профилю следует выделить полифункциональные рекреационные комплексы, в которых совмещены различные функции, и специализированные, где доминирует специализация. Рациональным решением для г. Архангельска является создание крупного полифункционального комплекса, совмещающего в себе рекреационные, туристические, технические функции.

Важным критерием деления рекреационных учреждений является их величина или мощность, которая выражается количеством мест стоянки или числом отдыхающих в пик нагрузки. Одной из ведущих тенденций в мировой, в том числе и отечественной, практике строительства в последнее время стала тенденция уменьшения популярности больших рекреационных комплексов в пользу малых, в частности таких, как некрупные дома отдыха, туристские базы, яхтклубы, кемпинговые поселки. Важное значение для определения оптимальной величины рекреационного комплекса имеют также экологические и психоэмоциональные факторы отдыха. В настоящее время формирование рекреационных комплексов должно учитывать данные критерии, в пику сложившемуся “экономически рентабель-

ному” подходу, который на практике оборачивается чрезмерной эксплуатацией рекреационных ресурсов. Таким образом, при выборе объекта организованной водной рекреации (в частности, яхтклуба с мариной) для строительства в г.Архангельске рекомендуется руководствоваться следующими принципами:

- стационарное сооружение с частично нестационарными конструкциями причала, организации сезонного входа в акваторию;
- предпочтительна круглогодичная эксплуатация объекта с адаптацией под климатические условия города и полной загрузкой как в летний, так и в зимний сезон;
- полифункциональный комплекс с широким спектром услуг и совмещением следующих функций: развлекательная, рекреационная, техническая;
- средняя мощность рекреационного комплекса.

Концепт-схема водно-рекреационного объекта, рекомендованного к строительству в г.Архангельск, приведена на рис.1.

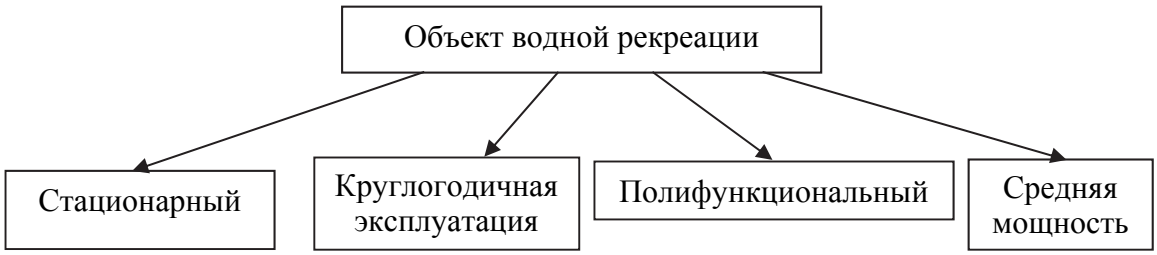


Рис. 1. Концепт-схема объекта водной рекреации

Территория Беломорского побережья обладает значительным природным и культурно-историческим, рекреационным потенциалом. Эти условия открывают возможности для организации оздоровительного отдыха населения. Исходя из этого, становятся актуальными вопросы строительства новых яхтенных комплексов - марин, оптимизации уже существующих комплексов, при сохранении экологического равновесия рекреационных территорий.

Необходимо отметить, что в настоящее время в России не существует какой-либо нормативной базы, охватывающей вопросы зданий и сооружений водной рекреации. Не существует как таковой типологии яхтклубов, их классификации. Для благоприятного развития отрасли водной рекреации, и, в частности, для упрощения вопросов строительства ее объектов очевидна необходимость создания общепринятой классификации водно-рекреационных зданий и сооружений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. А.С.Кусков, В.Л.Голубева, Т.Н.Одинцова. Рекреационная география: Учебно-методический комплекс. МПСИ, Флинта, 2005.

УДК 69.059.73

М. А. Кореневская, П. В. Яциневич, Н. В. Брайла
ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого, Россия
Korenevskaya M.A., Iatsinevich P.V., Braila N.V.
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Russia

ПЕРСПЕКТИВА РЕКОНСТРУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ ПОД ОБЩЕСТВЕННО-ДЕЛОВУЮ ФУНКЦИЮ
PERSPECTIVE OF RECONSTRUCTION OF INDUSTRIAL BUILDINGS UNDER THE PUBLIC-BUSINESS FUNCTION

Аннотация. Статья посвящена анализу перспективы реконструкции зданий промышленного назначения в общественно-деловые. В статье обосновывается актуальность данного вопроса, в частности в городе Санкт-Петербург. Рассматривается примеры наиболее часто используемых направлений реконструкций промышленных зданий, производится анализ их перспективности и вводятся предложения реконструкций зданий в общественно-деловое назначение.

Ключевые слова: реконструкция, промышленные здания, общественно-деловые здания.

Abstract. The article is devoted to the analysis of the prospects of reconstruction of industrial buildings for public and business purposes. The article proves the relevance of this issue, in particular, in the city of St. Petersburg. Examples of the most frequently used areas of reconstruction of industrial buildings are considered, an analysis of their prospects is made and proposals for the reconstruction of buildings for public and business purposes are introduced.

Key words: reconstruction, industrial buildings, public and business.

Начиная с 1930-х годов в СССР развивается процесс индустриализации, преобладающей сферой экономики становится промышленность, в первую очередь тяжелая. [1] Это было связано с политикой власти, направленной на развитие производства, повышение обороноспособности и укрепление энергетической базы страны. В данный исторический период велась активная застройка промышленными объектами городов СССР, так же и не утратили свое значение дореволюционные заводы. Однако, в связи с распадом СССР с 90-х годов началось закрытие промышленных объектов, научно-исследовательских институтов. Кроме того, еще функционирующие заводы были перенесены на окраины городов с целью освобождения привлекательных инвестиционных территорий и решения экологиче-

ских проблем городов. Таким образом, на сегодняшний день многие из этих зданий не эксплуатируются на протяжении десятилетий. Отсутствие должного обслуживания опустевших зданий приводит к повышению ускоренному накоплению физического износа конструкций. В связи с этим стоит вопрос или экономически дорогостоящего сноса существующих зданий и нового строительства на их территориях, или реконструкции объектов с изменением их функционального назначения [2]. Как правило, реконструкция, подразумевающая минимальное вмешательство в объемно-пространственные характеристики здания [3], является наиболее выгодным решением. Более подробный анализ обоснования инвестиций в проекты реконструкции представлен в [4].

Рассмотрим актуальность реконструкции промышленных объектов на примере города Санкт-Петербург. Освоение территорий города в середине 20 века основывалось на промышленной застройке зон, находящихся в непосредственной близости от центральной части города, таким образом и был образован проблемный «серый пояс» вдоль Обводного канала г. Санкт-Петербург (рис. 1) [5].

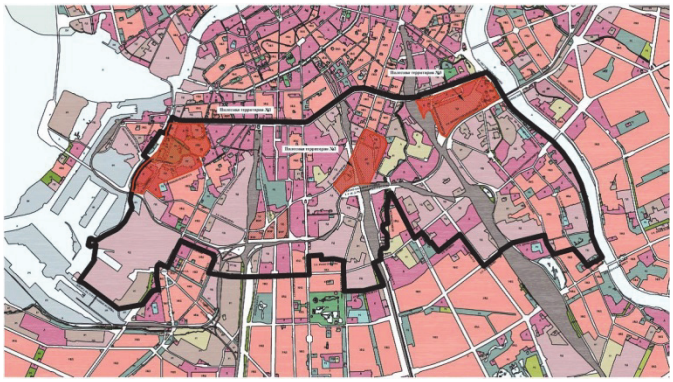


Рис. 1. «Серый пояс» города Санкт-Петербург

С течением времени большинство промышленных площадок Петербурга оказалось невостребованными или перенесено за границу города для улучшения экологического фона, а образовавшиеся промышленные зоны стали неуместным разделением между центральной частью города и спальными районами.

Таким образом, вопрос реконструкции промышленных объектов, а иногда и целого комплекса территорий очень актуален.

Особенно интересен мировой опыт реконструкции промышленных объектов, так как новое функциональное назначение зданий варьируется от хостела до парка аттракционов.

Закрытая еще в 1983 году лондонская угольная электростанция Battersea в скором времени наконец-то приобретет новую функцию. На ее базе планируется открытие тематического парка развлечений, посвященного истории английской промышленности. Главным же объектом этого

комплекса станут необычные американские горки, проходящие через все уровни здания, в том числе, и внутри него (рис. 2 а).

В итальянском городе Лайнате, проведя реконструкцию, превратили старый карамельный завод в современный офисный центр, настоящий шедевр архитектуры (рис. 2 б) [6].





Рис. 2. Примеры реконструкции промышленных зданий:
а – Парк развлечений на территории угольной электростанции Battersea, Лондон; б – Офисный центр в здании бывшего карамельного завода, Лейнат

В Российской Федерации при реконструкции пустующих промышленных объектов существует тенденция создания арт-пространств, которые не имеют жестких требований для их размещения: такие пространства могут быть расположены как в небольшой квартире, так и в крупном неэксплуатируемом промышленном объекте. Например, здание бывшего завода «Красный треугольник», расположенный на наб. Обводного канала, д. 134 (рис. 3), планируется реконструировать в объект искусства и превратить бывшую промышленную зону в центр андеграунда [7].



Рис. 3. Завод «Красный треугольник», г. Санкт-Петербург

Безусловно, данные проекты не требует больших затрат при реконструкции помещений, так как практически любое здание или помещение можно адаптировать под арт-пространство с минимальными модификациями. Однако, подобный способ использования промышленных зданий в

Санкт-Петербург известен уже давно, по данным [8] в Санкт-Петербурге уже создано креативных пространств суммарной площадью 300 тыс. кв. м, например, Новая Голландия и Лофт проект Этажи. Первоначально это позволяет увеличить пешеходный поток и привлечь внимание. Однако, прибыльность данной концепции ставится под сомнение [8], из-за особенностей ее востребованности и направления деятельности. Специфика данных площадок, наличие конкурентной среды показывают, что дальнейшее увеличение числа таких объектов будет не востребовано посетителями.

Промышленные здания имеют огромные площади и разнообразную объемно-планировочную структуру, что позволяет реализовывать многофункциональное применение существующих пространств, включая спортивные центры, бассейны, гостиницы и т.д. Арт-площадка – это зачастую лишь наименее затратный и рисковый вариант для девелопера. Так же особенность данной сферы деятельности в ее разовости для посетителя. Например, если после реконструкции спортивный центр регулярно востребован и имеет постоянных посетителей, то в центре андеграунда количество посещений зависит от частоты смены выставки.

Таким образом, при выборе нового функционального назначения будущего объекта реконструкций стоит учитывать, как востребованность данного класса зданий, так и экономическую выгоду для инвестора, а значит простоту реализации проекта. Для определения наиболее привлекательной для инвесторов категории объектов обратимся к исторической особенности организации промышленных районов.

При организации промышленного пространства в СССР велось комплексное освоение территории, помимо строительства заводов были благоустроены и окружающие микрорайоны. Около каждого крупного предприятия строились дома для рабочих и парковые зоны, это соответствовало требованиям советского жителя и нормам социальной инфраструктуры того времени. Постепенно требования по обеспечению социально-культурного досуга населения изменились: стало строиться больше кинотеатров, торговых центров, спортивных комплексов, кафе-ресторанов, выставочных пространств. Однако, в исторически сложившихся промышленных районах Санкт-Петербурга наблюдается отсутствие доступных площадей для данного вида строительства, и жители оказываются вынужденными совершать миграции из своего микрорайона в другие части города. Таким образом, можно сделать вывод, что общественно-деловые объекты — это наиболее выгодные направления для реконструкции.

Рассмотрим вопрос простоты реализации проекта реконструкции. Промышленные здания обычно представляют собой многокорпусные объекты. Назначение одного или нескольких корпусов, как правило, административно-хозяйственное, в основном имеющее планировку кабинетно-коридорного типа. При реконструкции данные площади можно использо-

вать под коммерческие помещения бизнес-центров, гостиничные номера, административные кабинеты. Остальная часть корпусов промышленных зданий характеризуются большими пролетами, для размещения складов, оборудования и т.д. Данные пространства можно выгодно реорганизовать в спортивные залы, бассейны, выставочные зоны, кинотеатры.

К примеру, в городе Гуанчжоу (Китай) после закрытия одного из крупнейших заводов начали его реконструкцию в многофункциональный комплекс Xintiandi Factory, включающий в себя торговые площади, а также бизнес-центр и гостиничные пространства (рис. 4) [6].

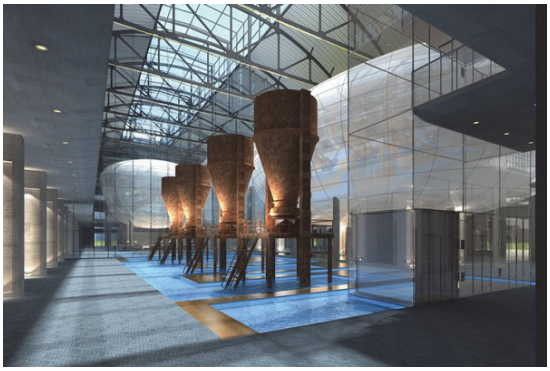


Рис. 4. Многофункциональный центр Xintiandi Factory, Гуанчжоу

В Копенгагене был реализован проект реконструкции двух складских помещений с минимальным вмешательством во внешний облик здания (рис. 5). Этот принцип обеспечен необходимыми объемно-планировочными характеристиками зданий: удобный шаг конструкций и нарезка на этажи, традиционное рамное остекление заданного ритма. Оба здания складов расположены достаточно плотно друг к другу. По этой причине необходимые для функционирования отеля службы расположены вдоль близко отстоящих друг от друга граней объемов. Номера же спроектированы так, чтобы обеспечить прекрасный вид на набережную со всех точек [9].



Рис. 5. Реконструкция складских зданий, Копенгаген

Таким образом, основываясь на анализе зарубежного и российского опыта, можно сделать вывод, что реконструкция промышленных зданий в

общественно-деловое назначение — это перспективный путь развития производственных районов города. Это связано с тем, что большие площади заводов и исследовательских институтов можно грамотно использовать под многофункциональные объекты, имеющие востребованность среди населения. А сам процесс реконструкции является более выгодным, чем новое строительство после сноса существующих объектов, так как сохраняются большинство несущих конструкций и объемно-пространственные характеристики здания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Орельчикова А.Ю., Индустриализация в СССР: учеб. пос. М.: МИИТ, 2006. 22 с.
2. Zivkovic M., Oliynyk O., Murgul V.A. Reconstruction of Urban Areas: Sustainable Strategy of Obsolete Building Conversion to Residential Uses. // СУЗИС. 2016. № 1(40). С. 102–111.
3. Назарова М.В., Современный опыт реконструкции объектов промышленной архитектуры под здания жилого назначения в Санкт-Петербурге и Москве// Архитектура и строительство России. 2013. № 11. С. 32–39
4. Комаров Ю.П., Пилевич Н.О., Смирнов Е.А., Симанкина Т. Л. Обоснование инвестиций в проекты реконструкций. // Инженерно-строительный журнал. 2017. № 3 (20). С. 211–218.
5. Правительство Санкт-Петербурга Комитет по градостроительству и архитектуре // Презентация международного закрытого архитектурно-градостроительного конкурса на разработку Концепции преобразования «серого пояса» Санкт-Петербурга. URL:https://old.kgainfo.spb.ru/news/1903.html (дата обращения: 20.11.2017).
6. Novate // Бывшие фабрики, бывшие заводы. ТОП-10 примеров промышленной реновации. URL: http://www.novate.ru/blogs/250313/22729/ (дата обращения: 21.11.2017).
7. Peterburg2 Журнал о событиях и местах Петербурга // Завод Красный треугольник. URL: https://peterburg2.ru/restplaces/zavod-krasnyy-treugolnik-11912.html (дата обращения: 19.11.2017).
8. АСН-инфо – строительные новости СПб и Ленобласти // Креатив наТележной. URL: https://asninfo.ru/magazines/html-version/770-spb/16824-kreativ-na-telezhnoy (дата обращения: 20.11.2017).
9. Назарова М.В. Современный опыт реконструкции объектов промышленной архитектуры под жильё (Европа, США, Австралия) // Международный электронный научно-образовательный журнал “Architecture and Modern Information Technologies”. 2017. № 3 (24). С. 13-17

УДК 624.971.2

В. И. Корсун, Г. А. Швец, П. Ю. Оноев
ФГАОУ ВО «СПбПУ», Россия
Korsun V.I., Shvets G.A., Onoev P.U.
SPbPolyTechU, Russia

ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ БАШЕННЫЕ ВЫТЯЖНЫЕ ГРАДИРНИ
NATURAL DRAUGHT REINFORCED CONCRETE COOLING TOWERS

Аннотация. Рассмотрен опыт проектирования и строительства железобетонных башенных вытяжных градирен российскими, германскими, французскими и английскими специалистами. Проанализированы положительные и отрицательные примеры.

Ключевые слова: градирни, железобетон, анализ, проектирование, примеры объектов, сооружения башенного типа, строительство.

Abstract. The experience of design and construction of reinforced concrete natural draught cooling towers by Russian, German, French and English experts is considered. Positive and negative examples are analyzed.

Key words: cooling towers, reinforced concrete, analysis, design, examples of objects, tower structure, construction.

Градирня – это строительное сооружение, предназначенное для охлаждения воды в замкнутом теплообменном контуре.

В 1915 году голландцы Итерсон и Куйпер построили вытяжную башенную градирню гиперболической формы из монолитного железобетона высотой 35 метров. В момент написания этих строк самым высоким сооружением подобного типа является градирня на ТЭС «Кализинд» в Индии – 202 метра.

Подобный рост высоты, а соответственно и мощности градирен связан с ростом производительности энергетических установок электростанций и увеличением потребности в их охлаждении.

Разумеется, этот процесс будет продолжаться и в будущем, наиболее вероятные способы решения данной проблемы [1]:

– увеличение количества градирен на площадке;

– сооружение градирен с еще большей производительностью;

– применение принудительной тяги воздуха в градирнях с естественной тягой.

Например, на ТЭС мощностью 1200 МВт расход воды для охлаждения составляет 160 тыс. $м^3$/ч, а на ТЭС мощностью 2400 МВт – 300 тыс. $м^3$/ч. При такой скорости потребления воды площадь пруда-охладителя должна рассчитываться из соотношения 0,4 Га на 1 МВт [2]. В условиях

городской или промышленной застройки, организация подобного водоема становится практически невозможной. Решением проблемы становится строительство градирен.

Темы исследования, проектирования и эксплуатации градирен настолько актуальны в мире, что в 2004 году в Стамбуле (Турция) прошел пятый по счету интернациональный симпозиум, посвященный башенным градирням с естественной тягой [3]. Темы представленных докладов охватывали весь спектр вопросов от проектирования до сноса градирен.

Отечественный опыт

В России существует несколько документов о конструировании градирен:

– СП 43.13330.2012 «Сооружения промышленных предприятий» [4];

– Пособие к СНиП 2.04.02-84 «Пособие по проектированию градирен» [5];

– СП «Конструкции железобетонные и бетонные градирен. Правила проектирования» [6].

Последним из перечисленных документов является готовящийся к выпуску Свод Правил.

Как пример работы российских проектировщиков можно рассмотреть башенные градирни Калининской АЭС. Их основные геометрические размеры:

– высота вытяжной башни – 150 м;

– радиус вытяжной башни на отм. 150.000 м – 37.350 м

на отм. 10.000 м – 58.750 м

на отм. 11.150 м – 58.394 м

– высота воздуховодных окон – 10.000 м.

Оболочка вытяжной башни имеет форму гиперболоида вращения и выполняется в переставной опалубке в монолитном железобетоне (рис. 1).

Оболочка вытяжной башни опирается на 44 пары стоек восьмигранного сечения, $d_{вп}$=900 мм, из сборного железобетона.

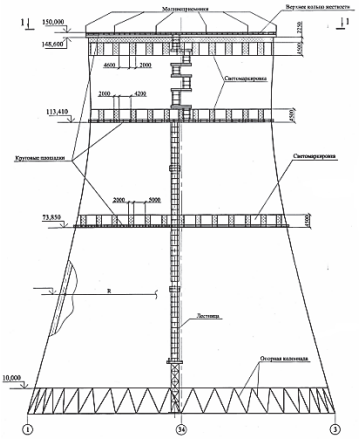


Рис. 1. Общий вид оболочек градирен Калининской АЭС

Как правило, градирни возводятся при помощи башенного крана установленного в ее центре. Однако в СССР применялись довольно оригинальные технологические решения, например, Т-образный кран (рис. 2а) или агрегат «640» (рис. 2б) [2].

а) б)

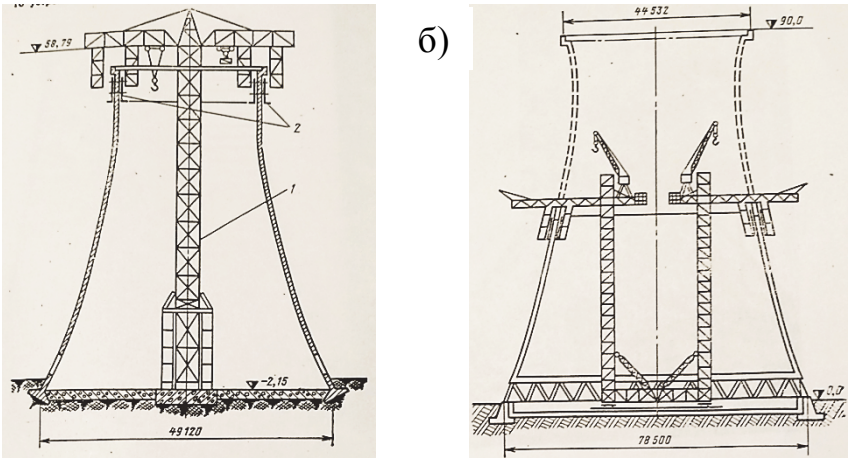


Рис. 2. Агрегаты для возведения оболочек градирен: а – Т-образный кран; б – агрегат «640»

Опыт ФРГ

В 2001 году на ТЭС «Нидераусем» (ФРГ) была построена новая градирня высотой 200 метров. На данный момент она является второй по высоте градирней в мире.

Основные геометрические характеристики градирни [7]:

– диаметр у основания башни 152,54 м;

– диаметр на отметке верха колоннады 136 м;

– диаметр горловины 85,26 м;

– диаметр устья 88,41 м;

– высота башни 200 м.

а) б)

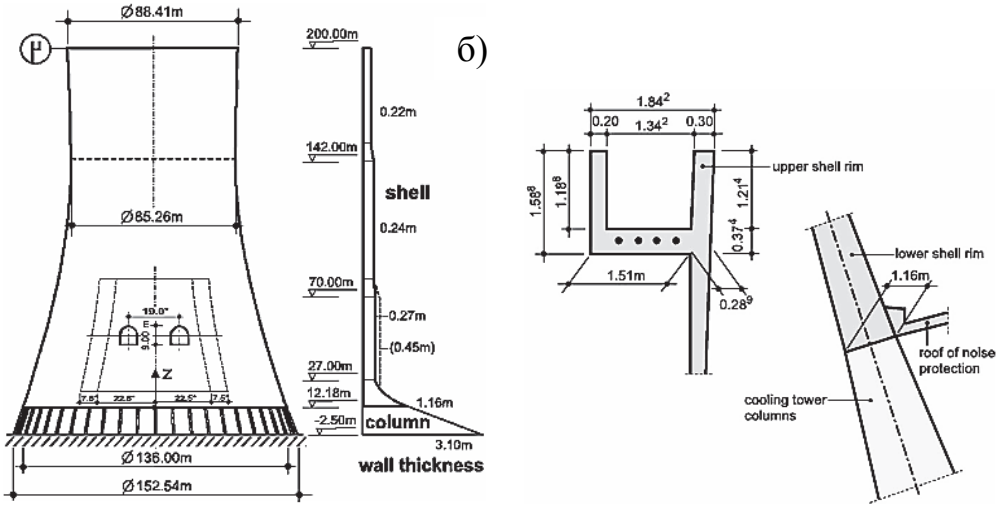


Рис. 3. Градирня «Нидераусем»: а – форма и сечение башни; б – верхнее кольцо жесткости и опорное кольцо

Толщина оболочки градирни в верхней ее части составляет 0,22 м, на отметке 142 метра она увеличивается до 0,24 м, а на отметке 70 метров – до 0,27 м. Она изготовлена из кислотостойкого бетона с прочностью на сжатие 85 Н/мм^2 SRB-ARHPC 85/35 (рис. 3а) [7].

Верхнее кольцо жесткости принято U-образным высотой 1,2 м и шириной 1,51 м. В целях увеличения трещиностойкости оно усилено четырьмя предварительно напряженными канатами SUSPA каждый из восьми стержней площадью сечения 150 мм^2. Качество стали 1570/1770 Н/мм^2 (рис. 3б) [7].

Толщина опорного кольца оболочки составляет 1,16 м (рис. 3б) [7].

Башня градирни опирается на 48 меридиональных колонн высотой 14,68 м из железобетона С 45/55 по Еврокоду ЕС 2. Их ширина 1,4 м, а толщина изменяется от 1,16 м сверху до 3,1 м снизу [7].

В свою очередь колонны опираются на фундаментное железобетонное кольцо сечением 6,6х1,8 м [7].

Водосборный бассейн имеет толщину днища и стенок 0,2 м и выполнен из водостойкого бетона С 30/37. Он покоится на бетонном основании в 0,15 м из бетона С 12/15 [7].

Каркас оросителя выполнен из сборного железобетона марки SRB-ARHPC 85/35 [7].

Характерной особенностью данной градирни являются две дымовые трубы диаметром 6,5 м, входящие в градирню на высоте 49 м. Для них в оболочке спроектированы два отверстия диаметром 9 м. Расстояние между осями этих отверстий 14 м. Они являются серьезным ослаблением в конструкции башни. В целях компенсации дополнительных напряжений оболочка градирни в месте примыкания труб утолщена до 0,45 м и имеет дополнительное армирование [7].

Опыт Франции

На немецкой электростанции «Вайсвеллер» в 1967 г. была введена в эксплуатацию башенная градирня по французскому проекту. Рассмотрим ее, как пример работы французских инженеров [1].

Основные геометрические параметры градирни [1]:

– диаметр башни на отметке верха несущей колоннады 71 м;
– диаметр шатра на высоте оросителя 97,5 м;
– диаметр «горла» башни 44,5 м;
– диаметр устья башни 50,1 м;
– диаметр основания башни 77,5 м;
– высота башни от уровня земли 104 м;
– общая высота оросителя 10 м;
– напор водораспределения 9,2 м;
– ширина чисто поперечноточной части оросителя 10 м;

– глубина бассейна 1,8 м.

Французская фирма «Конье» была привлечена к строительству данной градирни в качестве субподрядчика. После сооружения верхнего опорного кольца началась установка запатентованной этой фирмой переставной опалубки с передвижными механизированными подмостями [1].

Эта система состоит из рамных каркасных ферм высотой 11,2 м и шириной 2 м. На внутренней части оболочки к этим фермам крепятся 3 рабочие площадки подмостей, а с наружной – одна. Несущие рамные фермы передвигаются по направляющим, которые закреплены на ранее сооруженной части оболочки [1].

Для бетонирования оболочки применялась переставная щитовая опалубка из дубовых досок толщиной 36 мм и высотой 1 м. В связи с изменяющимся диаметром башни число щитов в горизонтальном направление менялось [1].

Бетонирование производилось со скоростью 1 м в смену [1].

Подача бетона осуществлялась при помощи восьми равномерно расположенных по периметру лебедок, закрепленных на ранее забетонированных частях башни [1].

Прочность бетона достигала через 48 часов 160 кгс/см^3 [1].

Строительство оболочки градирни было завершено за 4 месяца летнего периода. Все работы по возведению башни (включая фундамент и бассейн) были завершены за 9 месяцев – с марта по ноябрь 1966 г [1].

Опыт Великобритании

В Великобритании для градирен Британским Институтом Стандартов (BSI) разработан специальный стандарт в четырех частях:

– BS 4485-1:1969 «Словарь терминов»;

– BS 4485-2:1988 «Методы тестирования производительности»;

– BS 4485-3:1988 «Свод практических правил по тепловому и функциональному дизайну»;

– BS 4485-4:1996 «Свод практических правил для проектирования и строительства».

Данный свод правил разработан для градирен высотой не более 170 м. Следует отметить, что BS 4485-4:1996 не обязывает своих пользователей армировать оболочку градирни в два слоя при ее толщине менее 160 мм.

Выводы

Промышленно развитые страны, такие как ФРГ и Англия, имеют большой опыт возведения и конструирования градирен. Нашей стране необходимо перенимать этот опыт и адаптировать его для собственных специфичных условий. Это будет крайне способствовать развитию российской энергетики, поскольку как было сказано вначале строительство все

более и более эффективных градирен это один из способов решения (и, пожалуй, самый предпочтительный) проблемы охлаждения современных энергетических установок.

В частности следует отметить: использование предварительно напряженной арматуры, охлаждение дымовых газов в градирнях, применение самодвижущихся подмостей и отказ от башенного крана при возведении башни.

В тоже время существуют примеры зарубежных конструктивных решений, которые можно считать неудачными. Например, это использование колонн прямоугольного сечения (они менее эффективны и сильнее подвержены каррозии), а также допущение английскими нормами армирования оболочки градирни в один слой (это не учитывает всех напряжений возникающих в ней в процессе эксплуатации, подобное армирование привело к авариям в Польше).

Не стоит слепо копировать решения западных коллег, предварительно их стоит сопоставлять с обширным российским опытом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Недвига Ю.С., Васильев А.П. Градирни ФРГ. Л.: Энергия, 1974. 68 с.

2. Сапожников Ф.В. Серийное строительство тепловых электростанций. М.: Энергия, 1977. 224 с.

3. Natural Draught Cooling Towers: proceedings of the fifth international symposium on natural draught cooling towers; под ред. I. Mungan, U. Wittek. Стамбул: CRC Press, 2004. 385 с.

4. СП 43.13330.2012. Сооружения промышленных предприятий // Техэксперт: профессиональные справочные системы. 2017. URL: http://docs.cntd.ru/document/1200092709 (дата обращения: 24.11.2017).

5. Пособие к СНиП 2.04.02-84. Пособие по проектированию градирен // Знайтовар.Ру – торговля, бизнес, товароведение, экспертиза. 2017. URL: https://znaytovar.ru/gost/2/Posobie_k_SNiP_2040284_ Posobie2.html (дата обращения: 24.11.2017).

6. СП. Первая редакция. Конструкции железобетонные и бетонные градирен. Правила проектирования // DOCPLAYER. 2017. URL: http://docplayer.ru/28255586-Konstrukcii-zhelezobetonnye-i-betonnye-gradiren-pravila-proektirovaniya.html (дата обращения: 27.11.2017).

7. Busch D., Harte R., Kratzig W.B., Montag U. New natural draft cooling tower of 200 m of height // Engineering Structures. 2002. № 24. С. 1509-1521.

УДК 69.059.14

Д. С. Корягин
ФГАОУ ВО «СПбПУ», Россия
Koryagin D.S.
SPbPU, Russia

АНАЛИЗ ПЕРЕДОВЫХ МЕТОДОВ ОРГАНИЗАЦИИ ТРУДА ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ СТРОИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ НА ОБЪЕКТАХ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ
ANALYSIS OF ADVANCED METHODS OF ORGANIZATION OF LABOR IN THE IMPLEMENTATION OF BUILDING CONTROL ON OBJECTS OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE

Аннотация. Статья посвящена вопросам организации труда инженера строительного контроля при строительстве объектов транспортной инфраструктуры. Выявлена и обоснована необходимость использования новых и технологичных методов осуществления строительного контроля. Особое внимание обращается на программные комплексы, позволяющие в разы улучшить качество работ и сократить сроки строительства.

Ключевые слова: строительство, строительный контроль, транспортная инфраструктура, автоматизация.

Abstract. The article is devoted to the organization of labor of construction control during the construction of transport infrastructure facilities. The necessity of using new and technological methods of building control is revealed and justified. Particular attention is drawn to software packages that allow you to improve the quality of work and reduce construction time.

Key words: structure, building control, transport infrastructure, automation.

В статье рассмотрены и проанализированы задачи, функции и методы организации труда строительного контроля. Рассматриваются современные комплексы программ, позволяющие повысить производительность труда. Показывается, что использование различных методов позволяет обеспечить высокое качество строительства, автоматизированную систему работы и удовлетворенность заказчиком услугами, проводимые строительным контролем.

Строительный контроль проводится в процессе строительства, реконструкции, капитального ремонта объектов капитального строительства в целях проверки соответствия выполняемых работ проектной документации, требованиям технических регламентов, результатам инженерных изысканий, требованиям градостроительного плана земельного участка [1].

Основной целью осуществления строительного контроля федеральных автомобильных дорог является недопущение приёмки дорожно-строительных работ, выполненных с нарушением требований проектной документации, утверждённой в установленном порядке [2].

Строительный контроль в РФ осуществляется согласно статье 53 Градостроительного кодекса Российской Федерации от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ [1] и постановлению правительства РФ от 21 июня 2010 г. № 468 «О порядке проведения строительного контроля при осуществлении строительства, реконструкции, капитального ремонта объектов капитального строительства» как подзаконному акту в настоящем направлении [3]. Строительный контроль является многоуровневой интегрированной системой и состоит из строительного контроля застройщика (заказчика), лабораторного контроля, геодезического контроля, производственного контроля, авторского надзора, контроля по вопросам инженерных изысканий.

К основным функциям строительного контроля можно отнести:

– Входной контроль качества и полноты РД, ППР, Технологических карт, схем и регламентов;

– Входной контроль применяемых строительных материалов, изделий, конструкций и оборудования;

– Ежедневный контроль качества выполнения всех видов работ на объекте, включая контроль выполнения технологических операций;

– Контроль полноты и правильности оформления исполнительной документации в соответствии с требованиями Росавтодора и Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору;

– Подтверждение объёмов выполненных работ, их качества и соответствия проекту путём подписания актов освидетельствования скрытых работ и актов приёмки ответственных конструкций с ведомостями промеров, исполнительными профилями и схемами;

– Составление ежемесячных отчётов о своей деятельности на объекте и произведённых работах. Обеспечение фото-мониторинга характерных этапов на участках объекта во время строительства, фиксируя основные технологические операции в ходе выполнения и после завершения строительства с предоставлением фотодокументов в отчётах [4,8].

Следовательно, для того, чтобы строительный контроль более качественно и быстро производил свою работу, необходимо применять передовые методы по организации труда при осуществлении строительного контроля. Какие именно, рассмотрим ниже.

1. Выполнение контроля службой главных специалистов центрального офиса, то есть проведение плановых инспекционных проверок.

Ежеквартально проводится анализ результатов этих проверок, и на основе этого анализа выполняется корректировка работы службы строительного контроля на участках строительства. Это дает возможность по-

стоянно совершенствовать качество работы службы строительного контроля и избегать повторения выявляемых несоответствий.

2. Индивидуально для каждого объекта определяется структурная группа строительного контроля, см. рис. 1.

При определении структуры группы строительного контроля на объекте руководствуются особенностями объекта и технического задания Заказчика, действующей нормативной документацией и внутренними стандартами организации. Внутренние стандарты описывают отдельные внутренние бизнес-процессы и взаимодействие специалистов при их осуществлении. Это позволяет гибко подходить к формированию группы строительного контроля из специалистов различных направлений, как из отдельных «кубиков», добиваясь максимальной полноты удовлетворения потребностей Заказчика в каждом конкретном случае.

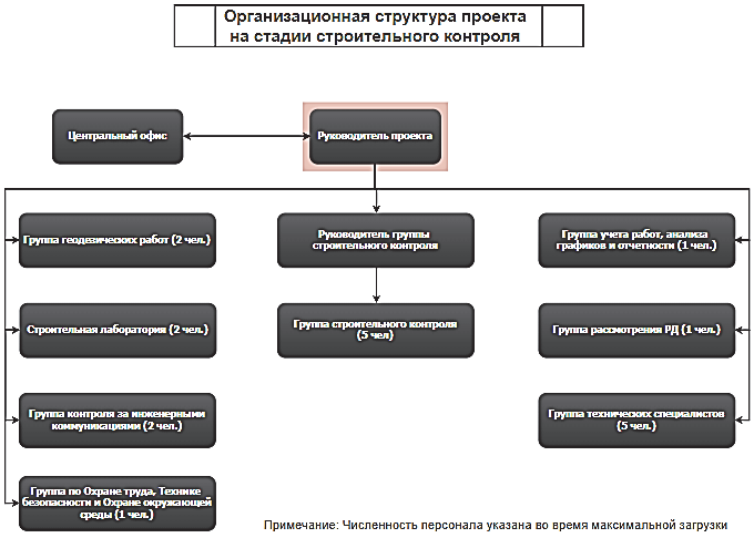


Рис. 1. Схема организации строительного контроля

3. Обучение и переподготовка на курсах повышения квалификации всех специалистов службы строительного контроля по программе «Строительный надзор и контроль на объектах строительства (автомобильные дороги и аэродромы, мосты. Эстакады и путепроводы)» и по другим программам, в том числе подготовка специалистов сварочного производства (ВИК, УЗД), специалистов по антикоррозионной защите, геодезии, внешним инженерным сетям (не реже 1 раза в 5 лет).

Это обеспечивает возможность специалистам службы строительного контроля поддерживать высокую профессиональную подготовку [9,10].

4. На объектах используется современное IT оборудование: стационарные компьютеры, ноутбуки и планшетные компьютеры в сочетании с высокоскоростной беспроводной электронной связью.

Это позволяет в короткие сроки наладить оперативную связь между центральным офисом и офисом, расположенным на строительном объекте,

а также установить стабильную связь со специалистами на удаленных строительных участках объекта.

Новейшее программное обеспечение, установленное на ПК специалистов организации, позволяет выполнять задачи любой сложности по обработке информации, а также по её сбору и безопасному хранению.

5. Исполнителю для координации работы по рассмотрению Рабочей, Технологической и Проектной документации желательно использовать программное обеспечение VitroCAD с целью автоматизации процесса и возможности контроля результатов на всех ее этапах.

Используемый модуль технической экспертизы в VitroCAD имеет следующие преимущества перед обычным процессом документооборота:

– внесение и хранение всех данных в одной программе;

– автоматический контроль сроков рассмотрения документации;

– возможность удаленного рассмотрения документов и составления карточек замечаний;

– увеличение скорости выполнения операций за счёт автоматизации процессов;

– возможность электронного подписания документов;

– наличие удобного поиска документов по базе программы;

– возможность контроля стадии рассмотрения документа в любое время;

– автоматическое формирование отчетности.

Оценим экономический эффект, а также скорость осуществления операций при использовании программного комплекса VitroCAD перед обычным документооборотом.

За 1 восьмичасовой рабочий день 1 офис-менеджер с командой технических экспертов может внести 30 отправленных на рассмотрение документов в систему, подготовить на них ответы и отправить их с письмами Заказчику при использовании программного комплекса VitroCAD, при выполнении задач по средствам обычного документооборота число обработанных запросов составит только 15 [5].

Время и человеческие ресурсы экономятся на следующих позициях:

– технические эксперты получают документы в электронном виде через интернет - не требуется время на их передачу;

– поручения на рассмотрение раздаются в программе;

– может быть использовано электронное визирование документов;

– карточка замечаний подготавливается техническим экспертом в программе и ее оформление не требует времени от офис-менеджера;

– в программу заносятся шаблоны исходящих писем - требуется меньше времени на их составление;

– программа автоматически формирует необходимые отчеты, то есть не требуется дополнительный сотрудник для ведения общего реестра

поступившей документации, ежемесячного отчета по рассмотренной документации и реестра долгов.

– программа сильно уменьшает возможность совершения ошибок за счет контроля заполнения необходимых полей и самопроверки.

Принимая показатели эффективности и скорости документооборота с использованием программного комплекса VitroCAD:

Экономический эффект - требуется на одного специалиста меньше (отчетность по документообороту формируется автоматически)

Скорость выполнения цикла + 100 %

6. Создание онлайн-систем на основе 3D- и 4D-технологий при контроле за реализацией строительного проекта – эффективный инструмент для решения задач контроля за инвестициями в строительство.

Данная технология подразумевает: создание подробных трехмерных моделей объекта; синхронизация фотографий и видеопотоков со строительной площадки с изменяющейся во времени трехмерной моделью; онлайн-мониторинг хода строительства.

7. Для работы используются программные пакеты Autodesk Civil 3D 2018 и AutoCAD 2018.

Это позволяет специалистам рассматривать как рабочие чертежи, так и исполнительные, непосредственно на объекте работ без использования бумажного носителя.

8. Для осуществления работ с базой нормативной документации применяются программы: Кодекс-Техэксперт, NormCAD и NormaCS, которые позволяют специалистам очень оперативно уточнить требования нормативной документации непосредственно на объекте и своевременно получать информацию о внесении изменений в нормативную базу.

9. Создание корпоративной почты для передачи данных и обмена информацией с использованием программы Outlook. Эта программа позволяет в одном приложении объединить электронную почту, календарь занятости специалиста, назначать и отслеживать исполнение поставленных задач и организовывать проведение совещаний в удобное для участников время. Это очень помогает оптимизировать рабочее время специалистов.

Так же в качестве оперативной связи при решении рабочих вопросов используется программа Lync, которая обеспечивает возможность проведения видеоконференций, т.е. помогает провести необходимые консультации в режиме реального времени между специалистами удаленными друг от друга.

10. Создаются специальные серверы для обработки и накапливания информации по каждому проекту в отдельности, работающие в режиме удаленного доступа. Доступ на эти серверы организован по приоритетному принципу, что обеспечивает невозможность потери информации.

11. Для фото-фиксации технологических процессов, фотографирования частей и общих видов сооружаемых объектов используются фотоаппа-

раты с GPS – приемником (типа Nikon COOLPIX AW110), которые позволяют, с помощью мобильной связи, передавать фотографии с места съемки заинтересованным сторонам, с указанием даты, времени и географических координат. Переданные фотографии, благодаря наличию географических координат, можно привязать к карте строительства, либо картам Google, что во много раз повышает их информативность и гарантирует точное положение места съемки.

В заключение можно сказать, что использование современного коммуникационного оборудования в сочетании с применением передовых методов организации и управления производственными процессами даёт нам возможность существенно повысить производительность при сохранении стандарта оказания услуг по строительному контролю.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Градостроительный кодекс РФ (редакция, действующая с 30 сентября 2017 г.).
2. Постановление Правительства РФ от 21 июня 2010 г. № 468 «О порядке проведения строительного контроля при осуществлении строительства, реконструкции, капитального ремонта объектов капитального строительства».
3. ОДМ 218.7.001–2009. Рекомендации по осуществлению строительного контроля на федеральных автомобильных дорогах.
4. СП 48.13330.2011. Организация строительства.
5. VITRO [Электронный ресурс]: г. Москва: http://vitro-cad.ru/products (дата обращения: 20.10.2017).
6. Четверик Н.П. «Лабораторный контроль в рамках строительного контроля как основание системы безопасности в строительстве» // журнал «Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века» №5, г. Москва, 2011 г. - С. 23-24.
7. Сарычев Д.С., Скворцов А.В. «Автоматизированная технология изысканий в строительном контроле» // журнал «САПР и ГИС автомобильных дорог» №1, г. Томск, 2016 г. – С. 22-23.
8. Брайла Н.В., Лазарев Ю.Г., Романович М.А., Симанкина Т.Л., Улыбин А.В. «Современные проблемы строительной науки, техники и технологии» // учебное пособие СПбПУ, г. Санкт-Петербург, 2017 г.
9. Лазарев Ю.Г., Синицына Е.Б. «Современное состояние проблемы совершенствования транспортной инфраструктуры» // журнал «Технико-технологические проблемы сервиса» №1, г. Санкт-Петербург, 2013 г. – С. 71-74.
10. Методическое пособие «Строительный контроль» (под общей редакцией д.т.н., профессора В.С. Котельникова), г. Москва, 2011 г.

УДК 693.827

К. С. Кудрявцев
ФГАОУ ВО «СПбПУ», Россия
Kudryavtsev K.S.
FAEI HE «SPbPU», Russia

ЛЕГКИЕ СТАЛЬНЫЕ ТОНКОСТЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ
LIGHT STEEL THIN-WALLED STRUCTURES

Аннотация. В статье рассмотрены одна из наиболее перспективных направлений развития быстровозводимых зданий и сооружений - применение ЛСТК. Здания, построенные по каркасной технологии с использованием легких стальных тонкостенных конструкций, оказываются наиболее эффективными с точки зрения энергосбережения.

Ключевые слова: строительство, конструкции, легкие стальные тонкостенные конструкции, профили.

Abstract. The article is considered one of the most perspective directions of development of pre-fabricated buildings and structures - application of LSTK. The buildings constructed on frame technology with use of light steel thin-walled structures are the most effective from the point of view of energy saving.

Key words: structure, structures, light steel thin-walled structures, profiles.

Легкие стальные тонкостенные конструкции (ЛСТК) сегодня широко применяются в строительной индустрии [3,6,7]. Данные конструкции активно используются при строительстве малоэтажных зданий частного сектора, а также при строительстве промышленных объектов с пролетом до 15 м [рис. 1].



Рис. 1. Арочное покрытие из ЛСТК спортивного зала (Ростовская обл.)

Большой опыт строительства сооружений из ЛСТК имеют такие страны как Канада, США, страны Западной Европы, Китай. В России и в странах СНГ больше практиковались проектирование и строительство ме-

таллических конструкций (МК) и легких металлических конструкций (ЛМК), которые имеют существенные отличия от технологии ЛСТК [4,5].

К основным строительным элементам конструкций ЛСТК относятся профилированный или перфорированный оцинкованный стальные тонкостенные профили, из которых изготавливают стойки, перемычки, направляющие, прогоны и пр.

Основой здания, построенного по технологии ЛСТК, является несущий жесткий и прочный каркас, который собирается из легких стальных тонкостенных конструкций. Из-за не большого веса здания из ЛСТК часто применяют фундамент мелкого заложения (в среднем высота фундамента 0,6 м, ширина 0,2…0,6 м) [1,2].

К основным признакам ЛСТК можно отнести:

1. Элементы изготавливают из холоднокатаного стального листа с цинковым покрытием.

2. Толщина стали, из которой изготавливают гнутые профили (0,7…4мм), по ГОСТ Р 52246–2004, предел текучести стали 250…350 Мпа.

3. Основными элементами ЛСТК являются холодногнутые профили открытого и замкнутого сечения.

4. В качестве ограждающих конструкций – стен и потолков предусмотрено применение профилей с перфорированной стенкой, исключающих образование мостиков холода [рис. 2].

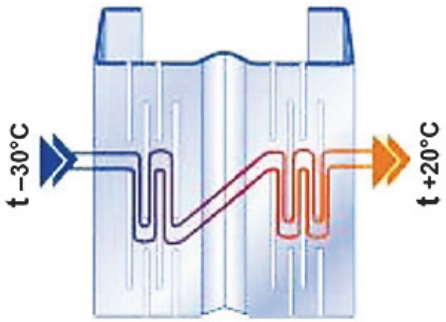


Рис. 2. Гнутые профили из оцинкованной стали
с перфорированной стенкой

5. Элементы ЛСТК соединяются высококачественными самонарезающими винтами из нержавеющей стали или углеродистой стали с цинковым и кадмиевым покрытием.

6. Все элементы по технологии изготавливаются на специализированных предприятиях, а на строительных площадках только собираются в единую конструкцию.

7. На специализированных предприятиях все элементы каркаса и его обшивки изготавливают строго по чертежам, в нужных местах просверливаются отверстия для соединения элементов в единый каркас.

Конструктивные решения зданий из ЛСТК. Основой конструктивной системы зданий из ЛСТК является несущий каркас из гнутых профилей швеллерного, С-образного или Z-образного сечений повышенной жесткости из стали толщиной не менее 1 мм [рис. 3].

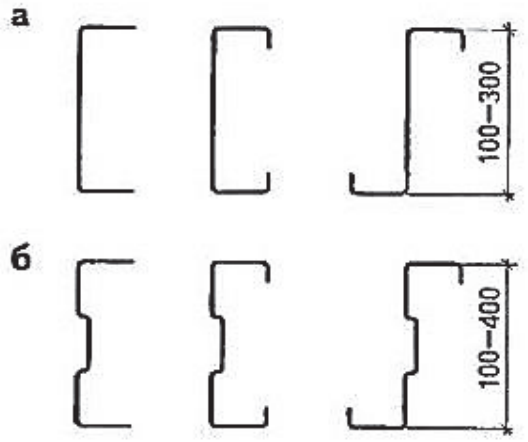


Рис. 3. Гнутые профили из оцинкованной стали:
а – с плоской стенкой; б – со стенкой повышенной жесткости

Использование ЛСТК, в сравнение с другими конструкциями, имеет ряд достоинств [1,3,5-7]:

1. Высокая скорость строительства. За 4…5 месяцев можно полностью возвести дом среднего размера.
2. Облегченная конструкция. Здание, построенное из ЛСТК конструкций, оказывает небольшой давление на основание, либо нижележащие конструкции.
3. Всесезонное строительство. Возможность строительства по технологии ЛСТК в любую погоду круглогодично. В большинстве случаев отсутствуют «мокрые процессы».
4. Простота строительства. Нет необходимости в использовании тяжелой грузоподъемной техники. Для строительства достаточно привлекать бригаду монтажников в составе 3…4 человек.
5. Минимальные теплопотери здания.
6. Высокое качество. Все элементы по технологии изготавливаются на специализированных предприятиях.
7. Низкая стоимость строительства.
8. Конструктивные преимущества. Конструкции легко демонтируется, и устанавливаются снова (идеально для сборно-разборных конструкциях).
9. Безопасная сборка. Работы выполняются без применения сварочных работ.
10. Биостойкий материал. Не приживается на оцинкованной стали плесень, грибок.

Также имеются и недостатки у данной технологии [1,3,5-7]:

1. Изготовление легких стальных тонкостенных конструкций производится только на заводе.

2. Расчет и проектирование следует доверять профессионалам, и желательно с большим опытом. Также монтаж элементов ЛСТК следует выполнять строго по чертежу, так как игнорирование деталей чертежа, может привести к пагубным последствиям [рис. 4].

3. В Российской Федерации на данный момент нет заключения об электромагнитной безопасности проживания в домах из ЛСТ-каркаса;

4. Низкая огнестойкость стальных конструкций каркаса здания (необходимо ее повышать путем выполнения огнестойких защитных обшивок). После пожара несущие конструкции каркаса из ЛСТК не подлежат восстановлению и требуют полной замены.

5. Недолговечность несущих конструкций ЛСТК. В среднем долговечность несущих каркасов из ЛСТК в наших условиях составляет 40 лет (вследствие коррозии оцинкованного профиля долговечность ЛСТК низкая).



Рис. 4. Разрушение конструкции из ЛСТК вследствие пренебрежения технологии сборки

Область применения ЛСТК [рис. 5]:

1. Строительство ограждающих конструкций при возведении многоэтажных зданий;

2. Строительство малоэтажных домов (коттеджи, таунхаусы) и подсобных строений (гаражи, навесы, хозяйственные блоки и пр.);

3. Строительство межэтажных и чердачных перекрытий;

4. Строительство мансардных этажей;

5. Строительство складских помещений, магазинов, гаражей;

6. Устройство вентилируемых фасадов;

7. Строительство офисных зданий;

8. Возведение сборно-разборных и быстровозводимых зданий (сооружений);

9. Выполнение надстроек существующих зданий.



Рис. 5. Область применения ЛСТК

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Айрумян Э.Л. Рекомендации по проектированию, изготовлению и монтажу конструкций каркаса малоэтажных зданий и мансард из холодногнутых стальных оцинкованных профилей производства ООО «Балт-профиль» / М.: ЦНИИПСК им. Мельникова, 2004. -64 с.

2. Ватин Н. И., Синельников А. С. Холодногнутый стальной профиль в малых мостовых конструкциях // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2012. №3. С. 39-51.

3. Ватин Н.И., Жмарин Е.Н., Куражова В.Г., Усанова К.Ю. Конструирование зданий и сооружений. Легкие стальные тонкостенные конструкции: учеб. Руководство / СПб.:Изд-во Политехн.ун-та,2012.-266 с.

4. Ватин Н.И., Синельников А.С. Большепролетные надземные пешеходные переходы из легкого холодногнутого стального профиля // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2012. №1. С.47-52

5. Рыбаков В. А., Гамаюнова О. С. Напряженно-деформированное состояние элементов каркасных сооружений из тонкостенных стержней // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2013. № 7 (12). С. 79–123.

6. Горев, В. В. Металлические конструкции. В 3 т. Т. 2. Конструкции зданий / В. В. Горев, Б. Ю. Уваров, В. В. Филиппов, Г. И. Белый и др. М.: Высш. шк., 1999. 528 с.

7. Нехаев Г.А. Легкие металлические конструкции / Тула: Изд. ООО «ПрофСтальПрокат», 2012. - 90 с.

.

УДК 539.214

А. М. Купчеков
ФГАОУ ВО «СПбПУ», Санкт-Петербург
Kupchekov A.M.
FSAEI HL «SPbPU», Saint-Petersburg

ШАГОВЫЙ АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОЙ ПЛОСКОЙ ЗАДАЧИ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
SOLUTION OF THE ELASTOPLASTIC PROBLEM BY THE FINITE ELEMENTS METHOD BY THE STEP ALGORITHM

Аннотация. Статья посвящена решению упругопластических задач шаговым методом

Ключевые слова: теория пластичности, шаговый метод, метод конечных элементов.

Abstract. The article is devoted to solution of the elastoplastic problem by the step method.

Key words: flow plasticity theory, step method, finite element method.

Постановка задачи

Целью данной работы является определение зон пластических деформаций в методе конечных элементов, а также описание работы шагового алгоритма для решения нелинейных задач. В плоской задаче будем учитывать условие прочности Кулона-Мора, как критерий перехода из упругого состояние в пластическое.

Шаговый метод

Для решения упругопластических задач методом конечных элементов система линейных уравнений примет следующий вид:

$$\left[K + K_{\text{уп}}(\sigma)\right] \cdot U = P$$

Для шагового алгоритма нужно все решение разбить на n интервалов:

$$\lambda_1 < \lambda_2 < \cdots < \lambda_{n-1} < \lambda_n$$

при этом $\lambda_1 = 0,\ \lambda_n = 1$.

Упругопластическая матрица жесткости будет зависеть от напряженного состояния вычисленного в предыдущем шаге. Тогда решение каждого отдельного участка будет принимать следующий вид (рис.1) [2]:

$$\left[K + K_{\text{уп}}(\sigma_{i-1})\right] \cdot \Delta U = (\lambda_i - \lambda_{i-1}) \cdot P$$

где $\Delta U = U_i - U_{i-1}$.

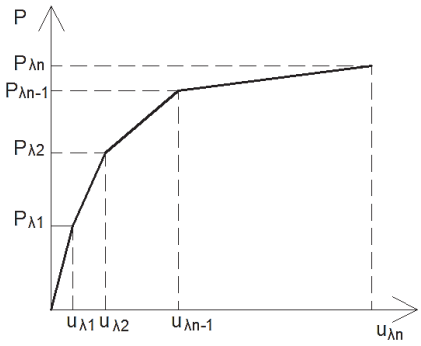


Рис.1

Для вычисления первого шага значения упругопластической матрицы жесткости будет равна нулю, таким образом в нулевом загружении будет учитываться только упругая матрица жесткости. Переходя к следующему шагу нагружения определяем перемещения ΔU и усилия в конечных элементах. Для всех остальных шагов нагружения мы имеем усилия в конечных элементах и можем вычислить значения упругопластической матрицы жесткости. В конечном итоге мы придем к $\lambda_n = 1$ и получим искомые перемещения U_n. Весь алгоритм работы шагового метода можно описать блок-схемой (рис.2).

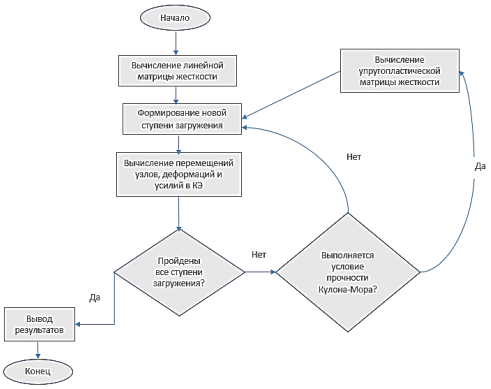


Рис. 2. Блок-схема решения упругопластической задачи шаговым методом

Условие прочности Кулона-Моа

Рассмотрим три ситуации взаимного расположения круга Мора и прямой Кулона для плоской задачи. В первом случае (рис.4 а) круг Мора будет находится под прямой Кулона, то есть ни одна точка на окружности не будет принадлежать прямой. Таким образом предполагаем, что данная частица грунта находиться в допредельном состоянии и соответственно с приращением нагрузки перемещения будут линейно изменяться. Во втором случае (рис.4 б) круг мора будет касаться прямой кулона хотя бы в одной точке, это будет соответствовать предельному состоянию. При этом сдвиговые деформации будут увеличиваться при малейшем увеличении нагрузки. Из подобия треугольников можем получить следующее выражение[1]:

$$\sigma_1 - \sigma_3 = (\sigma_1 + \sigma_3 + 2\mathrm{c} \cdot ctg\varphi)sin\varphi$$

Произведя небольшие преобразования получим:

$$f(\sigma) = \sigma_1 - \sigma_3 - (\sigma_1 + \sigma_3 + 2c \cdot ctg\varphi)sin\varphi = 0$$

Это выражение и будет соответствовать условию пластичности. Зоны пластических деформаций, определенные данным методом, можно увидеть на рис.3.

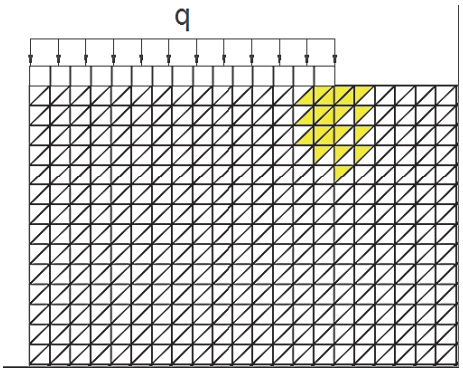


Рис. 3. Зоны образования пластических деформаций

Третий вариант в природе не возможен в принципе. Однако в решении данной задачи методом конечных элементов может возникнуть ситуация, когда шаг i-1 будет соответствовать схеме а на рис.4, а i-й шаг соответствует схеме в.

Такой случай будет означать переход из упругой стадии в упругопластическую. При этом переходе также нам надо учитывать коэффициент перегрузки $k_{\text{п}} \approx \frac{f(A)-f(B)}{f(A)} = \frac{AC+BC}{AC}$.[3]

Тогда система линейных уравнений для перехода из упругой стадии в упругопластическую принимает следующий вид:

$$\left[rK + (1-r) \cdot K_{\text{уп}}(\sigma_{i-1})\right] \cdot \Delta U = (\lambda_i - \lambda_{i-1}) \cdot P$$

где $r = 1/k_{\text{п}}$.

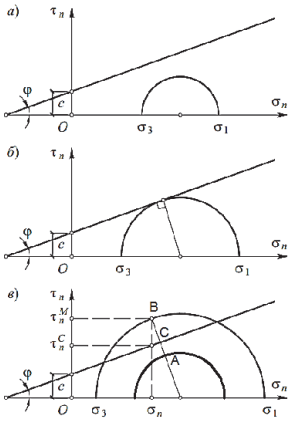


Рис. 4. Взаимное расположение круга Мора и прямой Кулона

Вывод

Шаговый алгоритм достаточно простой в реализации для решения нелинейных задач, но точность данного метода будет сильно зависеть от при-

нятого количества шагов. Чем большее количество шагов мы принимаем, тем больше времени затрачивается на вычисления. При маленьком количестве шагов невязка может достигать большого значения, поэтому рекомендуется применять для уменьшения невязки применять метод Ньютона-Рафсона.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Королев К.В. Плоская задача теории предельного равновесия грунтов. Новосибирск: СГУПС, 2010. 251 с.
2. Лукашевич А.А. Современные численные методы строительной механики. Хабаровск: Хабаровский государственный технический университет, 2003. – 135 с.
3. Фадеев А.Б. Метод конечных элементов в геомеханике. – М.: Недра, 1987. – 221 с.
4. Цытович Н.А. Механика грунтов: Полный курс / Н.А. Цытович. - М.: Ленанд, 2014. - 640 с.
5. Галлагер Р. Метод конечных элементов. – М.: Мир, 1984. –428 с.

УДК 693.29

И. Н. Курбанов, В. В. Беспалов, И. Д. Сальманов
ФГАОУ ВО СПбПУ, Россия
Kurbanov I.N., Bespalov V.V., Salmanov I.D.
FSEI HL SPbPU, Russia

СОВМЕСТНАЯ РАБОТА КАМЕННОЙ КЛАДКИ И КОМПОЗИТНОГО АРМИРОВАНИЯ
COMBINED WORK OF MASONRY AND COMPOSITE REINFORCEMENT

Аннотация. Статья посвящена исследованию влияния деформационных характеристик кладки и армирующих сеток на их совместную работу. Проведен сравнительный анализ композитных материалов по параметру деформационной совместимости с материалом кладки.

Ключевые слова: композитный материал, армирующая сетка, напряженно-деформированное состояние, деформационная совместимость, диаграмма деформирования.

Abstract. The article deals with research of influence of deformation characteristics of masonry and reinforcing grids on its combined work. Comparative analysis of composite materials on the parameter of deformation compatibility with the masonry material is carried out.

Keywords: composite material, reinforcing grid, stress-strain state, deformation compatibility, deformation diagram.

Введение

Неармированная кладка широко используется в качестве строительного материала в строительной отрасли. Многие здания, до сих пор находящиеся в эксплуатации, требуют проведения мероприятий по усилению, необходимых для продления жизненного цикла и приведения конструкций в соответствие с отраслевыми нормами. Этому вопросу также посвящено множество работ, в целом, и анализу сжато-изгибаемых структур, в частности [1-3].

В настоящее время FRP-материалы (fiber reinforced plastic – фиброармированный пластик) широко используются для укрепления поврежденных бетонных и каменных конструкций. Испытания, проведенные в последние годы на конструкциях, усиленных снаружи композитными материалами, подтвердили эффективность этого метода укрепления. Однако, в отличие от железобетонных конструкций, укрепление кладки такого рода композитными материалами все еще недостаточно изучено. Вопросы повышения прочности кладки с использованием FRP широко освещаются в литературе [4-6], но, как правило, в исследованиях рассматривается только один тип FRP.

Метод

Для исследования была применена модель каменной кладки, учитывающая ее нелинейное поведение. Кладка моделировалась в ПК Abaqus 6.14 с применением так называемого «расширенного» метода конечных элементов. Моделирование производилось в плоской постановке задачи. Анализировалась внецентренно нагруженная кладка (сжато-изогнутый элемент). Было построено 7 моделей для различных FRP: углепластиковая сетка, углепластиковая лента, стекловолоконная сетка, стекловолоконная лента, арамидная лента, базальтовая сетка и сетка из конопляных волокон. В дополнение к ним была построена контрольная модель с неармированной кладкой.

Характеристики материалов были приняты на основе ранее проведенных исследований по данным [2,8].

Нелинейное поведение кладки задавалось кусочной аппроксимацией по диаграмме деформирования образца кладки [рис. 1], по данным [7]. Условием возникновения трещины в кладке было задано достижение порогового значения главного растягивающего напряжения.

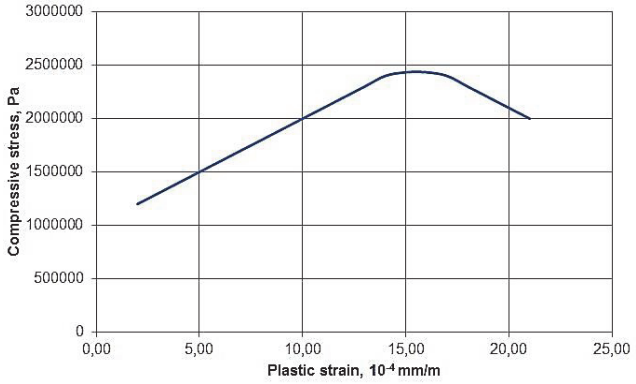


Рис. 1. Диаграмма деформирования образца кладки

Результаты

По результатам расчета получены графики в осях «напряжения σ_{yy} – деформации ε_{yy}» для элемента кладки на высоте 0.5h в сжатой зоне [рис. 2].

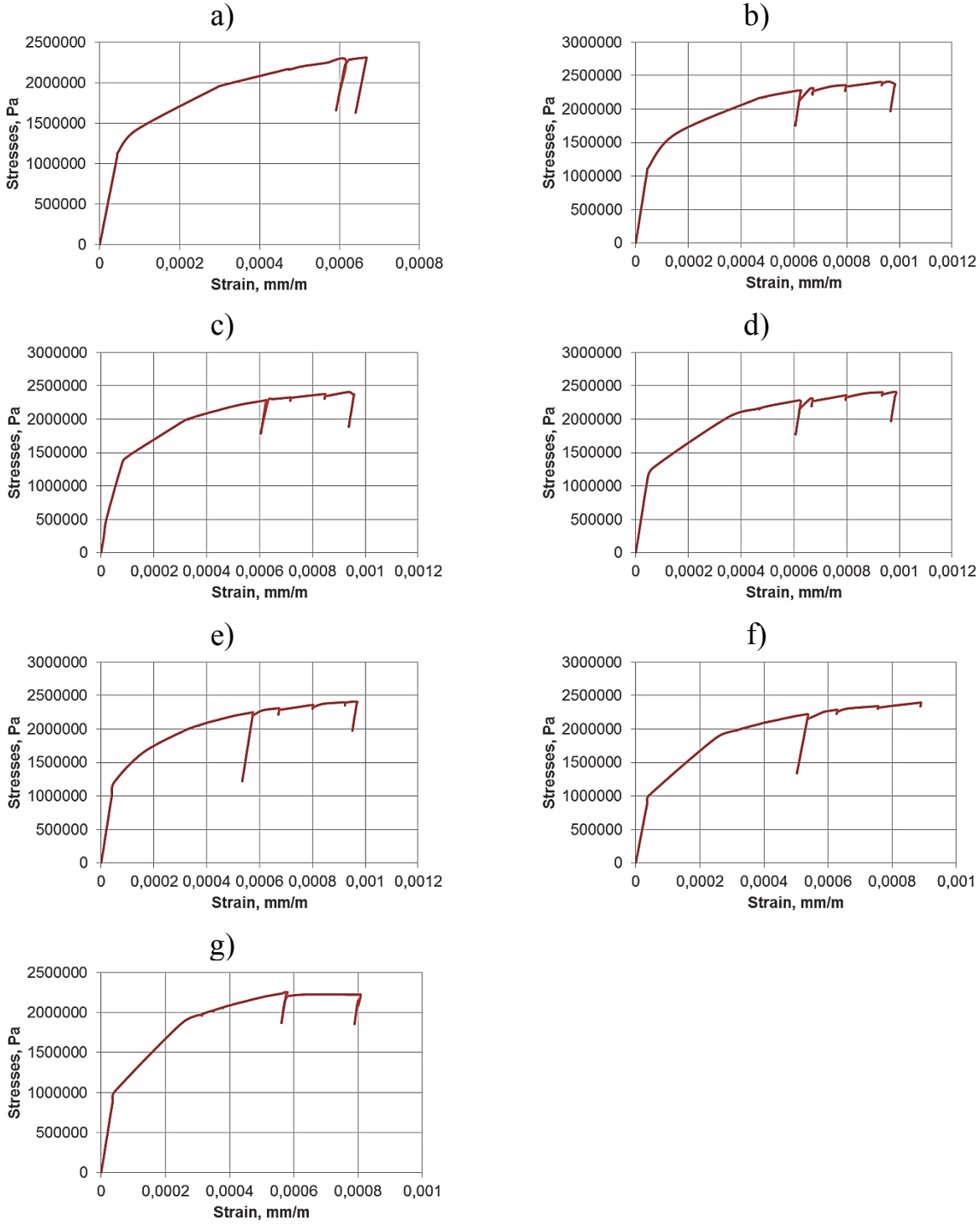


Рис. 2. Диаграммы напряженно-деформированного состояния:
a) – арамид; b) – базальт; c) – конопляное волокно;
d) – стекловолокно (лента); e) – стекловолокно (сетка);
f) – углепластик (сетка); g) – углепластик (лента)

Скачки напряжений на графиках отражают появление магистральной трещины, резкое уменьшение сечения и локальную потерю прочности кладки в сжатой зоне. Завершение скачка, когда напряжения снова возрастают, отражает включение в пластическую работу следующего участка кладки. Второй скачок отражает появление новой магистральной трещины и потерю прочности кладки следующего участка. Разрушение неармированной кладки происходит при появлении первой магистральной трещины.

Напряженно-деформированное состояние кладки и вид трещин показаны на рис. 3. В целом, трещинообразование носило локальный характер и в финальной стадии принимало одинаковый вид у каждой из ФРП, кроме арамидной и стекловолоконной лент. В этих случаях наблюдалось появление крупной магистральной трещины, проходящей через более чем 60% сечения кладки.

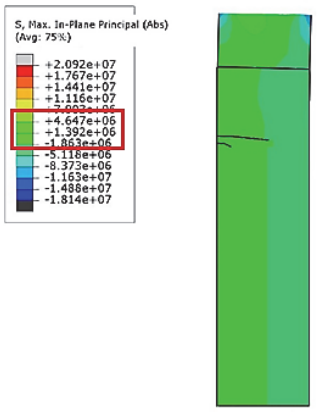


Рис. 3. Трещина (вариант усиления – арамид)

В рамках численного моделирования не представляется возможным установить значение разности относительных деформаций, при котором произойдет проскальзывание. Этот параметр можно определить только посредством испытаний реальных образцов на возможное проскальзывание композитного материала и его отделения от кладки. Однако, по графикам деформаций можно определить относительную величину деформационной совместимости.

Простейшее выражение величины деформационной совместимости – это сумма разностей относительных деформаций армирования и кладки, т.е.:

$$\alpha = \int_0^1 \Delta\varepsilon dt, \qquad (1)$$

где α – деформационная совместимость; $\Delta\varepsilon = \left|\varepsilon^{FRP} - \varepsilon^{M}\right|$ – разность деформаций армирующей сетки и каменной кладки в данной итерации; i – число итераций расчета, в каждой из которых зафиксированы деформации кладки и армирующей сетки.

В табл. 1 сведены результаты расчета деформационных совместимостей, для всех рассмотренных FRP.

Таблица 1

Величины деформационных совместимостей FRP-материалов

Вид FRP	Величина деформационной совместимости α	Максимальная разность деформаций $\Delta\varepsilon_{max}$
Арамид	$3.11\cdot10^{-5}$	$3.51\cdot10^{-5}$
Базальт	$3.41\cdot10^{-5}$	$4.63\cdot10^{-5}$
Стекловолокно	$3.45\cdot10^{-5}$	$4.54\cdot10^{-5}$
Стекловолокно (лента)	$3.42\cdot10^{-5}$	$4.50\cdot10^{-5}$
Конопляное волокно	$1.61\cdot10^{-5}$	$4.72\cdot10^{-5}$
Углепласти	$2.41\cdot10^{-5}$	$4.06\cdot10^{-5}$
Углепластик(лента)	$5.22\cdot10^{-5}$	$6.17\cdot10^{-5}$

В данном случае максимальная разность деформаций у арамидной сетки минимальна, что в сочетании со сравнительно низким значением относительной деформационной совместимости делает благоприятным ее применение для усиления каменной кладки.

Наихудшее сочетание относительной деформационной совместимости и максимальной разности деформаций наблюдается в модели, усиленной углепластик-лентой. Эта модель демонстрирует самое раннее образование разрушающей трещины, что в совокупности делает данный вариант усиления наименее совместимым с каменной кладкой.

Заключение

По результатам проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

Пороговое значение несущей способности армированной кладки обнаруживается по появлению скачка напряжений, отражающего образование магистральной трещины.

Композитное армирование удерживает кладку, в которой появилась магистральная трещина от дальнейшего разрушения и позволяет включить в работу соседние участки кладки. При отсутствии армирования магистральная трещина разрушает кладку.

При определенных соотношениях деформационных характеристик кладки и армирования магистральные трещины распространяются в тело кладки на 60% сечения и более.

Диаграммы деформирования смежных элементов FRP и кладки можно использовать для определения их деформационной совместимости.

Стоит отметить, что для уточнения полученных результатов и определения зависимостей совместной работы кладки и армирования в сжато-изгибаемых конструкциях необходимо также проведение натурных экспериментов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Беспалов В.В., Зимин С.С. Прочность каменной кладки сводчатых конструкций. // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2016. № 11(50). С. 37-51.
2. Sousa R., Guedes J., Sousa H. Characterization of the uniaxial compression behavior of unreinforced masonry–Sensitivity analysis based on a numerical and experimental approach. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*. 2015. No. 15. Pp. 532-547.
3. Bisoffi-Sauve M. Etude des ouvrages maçonnés en pierre par la méthode des éléments discrets: caractérisation et modélisation du comportement cohésif des joints. Mécanique des structures. Ph.D. Thesis. Universite de Bordeaux. 2016. 191 p.
4. Shaheen E., Shrive N.G. Strengthening of masonry columns with sprayed glass fibre reinforced polymer (SGFRP). *10th Canadian Masonry Symposium, Banff, Alberta*. 2005. Pp. 1-10.
5. McGinley W.M., Corzo A.M., Gergely J., Foster P.B., Young D.T. A design methodology for FRP systems for masonry structures. *10th Canadian Masonry Symposium, Banff, Alberta*. 2005. Pp. 34-44.
6. Bernat-Maso E., Escrig C., Aranha C.A. Construction Experimental assessment of Textile Reinforced Sprayed Mortar strengthening system for brickwork wallettes. *Building Materials*. 2013. Issue 50. Pp. 226-236.
7. Pelà L. Continuum damage model for nonlinear analysis of masonry structures. Ph.D. Thesis. Universitat Politècnica de Catalunya. 2009. 299 p.
8. Geometrical and Mechanical properties of the hemp FRP composite. [Electronic resource]. System requirements: AdobeAcrobatReader. URL: http://www.fidiaglobalservice.com/eng/materiali_schede/FIDHEMP%20UNIDIR%20240%20HS40.pdf (accessed: 19.10.2017).

УДК 69.04

С. И. Курдюмова, В. А. Дзюба
ФГБОУ ВП «КнАГУ», Россия
Kurdyumova S.I., Dzyuba V. A.
FSEI HL «KnASU», Russia

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ФОРМ ЭЛЕМЕНТОВ ЖЕСТКОСТИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ
RESEARCH OF EFFECTIVE FORMS OF STIFFENING ELEMENTS OF HIGH-RISE BUILDING

Аннотация. Ядро жесткости – это сердце здания. Оно как церковь, вокруг которой строиться город. Очень хорошим примером работы диафрагмы жесткости является стержень в детской игрушке «пирамидка».

Этажи зданий, подобно кольцам в этой игрушке надеты на центральный стержень, сместить каждый из этих «этажей» невозможно без смещения всей конструкции.

Ключевые слова: строительство, форма, конструкция, здание.

Abstract. The core of rigidity is the heart of the building. It is like a church around which to build a city. A very good example of the work of the diaphragm of rigidity is the rod in the children's toy "pyramid". The floors of buildings, like rings in this toy are put on the central shaft, it is impossible to shift each of these "floors" without shifting the entire structure.

Key words: structure, shape, design, the building.

Основной несущей конструкцией, которая воспринимает вертикальные нагрузки и проходит все здание (в виде призматического ствола) является ядро. Остальные вертикальные конструкции – это часть гравитационной подсистемы и она воспринимает только вертикальные нагрузки; выполняет относительно гибко (сечением малых размеров), в результате чего занимает небольшую площадь в плане и не мешает свободному планированию.

Площадь ядра в плане, внутри которого размещено инженерное оборудование здания, в среднем составляет 15-35% площади здания в плане; размещение оборудования внутри ядра является благоприятным фактором с точки зрения статической работы системы, так как с увеличением высоты здания требуются большие площади для размещения оборудования, а это в свою очередь приводит к увеличению площади ядра в плане. Обычно ширина ядра составляет 1/3-1/2 ширины здания, таким образом ядро имеет относительно небольшую высоту сечения. Это может привести к тому, что в зданиях значительной высоты ядра становятся гибкими и не могут обеспечить достаточную жесткость, поэтому в высоких зданиях возникает необходимость дополнить систему с ядром другой системой.

Форма ядра в плане и его размещение в плане здания могут быть различными. На рис. 1-2 приведено несколько возможных форм в плане односекционных ядер, к которым симметрично подсоединены стальные конструкции здания. В одном здании может быть размещено несколько ядер, как это приведено на рис. 4 Ядра желательно размещать в плане здания симметрично, чтобы нагрузки на них распределялись равномерно и не возникали большие моменты кручения. При несимметричном расположении ядер в их стенах возникают значительные напряжения от кручения, что крайне неблагоприятно, особенно при сейсмических воздействиях.

Классификация различных систем с ядрами. Ядро и остальные вертикальные и горизонтальные конструкции могут находиться в различной зависимости друг от друга с точки зрения их статической работы и могут образовать различные пространственные системы.

Внутри ядра обычно размещают лифты, лестницы и вертикальные

коммуникации: вентиляционные каналы, дымоудаление, санитарные узлы, мусоропроводы, электротехнические панели. Кирпичные и сборные железобетонные ядра жесткости применяют в зданиях до 12 этажей. Их возводят обычно с опережением подъема плит на 2...3 этажа

Наружные стены обычно самонесущие или навесные, их навешивают снаружи как и при возведении каркасно-панельных зданий.

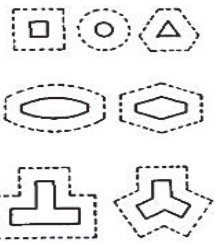


Рис. 1. Варианты планов монолитных стволов и зданий

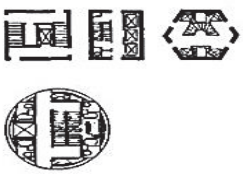


Рис. 2. Примеры планировочных решений монолитных ядер жесткости

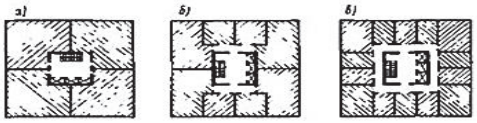


Рис. 3. Планировочные решения башенных зданий с монолитными ядрами жесткости (квартиры выделены штриховкой)
а - с входами в квартиры непосредственно из ядра; *б* - с входами в квартиры из холлов; *в* - с входами в квартиры из контурного коридора

Здания с внутренним ядром. При разработке объемно-планировочных решений высотных зданий (административных, торговых, производственных) вертикальные коммуникации (лифты, лестницы, шахты для электропроводки, сантехническая арматура и т.д.) целесообразно размещать в середине здания, в тех местах, где предусматривают ядра. Эти пространственные конструкции со сплошными стенами необходимо учитывать в статическом расчете. Поскольку стены могут одновременно выполнять две функции – функцию несущих и функцию ограждающих конструкций, - в зданиях со стальными конструкциями применяют ядра с железобетонными стенами; кроме того, при таком конструктивном решении обеспечивается противопожарная безопасность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Гурьев В.В. и др. Обеспечение безопасности работы несущих конструкций высотных зданий // Пром. и гражд. стр-во. 2004. №

2 СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции / Госстрой России. - М. : Госстрой России, 2002.

3 Алмазов В.О. Пути и методы противодействия прогрессирующему разрушению высотных зданий // Глобальная безопасность. 2006, июнь. С. 46–49.

4 Граник Ю.Г., Магай А.А. Обзор зарубежного строительного опыта по высотному домостроению // Уникальные и специальные технологии в строительстве. 2004. № 1. С. 20–31.

5 Диафрагмы жесткости [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://studopedia.ru/2_24520_diafragmi-zhestkosti.html , свободный. – Загл. С экрана. Яз. рус. (дата обращения: 18.11.2017)

УДК 624.07

В. В. Лалин, Е. А. Мякшикова
ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Россия
Lalin V.V., Myakshikova E.A.
Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, Russia

УРАВНЕНИЯ КВАДРАТИЧНОГО ПРИБЛИЖЕНИЯ В НЕЛИНЕЙНОЙ ТЕОРИИ СТЕРЖНЕЙ
EQUATIONS OF QUADRATIC APPROXIMATION IN NONLINEAR THEORY OF RODS

Аннотация. В статье рассматривается нелинейная теория стержней, приведены уравнения квадратичного приближения. Приведена вариационная постановка задачи о поиске точки стационарности функционала типа Лагранжа. Показана согласованность уравнений квадратичного приближения с вариационной постановкой задачи.

Ключевые слова: нелинейная теория стержней, теория стержней Коссера-Тимошенко, вариационная постановка, геометрически точная теория.

Abstract. This article is about the nonlinear theory of rods. Equations of quadratic approximation were given. The variational formulation of problem as the search for the stationary point of the Lagrangian functional was given. The coherence of these equations with variational formulation was approved.

Key words: nonlinear theory of rods, theory of Cosserat-Timoshenko’s rods, variational formulation, geometrically exact theory.

В данной работе рассматривается общая геометрически нелинейная теория упругих стержней. В данной теории стержень моделируется одномерной кривой, которая обладает распределенными инерционными и жесткостными характеристиками. Учитываются деформации изгиба,

сдвига и растяжения-сжатия, на величины перемещений и поворотов не накладывается никаких ограничений. В плоской задаче каждая точка такого стержня имеет тремя степенями свободы – двумя поступательными и одной вращательной [1]-[7].

Постановка нелинейной задачи для физически линейного стержня включает в себя три группы уравнений (1)-(3) [4].

Уравнения равновесия:

$$\begin{cases} \left(N\cdot\cos\varphi - Q\cdot\sin\varphi\right)' + q_x = 0 \\ \left(N\cdot\sin\varphi + Q\cdot\cos\varphi\right)' + q_y = 0 \\ M' + x'\cdot\left(N\cdot\sin\varphi + Q\cdot\cos\varphi\right) + y'\cdot\left(Q\cdot\sin\varphi - N\cdot\cos\varphi\right) + m = 0 \end{cases} \quad (1)$$

где N – продольная сила; Q – перерезывающая сила; M – изгибающий момент; q_x, q_y – проекции распределенных сил на координатные оси X,Y, соответственно; m – распределенная моментная нагрузка; $x(s)$, $y(s)$ – координаты точки стержня в деформированном положении, $\varphi(s)$ – угол поворота вокруг оси Z; (...)’ – частная производную по координате s.

В отсчетной конфигурации стержень занимает отрезок $0 < s < l$, где l –длина недеформированного стержня.

Геометрические уравнения:

$$\begin{cases} \varepsilon = x'\cdot\cos\varphi + y'\cdot\sin\varphi - 1 \\ \gamma = -x'\cdot\sin\varphi + y'\cdot\cos\varphi \\ \psi = \varphi' \end{cases} \quad (2)$$

где ε – деформация растяжения-сжатия, γ – деформация сдвига, ψ – деформация изгиба.

Физические уравнения для физически линейного материала:

$$\begin{cases} N = k_1\cdot\varepsilon \\ Q = k_2\cdot\gamma \\ M = k_3\cdot\psi \end{cases} \quad (3)$$

где $k_1 = E\cdot A$ – жесткость на растяжение-сжатие; $k_2 = G\cdot A\cdot k$ – жесткость на сдвиг; $k_3 = E\cdot J$ – жесткость на изгиб; E – модуль продольной упругости; G – модуль сдвига; A – площадь поперечного сечения, J – момент инерции сечения, k – коэффициент формы сечения.

Общая нелинейная постановка задачи очень сложная, и поэтому требуется найти приближенную более простую постановку, с помощью которой можно получить более простое решение. Необходимо чтобы такое приближенное решение было согласовано с вариационной постановкой задачи, так как решение задач устойчивости, а также метод конечных элементов требуют наличия вариационной постановки.

В данной работе использован метод квадратичного приближения. Для этого функции *cos* и *sin* были разложены в ряд Маклорена, и оставлены члены со степенью не больше квадрата.

Уравнения квадратичного приближения принимают следующий вид (4)-(6).

Уравнения равновесия:

$$\begin{cases} \left(N \cdot \left(1 - \frac{\varphi^2}{2} \right) - Q \cdot \varphi \right)' + q_x = 0 \\ \left(N \cdot \varphi + Q \cdot \left(1 - \frac{\varphi^2}{2} \right) \right)' + q_y = 0 \\ M' + x' \cdot \left(N \cdot \varphi + Q \cdot \left(1 - \frac{\varphi^2}{2} \right) \right) + y' \cdot \left(Q \cdot \varphi - N \cdot \left(1 - \frac{\varphi^2}{2} \right) \right) + m = 0 \end{cases} \quad (4)$$

Геометрические уравнения:

$$\begin{cases} \varepsilon = x' \cdot \left(1 - \frac{\varphi^2}{2} \right) + y' \cdot \varphi - 1 \\ \gamma = -x' \cdot \varphi + y' \cdot \left(1 - \frac{\varphi^2}{2} \right) \\ \psi = \varphi' \end{cases} \quad (5)$$

Физические уравнения:

$$\begin{cases} N = k_1 \cdot \varepsilon \\ Q = k_2 \cdot \gamma \\ M = k_3 \cdot \psi \end{cases} \quad (6)$$

Подставим в уравнения (4) через уравнения (5) и (6):

$$\begin{cases} \left(k_1 \cdot \varepsilon \cdot \left(1 - \frac{\varphi^2}{2} \right) - k_2 \cdot \gamma \cdot \varphi \right)' + q_x = 0 \\ \left(k_1 \cdot \varepsilon \cdot \varphi + k_2 \cdot \gamma \cdot \left(1 - \frac{\varphi^2}{2} \right) \right)' + q_y = 0 \\ k_3 \cdot \psi' + x' \cdot \left(k_1 \cdot \varepsilon \cdot \varphi + k_2 \cdot \gamma \cdot \left(1 - \frac{\varphi^2}{2} \right) \right) + y' \cdot \left(k_2 \cdot \gamma \cdot \varphi - k_1 \cdot \varepsilon \cdot \left(1 - \frac{\varphi^2}{2} \right) \right) + m = 0 \end{cases} \quad (7)$$

Уравнения (7) представляют собой разрешающие нелинейные дифференциальные уравнения относительно трех неизвестных функций *x(s)*, *y(s)*, φ*(s)*.

Вариационная постановка задачи

Необходимо показать, что вариационная задача поиска точки стационарности функционала Лагранжа равносильна задаче (7). Рассмотрим первоначально прямолинейный стержень (рис. 1). На стержень действует «мертвые» нагрузки: осевая сила *T*, параллельная оси *X*, перерезывающая сила *P*, параллельная оси *Y*, и изгибающий момент $M_{вн}$; q_x, q_y – проекции

распределенных сил на координатные оси *X,Y,* соответственно, *m* – распределенная моментная нагрузка.

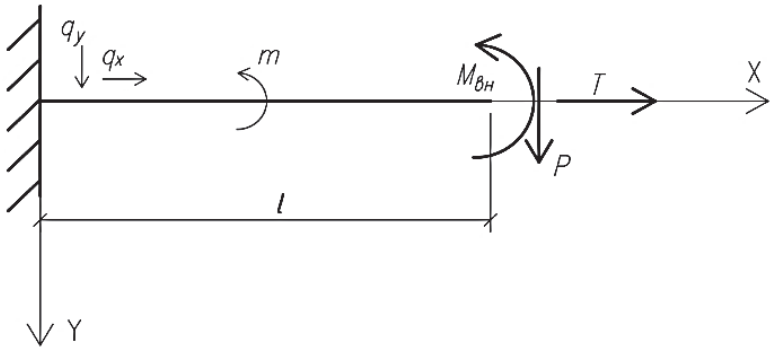


Рис. 1. Схема стержня

Функционал Лагранжа *L* записывается в следующем виде:

$$L(x,y,\varphi)=\int_0^l\left(W(\varepsilon,\gamma,\psi)-q_x\cdot(x-s)-q_y\cdot y-m\cdot\varphi\right)ds-T\cdot\left(x(l)-l\right)-$$
$$-P\cdot y(l)-M_{вн}\cdot\varphi(l) \qquad (8)$$

где $W(\varepsilon,\gamma,\psi)=\frac{1}{2}\cdot(N\cdot\varepsilon+Q\cdot\gamma+M\cdot\psi)$ – энергия деформации.

Вычислим первую вариацию функционала Лагранжа.

Вариация энергии деформации:

$$\delta W=\frac{\partial W}{\partial\varepsilon}\cdot\delta\varepsilon+\frac{\partial W}{\partial\gamma}\cdot\delta\gamma+\frac{\partial W}{\partial\varphi}\cdot\delta\varphi$$

$$\frac{\partial W}{\partial\varepsilon}=N=k_1\cdot\varepsilon$$

$$\frac{\partial W}{\partial\gamma}=Q=k_2\cdot\gamma$$

$$\frac{\partial W}{\partial\psi}=M=k_3\cdot\psi$$

Первая вариация функционала Лагранжа:

$$\delta L=\int_0^l\left(k_1\cdot\varepsilon\cdot\delta\varepsilon+k_2\cdot\gamma\cdot\delta\gamma+k_3\cdot\psi\cdot\delta\psi-q_x\cdot\delta x-q_y\cdot\delta y-m\cdot\delta\varphi\right)ds-T\cdot\delta x(l)-$$
$$-P\cdot\delta y(l)-M_{вн}\cdot\delta\varphi(l) \qquad (9)$$

Вычислим вариации деформаций, для этого сначала дадим приращения функциям x, y, φ:

$$\begin{cases}x\to x+\alpha\cdot\delta x,\\ y\to y+\alpha\cdot\delta y,\\ \varphi\to\varphi+\alpha\cdot\delta\varphi,\end{cases}$$

где $\delta x(s)$, $\delta y(s)$, $\delta\varphi(s)$ – вариации координат *x,y* и угла поворота φ соответственно, α – числовой параметр.

Далее берем производную по α и полагая $\alpha = 0$:

$$\delta\varepsilon = \frac{d}{d\alpha}\left(\left(x+\alpha\delta x\right)' \cdot \left(1-\frac{\left(\varphi+\alpha\delta\varphi\right)^2}{2}\right) + \left(y+\alpha\delta y\right)' \cdot \left(\varphi+\alpha\delta\varphi\right) - 1 \right)|_{\alpha=0} =$$

$$= \delta x' \cdot \left(1-\frac{\left(\varphi+\alpha\delta\varphi\right)^2}{2}\right) - \left(x+\alpha\delta x\right)' \cdot \left(\varphi+\alpha\delta\varphi\right)\cdot\delta\varphi + \delta y' \cdot \left(\varphi+\alpha\delta\varphi\right) + \left(y+\alpha\delta y\right)' \cdot \delta\varphi\,|_{\alpha=0} =$$

$$= \delta x' \cdot \left(1-\frac{\varphi^2}{2}\right) - x' \cdot \varphi \cdot \delta\varphi + \delta y' \cdot \varphi + y' \cdot \delta\varphi$$

$$\delta\gamma = \frac{d}{d\alpha}\left(-\left(x+\alpha\delta x\right)' \cdot \left(\varphi+\alpha\delta\varphi\right) + \left(y+\alpha\delta y\right)' \cdot \left(1-\frac{\left(\varphi+\alpha\delta\varphi\right)^2}{2}\right)\right)|_{\alpha=0} =$$

$$= \left(-\delta x' \cdot \left(\varphi+\alpha\delta\varphi\right) - \left(x+\alpha\delta x\right)' \cdot \delta\varphi + \delta y' \cdot \left(1-\frac{\left(\varphi+\alpha\delta\varphi\right)^2}{2}\right) - \left(y+\alpha\delta y\right)' \cdot \left(\varphi+\alpha\delta\varphi\right)\cdot\delta\varphi \right)|_{\alpha=0} =$$

$$= -\delta x' \cdot \varphi - x' \cdot \delta\varphi + \delta y' \cdot \left(1-\frac{\varphi^2}{2}\right) - y' \cdot \varphi\delta\varphi$$

$$\delta\psi = \frac{d}{d\alpha}\left(\varphi+\alpha\delta\varphi\right)'|_{\alpha=0} = \delta\varphi'$$

5

Таким образом, первая вариация функционала (9) принимает вид:

$$\delta L = \int_0^l \left(k_1 \cdot \varepsilon \cdot \delta x' \cdot \left(1-\frac{\varphi^2}{2}\right) - k_1 \cdot \varepsilon \cdot x' \cdot \varphi \cdot \delta\varphi + k_1 \cdot \varepsilon \cdot \delta y' \cdot \varphi + k_1 \cdot \varepsilon \cdot y' \cdot \delta\varphi \cdot \left(1-\frac{\varphi^2}{2}\right) - \right.$$

$$- k_2 \cdot \gamma \cdot \delta x' \cdot \varphi - k_2 \cdot \gamma \cdot x' \cdot \delta\varphi \cdot \left(1-\frac{\varphi^2}{2}\right) + k_2 \cdot \gamma \cdot \delta y' \cdot \left(1-\frac{\varphi^2}{2}\right) - k_2 \cdot \gamma \cdot y' \cdot \varphi \cdot \delta\varphi +$$

$$\left. + k_3 \cdot \psi \cdot \delta\varphi' - q_x \cdot \delta x - q_y \cdot \delta y - m \cdot \delta\varphi \right) ds - T \cdot \delta x(l) - P \cdot \delta y(l) - M_{вн} \cdot \delta\varphi(l) =$$

$$= \int_0^l \left(\delta x' \cdot \left(k_1 \cdot \varepsilon \cdot \left(1-\frac{\varphi^2}{2}\right) - k_2 \cdot \gamma \cdot \varphi \right) + \delta y' \cdot \left(k_1 \cdot \varepsilon \cdot \varphi + k_2 \cdot \gamma \cdot \left(1-\frac{\varphi^2}{2}\right)\right) + \right.$$

$$+ \delta\varphi \cdot \left(-k_1 \cdot \varepsilon \cdot x' \cdot \varphi + k_1 \cdot \varepsilon \cdot y' \cdot \left(1-\frac{\varphi^2}{2}\right) - k_2 \cdot \gamma \cdot x' \cdot \left(1-\frac{\varphi^2}{2}\right) - k_2 \cdot \gamma \cdot y' \cdot \varphi \right) +$$

$$\left. + k_3 \cdot \psi \cdot \delta\varphi' - q_x \cdot \delta x - q_y \cdot \delta y - m \cdot \delta\varphi \right) ds - T \cdot \delta x(l) - P \cdot \delta y(l) - M_{вн} \cdot \delta\varphi(l)$$

Интегрируем по частям, чтобы избавиться от производных от вариаций:

$$\int_0^l \delta x' \cdot \left(k_1 \cdot \varepsilon \cdot \left(1-\frac{\varphi^2}{2}\right) - k_2 \cdot \gamma \cdot \varphi \right) ds = \delta x \cdot \left(k_1 \cdot \varepsilon \cdot \left(1-\frac{\varphi^2}{2}\right) - k_2 \cdot \gamma \cdot \varphi \right)|_0^l -$$

$$- \int_0^l \delta x \cdot \left(k_1 \cdot \varepsilon \cdot \left(1-\frac{\varphi^2}{2}\right) - k_2 \cdot \gamma \cdot \varphi \right)' ds$$

$$\int_0^l \delta y' \cdot \left(k_1 \cdot \varepsilon \cdot \varphi + k_2 \cdot \gamma \cdot \left(1 - \frac{\varphi^2}{2} \right) \right) ds = \delta y \cdot \left(k_1 \cdot \varepsilon \cdot \varphi + k_2 \cdot \gamma \cdot \left(1 - \frac{\varphi^2}{2} \right) \right) |_0^l -$$

$$- \int_0^l \delta y \cdot \left(k_1 \cdot \varepsilon \cdot \varphi + k_2 \cdot \gamma \cdot \left(1 - \frac{\varphi^2}{2} \right) \right)' ds$$

$$\int_0^l \delta\varphi' \cdot k_3 \cdot \psi ds = \delta\varphi \cdot k_3 \cdot \psi \,|_0^l - \int_0^l \delta\varphi \cdot \left(k_3 \cdot \psi \right)' ds$$

Окончательно после интегрирования по частям первую вариацию можно записать в следующем виде:

$$\delta L = -\int_0^l \left[\delta x \cdot \left(\left(k_1 \cdot \varepsilon \cdot \left(1 - \frac{\varphi^2}{2} \right) - k_2 \cdot \gamma \cdot \varphi \right)' + q_x \right) + \delta y \cdot \left(\left(k_1 \cdot \varepsilon \cdot \varphi + k_2 \cdot \gamma \cdot \left(1 - \frac{\varphi^2}{2} \right) \right)' + q_y \right) + \right.$$

$$\left. + \delta\varphi \cdot \left(x' \cdot \left(k_1 \cdot \varepsilon \cdot \varphi + k_2 \cdot \gamma \cdot \left(1 - \frac{\varphi^2}{2} \right) \right) + y' \cdot \left(k_2 \cdot \gamma \cdot \varphi - k_1 \cdot \varepsilon \cdot \left(1 - \frac{\varphi^2}{2} \right) \right) + k_3 \cdot \psi' + m \right) \right] ds + \qquad (10)$$

$$+ \left[\delta x \cdot \left(k_1 \cdot \varepsilon \cdot \left(1 - \frac{\varphi^2}{2} \right) - k_2 \cdot \gamma \cdot \varphi \right) + \delta y \cdot \left(k_1 \cdot \varepsilon \cdot \varphi + k_2 \cdot \gamma \cdot \left(1 - \frac{\varphi^2}{2} \right) \right) + \delta\varphi \cdot k_3 \cdot \psi \right] |_0^l -$$

$$- T \cdot \delta x(l) - P \cdot \delta y(l) - M_{вн} \cdot \delta\varphi(l)$$

Решением вариационной задачи являются функции x, y и φ, такие, что $\delta L = 0$ при любых вариациях $\delta x, \delta y, u\, \delta\varphi$, удовлетворяющим главным граничным условиям исходной задачи. Из выражения (10) следует, что уравнениями Эйлера вариационной задачи поиска точки стационарности являются уравнения равновесия (7). Таким образом, доказана требуемая равносильность.

Граничные условия

Главные граничные условия для рассматриваемой задачи $x(0) = y(0) = 0,\ \varphi(0) = 0$. Найдем вариацию приведенных граничных условий. Для этого даем приращения функциям x, y, φ, вычисляем производную по по α далее полагая $\alpha = 0$:

$$x(0) \to \frac{d}{d\alpha} \left(x(0) + \alpha \cdot \delta x(0) \right) |_{\alpha=0} = \delta x(0); \delta x(0) = 0$$

$$y(0) \to \frac{d}{d\alpha} \left(y(0) + \alpha \cdot \delta y(0) \right) |_{\alpha=0} = \delta y(0); \delta y(0) = 0$$

$$\varphi(0) \to \frac{d}{d\alpha} \left(\varphi(0) + \alpha \cdot \delta\varphi(0) \right) |_{\alpha=0} = \delta\varphi(0); \delta\varphi(0) = 0$$

Из внеинтегральных слагаемых первой вариации функционала слагаемые с $\delta x(0)$ и $\delta y(0)$, $\delta\varphi(0)$ пропадают, и остаются только слагаемые с $\delta x(l), \delta y(l) u\, \delta\varphi(l)$. Окончательно, принимая во внимание уравнения (7), вариацию функционала Лагранжа запишем в виде:

$$\delta L = \delta x(l)\cdot\left(\left(k_1\cdot\varepsilon\cdot\left(1-\frac{\varphi^2}{2}\right)-k_2\cdot\gamma\cdot\varphi\right)|_l - T\right)+\delta y(l)\cdot\left(\left(k_1\cdot\varepsilon\cdot\varphi+k_2\cdot\gamma\cdot\left(1-\frac{\varphi^2}{2}\right)\right)|_l - P\right)+$$

$$+\delta\varphi(l)\cdot(k_3\cdot\psi|_l - M_{вн})$$

Из условия $\delta L = 0$ при любых вариациях $\delta x, \delta y, \delta\varphi$ следует равенство нулю множителей при $\delta x(l), \delta y(l) u\, \delta\varphi(l)$. Таким образом, получаем следующие естественные граничные условия:

$$\left(k_1\cdot\varepsilon\cdot\left(1-\frac{\varphi^2}{2}\right)-k_2\cdot\gamma\cdot\varphi\right)|_l - T = 0$$

$$\left(k_1\cdot\varepsilon\cdot\varphi+k_2\cdot\gamma\cdot\left(1-\frac{\varphi^2}{2}\right)\right)|_l - P = 0$$

$$k_3\cdot\psi|_l - M_{вн} = 0$$

Окончательно граничные условия могут быть записаны в виде:

$s = 0 : x(0) = 0, y(0) = 0, \varphi(0) = 0$

$s = l$:

$$\left(k_1\cdot\varepsilon\cdot\left(1-\frac{\varphi^2}{2}\right)-k_2\cdot\gamma\cdot\varphi\right)|_l - T = 0$$

$$\left(k_1\cdot\varepsilon\cdot\varphi+k_2\cdot\gamma\cdot\left(1-\frac{\varphi^2}{2}\right)\right)|_l - P = 0$$

$$k_3\cdot\psi|_l - M_{вн} = 0$$

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Елисеев, В.В. Механика упругих стержней / В.В. Елисеев. - СПб.: Изд-во СПбГПУ, 1994.–88 с.
2. Елисеев, В.В. Механика упругих тел / В.В. Елисеев. - СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2003. – 336с.
3. Жилин, П.А. Векторы и тензоры второго ранга в трехмерном пространстве / П.А. Жилин. - СПб.: Нестор, 2001.–276 с.
4. Жилин, П.А. Прикладная механика. Теория упругих тонких стержней / П.А. Жилин. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2007. – 102 с.
5. Лалин В.В. Различные формы уравнений нелинейной динамики упругих стержней / В.В. Лалин // Труды СПбГПУ. №489. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2004. С. 121-128.
6. Лалин В.В. Вариационные постановки нелинейных задач с независимыми вращательными степенями свободы/ Зданчук Е.В., Кушова Д.А., Розин Л.А. // Инженерно - строительный журнал. – 2015. – №4. – С. 54–80.
7. Голоскоков, Д.П. Общая нелинейная теория упругих стержней с приложением к описанию эффекта Пойнтинга / Д.П. Голоскоков, П.А. Жилин // Депонировано ВИНИТИ №1912-В87 Деп., 20 с.

УДК 1418

Д. О. Лепешкина, Н. А. Червова
ФГАОУ ВО «СПбПУ», Россия
Lepeshkina D.O., Chervova N. A.
«SPbPolyTechU», Russia

ПРИМЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ ВИЗУАЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ В СРЕДЕ DYNAMO ДЛЯ СОЗДАНИЯ И РЕДАКТИРОВАНИЯ АНАЛИТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ
APPLICATION OF VISUAL PROGRAMMING TOOLS IN DYNAMO ENVIRONMENT FOR ESTABLISHMENT AND EDITING OF BUILDING ANALYTICAL MODEL

Аннотация. В настоящее время, в Российской Федерации активно разрабатывается нормативно-правовая база по вопросам информационного моделирования, скоро создание BIM-модели здания может стать обязательным для всех объектов. Эта модель также применима для ускоренного получения расчетной схемы – аналитической модели здания, однако, модель требует внесения огромного количества однотипных исправлений. Статья посвящена применению инструментов визуального программирования для Autodesk Revit, а именно методам упрощения и автоматизации работы с аналитической 3D-моделью, полученной из межраздельной BIM модели здания.

Ключевые слова: строительство, визуальное программирование, аналитическая модель, Autodesk Revit, информационное моделирование.

Abstract. Currently, the Russian Federation is actively developing a legislation.
for information modeling, soon the creation of a BIM-model may become obligatorily for all of the building. This model is also applicable to the accelerated receipt of the design scheme – the analytical model of the building, however, the model requires a large number of similar corrections. The article deals the use of visual programming tools for Autodesk Revit, especially the methods of simplifying and automating the work with the analytical 3D model obtained from general BIM model of the building.

Key words: structure, visual programming, analytical model, Autodesk Revit, building information modeling.

Введение

В настоящее время, активно идет развитие и внедрение информационного моделирования в строительной отрасли. Информационное моделирование зданий и сооружений (BIM) – процесс коллективного создания и использования информации о сооружении, формирующий надежную основу

для всех решений на протяжении жизненного цикла объекта (от самых ранних концепций до рабочего проектирования, строительства, эксплуатации и сноса) [1]. Создание общей кроссдисциплинарной информационной 3D-модели здания позволяет специалистам-проектировщикам разных разделов проектной документации работать в общем информационном пространстве, видеть изменения в смежных разделах в режиме реального времени, что способствует улучшению качества проектной документации. Преимуществами BIM-модели на стадии проектирования также являются [2]:

Существенное сокращение количества ошибок в проектной документации и предотвращение коллизий;

Слаженная работа на строительной площадке;

Возможность автоматического подсчета спецификаций;

Сокращение сроков проектирования;

Возможность создания визуального представления объекта.

После завершения стадии проектирования, информационная модель используется на всех этапах жизненного цикла проекта [3]. Наличие информационной модели здания также делает его более коммерчески привлекательным.

Нормативное урегулирование информационного моделирования

Сегодня в России идет активная разработка нормативно-правой базы по вопросу информационного моделирования в строительстве. Ведущим документом является Приказ Минстроя России №926, который утверждает постепенный переход к новым стандартам проектирования. Работа согласно уже ведется: выпущены следующие нормативные документы [4 - 6]:

- ГОСТ Р 57311-2016 – введен в действие 01.07.2017;
- ГОСТ Р 57563-2017 – введен в действие 01.10.2017;
- ГОСТ Р 57310-2016 – введен в действие 01.07.2017.

Таким образом очевидно, что проектирование в среде общей информационной модели будет становиться все более и более распространенным.

Получение расчетной модели в Autodesk Revit

Расчет большинства зданий по предельным состояниям осуществляется, зачастую, с использованием аналитической 3D-модели здания, содержащей все его несущие элементы, которые могут быть быстро получены из общего информационного пространства модели здания. Однако, специалисты-расчетчики, как правило, создают аналитическую модель с нуля в различных графических препроцессорах расчетных программных комплексов. Такая обособленность ведет к ряду проблем: многократные переделки аналитической модели; большие временные затраты на подготовку расчетной схемы; использование неактуальных данных; возникновение различных коллизий.

Одной из причин сложившейся ситуации является наличие большого количества ошибок внутри аналитической модели, полученной непосредственно из ПК для проектирования. Целью данной работы является предложение ряда мер по упрощению работы с аналитической моделью на примере программного комплекса Autodesk Revit [7]. В Revit есть множество инструментов для работы с аналитической моделью [рис. 1]: присваивание корректных сечений элементам аналитической модели задание условий закрепления/связей; задние нагрузок (в модели могут быть заданы как расчетные, так и нормативные нагрузки).

а б

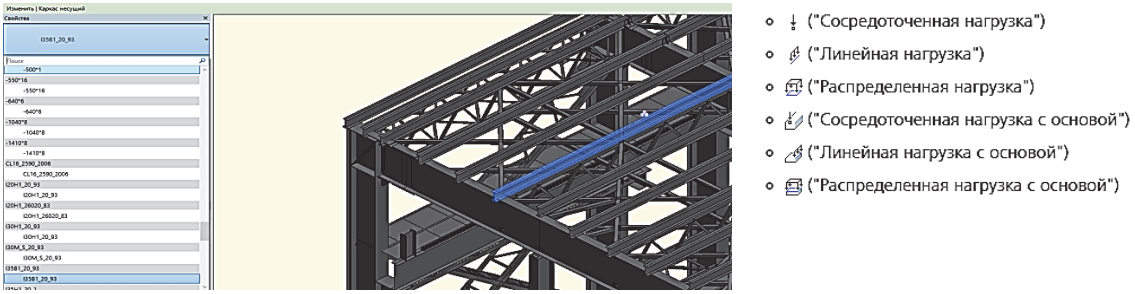


Рис. 1. Инструменты Autodesk Revit, предназначенные для работы с аналитической моделью: а – назначение сечения элементам модели; б – доступные типы нагрузок

Примеры 3D-модели несущих конструкций представлены ниже [рис.2]:

а б в

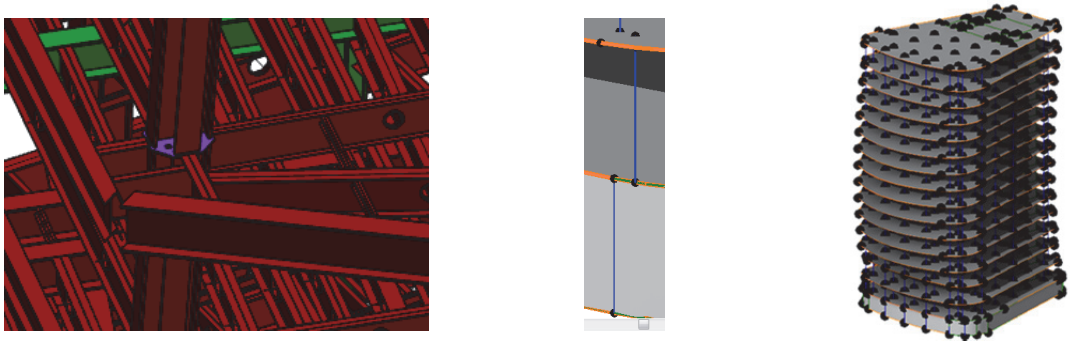


Рис. 2. Примеры аналитической 3D-модели: а – вид металлического каркаса в физическом представлении; б – вид железобетонного каркаса в аналитическом представлении

Расчетная модель здания, полученная из 3D-модели несущих конструкций, как правило, содержит множество типовых ошибок [рис. 3]:

- Колонны и балки, зачастую, не сходятся в одной точке;

- Отклонение несущих конструкций от их реального положения;
- Стены могут быть расположены не на границе перекрытий.

а б в

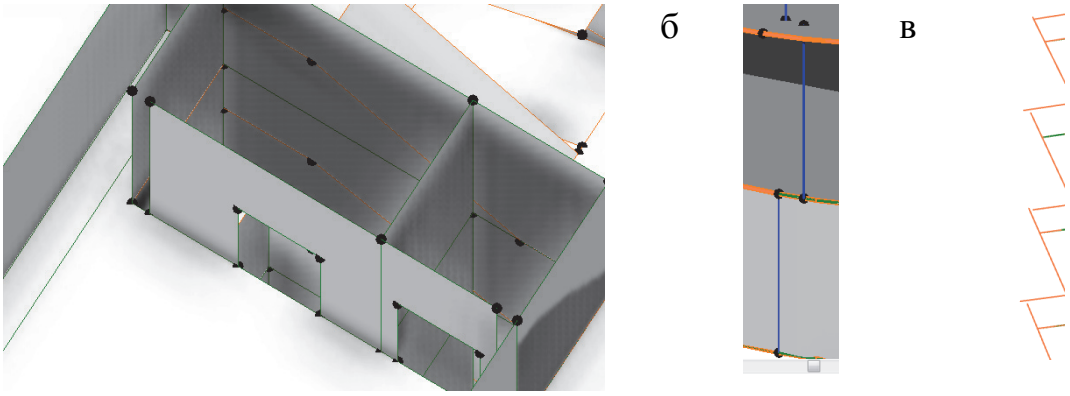


Рис. 3. Типовые ошибки аналитической модели:
а – стены не совпадают с границами отверстий в перекрытии;
б – отклонение несущих конструкций от их реального положения;
в – балки не сходятся в одной точке

Исправление данных ошибок возможно и при помощи стандартного функционала программного комплекса, однако, приходится выполнять огромное количество однотипных многократно повторяющихся действий, сталкиваясь при этом с целым рядом проблем:

- Трудности, связанные с освоением методик работы с новым программным продуктом;
- Проблемы, связанные быстродействием компьютера;
- Появление различных предупреждений и ошибок, связанных с особенностями работы конкретного ПК.
- Повторение большого количества исправлений при изменении модели специалистами смежных отделов.

Применение инструментов визуального программирования для корректировки типовых ошибок аналитической модели

Решением всех этих проблем может послужить автоматизация рутинных процессов при помощи визуального программирования в среде Dynamo – бесплатного приложения (надстройка) для Revit, представляющее собой среду для создания и запуска скриптов в адаптированной для инженера форме; позволяет вести работу одновременно с большим массивом данных, менять свойства и геометрию существующих элементов, создавать новые. На рисунке 4 представлен пример скрипта, выгружающего различные данные из модели несущих конструкций в Excel:

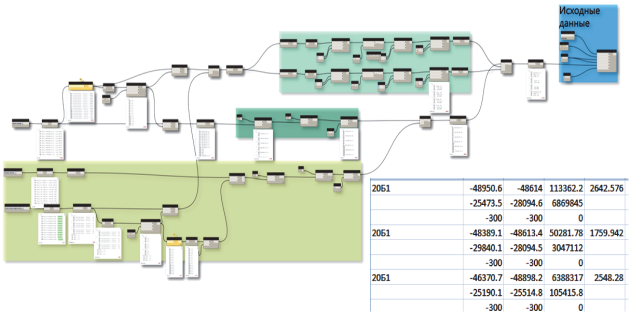


Рис. 4. Выгрузка данных в Excel: вид скрипта и получаемый файл

Данный скрипт работает для стержневых элементов: координаты начала и конца стержня, его сечение и длина. Также в таблицу можно внести любые параметры, заданные для несущих конструкций модели: значение распределенной или сосредоточенной нагрузки поэлементно, момент инерции сечения и его расчетное сопротивление, условия закрепления концов стержня. Таблица может быть использована как для подсчета объемов материалов несущих конструкций (масса бетона, стали или арматуры), так и для корректировки положения и сечения элементов.

На [рис.5] представлен скрипт, обновляющий элементы модели по файлу Excel, содержащему сечение элемента и координаты его концов:

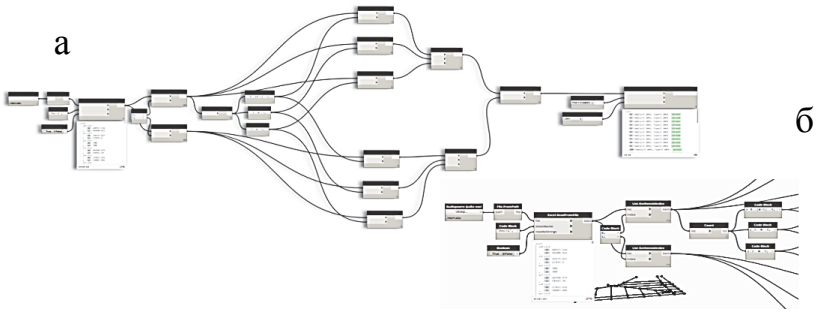


Рис. 5. Скрипт для создания стержневых несущих элементов модели по файлу Excel: а – общий вид скрипта; б – детализация отдельных узлов скрипта и результата работы

Выводы

1. В настоящее время, создание информационной 3D-модели здания становится нормативно урегулированным и обязательным.
2. Вместо моделирования здания внутри различных препроцессоров, аналитическую модель можно получить из 3D-модели смежных отделов.
3. Полученная таким образом модель, как правило, содержит типовые ошибки, исправление которых можно автоматизировать.
4. ПО Dynamo позволяет автоматизировать рутинные операции и существенно сэкономить время расчетчика.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Официальный сайт компании Autodesk [Электронный ресурс]: Санкт-Петербург: https://www.autodesk.ru/campaigns/aec-building-design-bds-new-seats/landing-page (28.11.2017).
2. Грахов В.П., Мохначев С.А., Иштряков А.Х. Развитие систем BIM проектирования как элемент конкурентоспособности // Современные проблемы науки и образования. 2015, № 1-1, С. 590-598.
3. Козлова Т.И., Талапов В.В. Опыт информационного моделирования памятников архитектуры. Архитектура и современные информационные технологии // AMIT: электрон. журн. 2009. №3(8). URL: http://www.marhi.ru/AMIT/2009/3kvart09/Talapov/Article.php
4. ГОСТ Р 57311-2016. Моделирование информационное в строительстве. Требования к эксплуатационной документации объектов завершенного строительства.
5. ГОСТ Р 57563-2017/ISO/TS 12911:2012 Моделирование информационное в строительстве. Основные положения по разработке стандартов информационного моделирования зданий и сооружений.
6. ГОСТ Р 57310-2016 (ИСО 29481-1:2010) Моделирование информационное в строительстве. Руководство по доставке информации. Методология и формат.
7. Лялин Денис Олегович, Машталер Сергей Николаевич, Дмитренко Евгений Анатольевич. Применение программного комплекса Autodesk Revit в проектной деятельности// Вестник донбасской национальной академии строительства и архитектуры. 2017, № 3 (125), С. 23-27.

УДК 624, 69.04

Е. В. Лесков, К. И. Ипатов, А. С. Васильев, В. Л. Земляк
Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема
(Россия, г. Биробиджан)
Leskov E.V., Ipatov K.I., Vasiliev A.S., Zemlyak V.L.
Priamursky State University named after Sholom-Aleikhem (Russia, Birobidzhan)

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСУЩЕЙ И ДЕФОРМАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ЛЕДОВЫХ ПЕРЕПРАВ, УСИЛЕННЫХ КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ
THE INVESTIGATION OF THE LOAD BEARING AND DEFORMATION CAPACITY OF ICE PASSAGE ENHANCED BY COMPOSITE MATERIALS

Аннотация. В данной работе представлены модельные и численные эксперименты по проверке прочности и жесткости льда, усиленного стальной

арматурой, а также численные эксперименты с усилением образцов стальной арматурой и различными видами композитной арматуры. Выполнен обзор литературы по способам армирования ледовых переправ. Образцы льда выполнены в форме балок, подверженных условиям чистого изгиба. Численные эксперименты выполнены при армировании следующими материалами: арматура горячекатаная А400; стеклопластиковая композитная АСК; базальтовое волокно (АБК); углеродная (АУК); арамидокомпозитная (ААК); комбинированная сочетанием стекла и базальта (АКК). Получены результаты напряженно-деформированного состояния для армирующего и армируемого материалов. Результаты оригинальные.

Ключевые слова: ледовая переправа; модельный эксперимент; численное исследование; ледовые балки; напряженно-деформированное состояние; прогиб.

Abstract. In this paper, we present model and numerical experiments to test the strength and rigidity of ice reinforced with steel reinforcement, as well as numerical experiments with the reinforcement of samples by steel reinforcement and various types of composite reinforcement. A review of the literature on the ways of reinforcing ice crossings is made. The samples of ice are made in the form of beams subjected to conditions of pure bending. Numerical experiments were performed with reinforcement by the following materials: hot-rolled reinforcement A400; fiberglass composite ASA; basalt fiber (ABA); carbon (AUC); aramidocomposite (AAA); combined with a combination of glass and basalt (ACC). The results of the stress-strain state for reinforcing and reinforced materials are obtained. The results are original.

Key words: ice portage; modeling experiment; numerical research; ice beam; stress-strain state; deflection.

Введение

Зимние дороги, в частности ледовые переправы, необходимы в обеспечении транспортной доступности как объектов нефтегазового и лесного комплексов, так и множества поселений в различных областях России. Отличительной особенностью эксплуатации ледовых переправ является малые интенсивность и скорость движения транспортных средств, но значительные масса большинства автомобилей, осуществляющих грузоперевозки по этим дорогам, и требуемая несущая способность самой переправы [1]. При этом известно, что при перемещении нагрузки с определенной (критической) скоростью по поверхности льда, в системе «лед-вода» возможно возникновение прогрессивных изгибно-гравитационных волн, при определенной интенсивности которых может произойти частичное или полное разрушения льда [2].

Для повышения несущей способности ледовых переправ существует множество способов, которые, однако, зачастую являются очень трудоёмкими, дорогими и не всегда эффективными. Положительный результат от их применения часто достигается только при соблюдении обязательного ряда условий, не выполнимых в реальности. Нормативными документами рекомендуется три основных способа увеличения несущей способности ледовых переправ: намораживанием дополнительных слоёв льда сверху (при помощи полива водой), снизу (при помощи наклонных термосифонов) и устройством деревянных настилов [3].

Возникает необходимость исследования существующих способов увеличения несущей способности ледовых переправ и рекомендовать наиболее эффективные и экономически целесообразные способы усиления ледовых переправ.

Обзор исследований по усилению ледовых переправ

Проблемой усиления ледовых переправ занималось множество исследователей. В монографии «Усиление ледовых переправ геосинтетическими материалами» (Омск, 2015) О.В. Якименко и В.В. Сиротюк [4] рассматривается усиление только ледовых автозимников и переправ. Выполнен анализ существующих способов армирования льда, составлена классификация способов увеличения несущей способности ледовых переправ и рекомендованы наиболее эффективные и экономически целесообразные способы усиления ледовых переправ.

Результаты данного исследования в качестве более современного и технологического решения рекомендуют другие ученые, в частности, Бурмистрова Ольга Николаевна [5], директор Института механики и технологии производств, д.т.н., доцент, г. Ухта предлагает применить технологию, разработанную в 2008 году д.т.н., профессором В.В. Сиротюк (СибАДИ) – армирование льда геосеткой. Эта технология позволяет решить сразу 2 проблемы: повысить несущую способность льда (на 30-65%) и уменьшить образование температурных трещин.

Исследованиями физико-механических характеристик ледовых переправ занимались в своей работе Земляк В.Л., Васильев А.С., Ипатов К.И. «Исследование напряженно-деформированного состояния ледяного покрова от воздействия на него движущейся нагрузки». В работе основное внимание было уделено определению физико-механических характеристик льда [6].

Исследование несущей способности армированных ледовых балок.

Для выполнения модельных экспериментов была спроектирована и собрана универсальная нагружающая установка, которая состояла из силовой рамы, состоящей из стоек, станин, верхней и нижней балок, нагружающего устройства и измерительного модуля [7]. Для армирования ледяных балок размерами L×B×H=2000×200×200 мм использовались цельносварные каркасы из стальной арматуры.

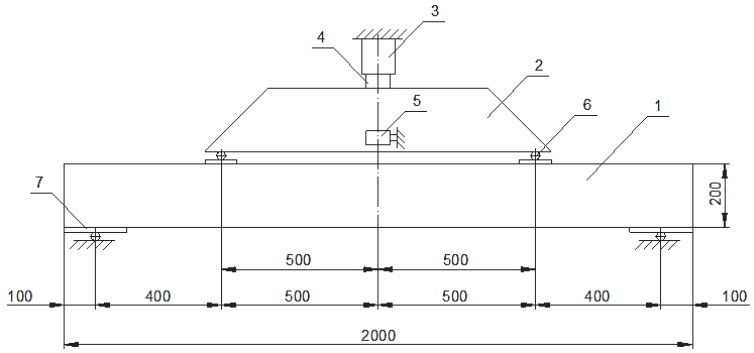


Рис. 1. Универсальная нагружающая установка

Эксперименты на ледяных балках проводились с целью оценки влияния поверхностного усиления растянутой зоны армирующим каркасом на их (балок) несущую способность в условиях чистого изгиба. Численный расчет напряженно-деформированного состояния ледяных образцов выполнялся в программном комплексе ANSYS Workbench v15, с использованием модуля ANSYS Mechanical.

Для армирования ледовых балок использовались цельносварные каркасы из стальной арматуры диаметром 6 мм различающиеся количеством и расположением поперечных и продольных связей.

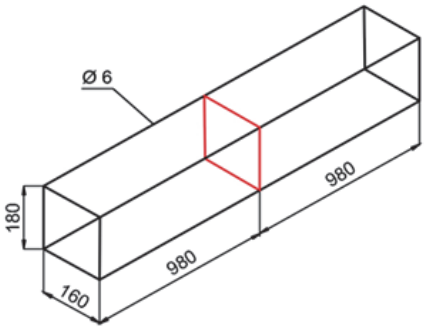


Рис. 2. Схема армирования ледяной балки

Схемы каркасов представлены на рис. 2. Время увеличения нагрузки, шаг нагрузки и прогибы балки на каждом из этапов нагружения в результате эксперимента представлены табл. 1.

Таблица 1

Данные эксперимента при разрушении армированной ледяной балки

№	t нагруж., сек	m нагрузки, кг	f прогиба, мм	№	t нагруж., сек	m нагрузки, кг	f прогиба, мм
1	0	0	0	5	3.1	472	2.4
2	2.2	277	1.25	6	3.4	524	2.83
3	2.5	347	1.55	7	3.7	584	3.35
4	2.8	405	1.92	8	4.9	563	5.3

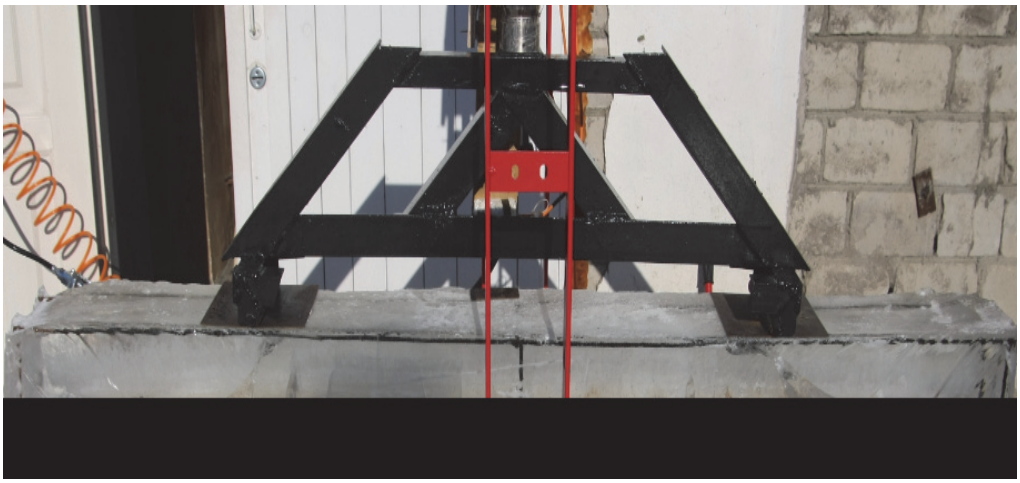


Рис. 3. Трещины в ледовой балке в результате эксперимента

На рисунке 3 представлен процесс нагружения армированного образца на установке.

Численное исследование ледяных балок, усиленных различными видами арматуры.

Для расчета ледяной балки использовались следующие механические характеристики: начальный модуль упругости E=765 МПа, прочность при одноосном сжатии Rb=0.6 МПа, прочность при одноосном растяжении Rt=0.5 МПа, плотность ρ=930 кг/м3, коэффициент Пуассона μ=0.3 Механические характеристики льда определялись согласно [6]. Отметим, что неармированный ледяной образец разрушался в экспериментах при прогибах от 4 до 5 мм. С учетом того, что при разрушении армирующий материал каркаса не достигал своих расчетных сопротивлений, в численном эксперименте в ПК ANSYS достижение образцами прогиба более 4,5 мм будем считать разрушением образцов.

В таблице 2 представлены механические характеристики материалов, используемых для усиления льда в численных экспериментах: арматура горячекатаная А400; стеклопластиковая композитная АСК; базальтовое волокно (АБК); углеродная (АУК); арамидокомпозитная (ААК); комбинированная сочетанием стекла и базальта (АКК).

Таблица 2

Расчетные механические характеристики стальной и композитной арматуры

Наименование показателя	А400	АСК	АБК	АУК	ААК	АКК
Предел прочности при растяжении, $Б_{bt}$, МПа	365	168	256	840	448	320
Предел прочности при сжатии,$Б_{bc}$, МПа	365	63	96	180	96	96
Модуль упругости, E, МПа	$20 \cdot 10^4$	$50 \cdot 10^3$	$50 \cdot 10^3$	$130 \cdot 10^3$	$70 \cdot 10^3$	$100 \cdot 10^3$

Программный комплекс ANSYS выполняет расчеты методом конечных элементов. Для расчетов использовался нелинейный конечный элемент Solid 65 в форме гексаэдра, реализующий модель прочности Willama-

Warnke [8]. Численным исследованиям НДС армированных конструкций посвящены работы [9-11] На рисунке 4 представлено сопоставление модельно эксперимента и расчета в программном комплексе ANSYS. Согласно результатам модельного эксперимента, разрушающая нагрузка на балку составила около 563 кг при прогибе 5,31 мм.

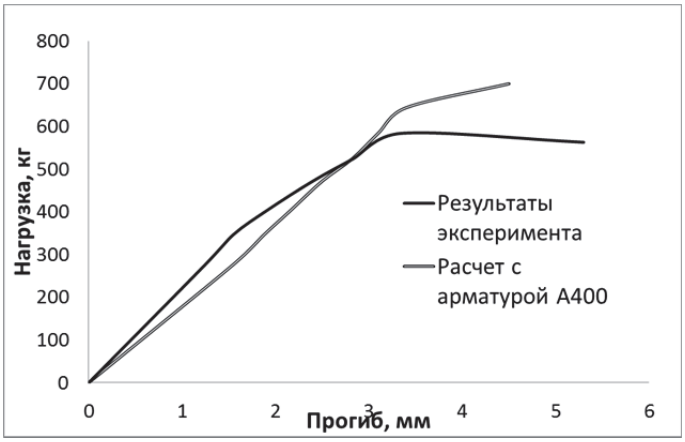


Рис. 4. Сравнение результатов модельного эксперимента и расчета в ПК ANSYS

Разрушающая нагрузка на балку со стальным каркасом составила около 700 кг, при нагрузке 644 кг произошел резкий рост деформаций в середине балки. Разрушение льда произошло от действия изгибающего момента в середине балки. Прогиб при этом составил 4,52 мм.

На рисунке 3 представлены результаты расчетов нагрузка-прогиб для ледяных балок, усиленных стандартной и композитной арматурой. Расчеты выполнены в ПК ANSYS Workbench 17.2. В качестве основного критерия для расчетов выберем резкий рост перемещений (деформаций) на графике нагрузка-прогиб. Результаты расчетов усиленных балок представлены рисунком 5.

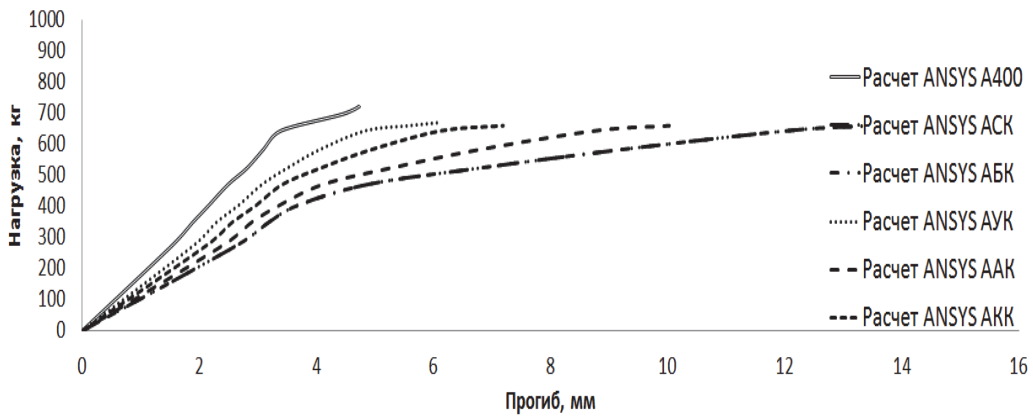


Рис. 5. Результаты расчетов нагрузка-прогиб

Сопоставление результатов прогибов показано в таблице 3

Таблица 3

Сопоставление результатов прогибов

Наименование армирующего материала	Прогиб при разрушении, мм	Отклонение от образцов, армированных А400, %
А400	4,52	0
АСК	13,45	-197,56
АБК	13,45	-197,56
АУК	6,09	-34,73
ААК	10,04	-122,12
АКК	7,21	-59,51

Исходя из полученных графиков и данных таблицы можно сделать следующие выводы:

1. Для образцов, армированных стальной арматурой А400, наблюдается удовлетворительное совпадение расчетных и опытных данных.

2. Наименьшие деформации можно наблюдать у образцов, армированных стальной арматурой А400. Как можно заметить, отклонение максимальных прогибов для образцов, армированных различными композитами, от образцов, армированных А400, составили соответственно -197,56; 197,56; -34,73; -122,12; -59,51 %. 3. 3.

3. Наибольшие прогибы были получены при армировании стеклопластиком и базальтовыми волокнами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1.ОДН 218.010 – 98. Инструкция по проектированию, строительству и экс-плуатации ледовых переправ [Электронный ресурс]. – Введён 1998-10-01 // Кодекс. Право / ЗАО «Информационная компания "Кодекс"». – СПб., 2010.

2. Козин В.М., Земляк В.Л. Физические основы разрушения ледяного покрова резонансным методом / Комсомольск-на-Амуре: ИМиМ ДВО РАН, ПГУ им. Шолом-Алейхема, АмГПГУ. 2013. – 250 с.

3. ВСН 137 – 89. Проектирование, строительство и содержание зимних автомо- бильных дорог в условиях Сибири и Северо-Востока СССР [Электронный ресурс]. – Введён 1990-01-01 // Кодекс. Право / ЗАО «Информационная ком- пания "Кодекс"». – СПб., 2010.

4. Библиотека СибАДИ . Усиление ледовых переправ геосинтетическими материалами : монография / О.В. Якименко, В.В. Сиротюк. – Омск [Электронный ресурс]. – URL: http://bek.sibadi.org/fulltext/ESD56.pdf/

5. Официальный сайт Ухтинский государственный технический университет. [Электронный ресурс]. – URL https://www.ugtu.net/university/faculties/imitp/ Директор ИнЛ, д.т.н. Бурмистрова Ольга Николаевна. (дата обращения к ресурсу: 05.09.2017).

6. Ипатов К.И., Земляк В.Л., Козин В.М., Васильев А.С. Исследование напряжённо-деформированного состояния ледяного покрова от воздействия

на него движущейся нагрузки // Вестник Приамурского государственного университета им. Шолом-Алейхема. 2017. № 1 (26). С. 103-113.

7. Козин В.М. Установка для испытаний ледовых балок, усиленных поверхностным армированием // Вестник Приамурского государственного университета им. Шолом-Алейхема. 2016. № 1 (22). С. 32-41.

8. Willam, K.J. Constitutive model for the triaxial behavior of concrete /K.J. Warnke, E.P. Warnke // Seminar of concrete structures subjected to triaxial stresses: Dergamo: Italy. – 1974. – v. 19. – May.17 – 19. – P. 3-11

9. Васильев А. С. Разработка алгоритмов численного моделирования балочных конструкций из композитных материалов для портовых и берегозащитных сооружений. / А. С. Васильев Ученые записки КнАГТУ, № III – 1(23) 2015 «Науки о природе и технике». – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КнАГТУ». – 2015. – С 88-93.

10. Васильев А.С. Разработка алгоритмов численного исследования конструкций из неоднородной среды методом конечных элементов./ А.С. Васильев, Н.А. Тарануха //Вестник ПГУ им. Шолом-Алейхема, 2016. - №1(22), «Физико-математические науки». – Биробиджан. – 2016. С. 78-88.

11. Тарануха Н.А., Васильев А.С. Численное исследование предельной несущей способности конструкций из композитных материалов. / А.С. Васильев, Н.А. Тарануха // Морские интеллектуальные технологии: Кораблестроение, информатика, вычислительная техника и управление – 2015. - № 3 (29) Т. 2. – С. 27-32.

Работа выполнена в рамках базовой части государственного задания Министерства образования и науки Российской Федерации в период 2017 - 2019 гг проект №9.4934.2017/БЧ

УДК 347.454:004.92

А. П. Маричев, Е. С. Залата, О. С. Гришина, Г. А. Бардина
ФГАОУ ВО «СПбПУ», Россия
Marichev A.P., Zalata E.S., Grishina O.S., Bardina G.A.
FSEI HL «SPbSTU», Russia

КООРДИНАЦИЯ РАБОТ МЕЖДУ ЗАКАЗЧИКОМ И ПОДРЯДЧИКОМ НА ОСНОВЕ BIM ПЛАТФОРМЫ
COORDINATION OF WORKS BETWEEN THE CUSTOMER AND CONTRACTOR BASED ON BIM PLATFORMS

Аннотация. В статье рассмотрено взаимодействие между подрядчиком и заказчиком с использованием формата IFC, а также использование облачных технологий. Использование файлов, созданных в различных САПР, вызывает затруднение при обмене данных, между различными комплексами проектирования. Для устранения проблем можно использовать

специализированное программное обеспечение для конвертирования файлов, но это приводит к потере данных. Можно использовать обобщённый формат IFC, который позволяет сохранить основные свойства и параметры модели. Но для максимальной эффективности обмена данными, стоит использовать облачные хранилища, которые позволяют предоставить доступ к файлам проекта в любое время суток, и без использования специализированного программного обеспечения.

Ключевые слова: координация, взаимодействие, bim, Autodesk.

Abstract. The article discusses the interaction between the contractor and the customer using the IFC format, as well as the use of cloud technologies. The use of files created in different CAD systems causes difficulties in the exchange of data between different design complexes. To solve problems, you can use specialized software to convert files, but this leads to data loss. You can use the generic IFC format, which allows you to save the basic properties and parameters of the model. But for maximum efficiency of data exchange, it is worthwhile to use cloud storage, which allows you to provide access to project files at any time of the day, and without the use of specialized software.

Key words: coordination, interaction, bim, Autodesk.

Для взаимодействия и координации между заказчиком и подрядчиком, как правило используются файлы, созданные в специальном программном обеспечении, а контроль и отслеживание продвижение процесса выполнения задания, выполняется вручную. [1] Рассмотрим взаимодействие между проектным институтом и непосредственным заказчиком, на примере проекта жилого комплекса.

Основными документами для обмена в такой модели служат форматы 2D проектирование такие как:

PDF - межплатформенный формат электронных документов, разработанный фирмой Adobe Systems с использованием ряда возможностей языка PostScript

DXF – открытый формат файлов для обмена графической информацией между приложениями САПР

DWG – бинарный формат файла, используемый для хранения двухмерных (2D) и трёхмерных (3D) проектных данных и метаданных

При использование таких форматов, невозможно выявить пересечение элементов различных систем в автоматизированном режиме. [2-4] Данный способ широко применяется в отрасли так как, большинство существующих проектных институтов долго использовало технологию 2d проектирования в САПР от Autodesk в программном комплексе Autocad и Nanocad, вследствие чего наработала свои методики и имеет большое число специалистов, владеющих САПР узкой направленности. [5-7] Но если мы говорим о взаимодействии между заказчиком и подрядчиком со сторо-

ны bim, то такие форматы нам не подходят. Поэтому рассмотрим основные форматы передачи данных от других, САПР которые позиционируют себя как программное обеспечение для использования в BIM. Первым форматом будет RVT. Этот формат показывает, что файл был создан в программном комплексе Revit от Autodesk. [8] Содержание файла проекта Revit интегрирован со спецификациями фирменных компиляции данных в Autodesk и применения Revit, и эти файлы Revit проект также осуществляется со стандартами кодирования agian собственностью компании Autodesk и используемых для формата RVT файла. Эти файлы Revit проект крепятся с .rvt расширением и программное обеспечение Revit классифицируется как программа моделирования зданий информация (BIM), которая интегрирована с набором функций, полезных для развития визуальных конструкций 3D строительство. Данные, хранящиеся в этих Revit файлов проекта включают в себя архитектурные detials связанные с проектирования здания проекта, созданного пользователем Revit, а может, в частности содержать отметок, поэтажные планы и строительные участки среди других образов и деталей метаданных, которые соответствуют файлу проекта Revit просматривают Пользователь. Эти файлы проекта Revit можно открыть и просмотреть в 3D-сцена полностью оказанные и отображается на лету программного обеспечения Revit. Настройки проекта хранятся также в этих .rvt файлов.[9-12]

Следующие 2 формата принадлежат к программному комплексу ArchiCAD.PLN – от слова plan. Это основной формат ArchiCAD, в котором хранится базовая геометрия элементов здания, т.е. стен, перекрытий, балок, колон, крыш и т.п. Кроме базовых элементов проект ArchiCAD может содержать произвольные объекты – т.е. окна, двери, мебель и все что угодно. При этом PLN файл хранит только точку вставки этих объектов, и габаритные размеры. Саму отрисовку этого объекта хранит сам объект (файл *.gsm). [13-16]

PLA – от слов plan archive. Это архивный файл, предназначенный для долговременного хранения проекта ArchiCAD. Он отличается от PLN только тем, что архивирует в себе все объекты, которые используются в проекте.

Остановимся на этих форматах. Как мы видим, созданные файлы в различных САПР несут идентичную информацию, но тем не менее они не могут быть открыты в других программах, кроме тех, в которых они были созданы. [17-18]

Это накладывает некоторые ограничения на координацию. Для открытия этих файлов, у заказчика и подрядчика должны стоять одинаковые САПР, или их аналоги, которые позволяют их конвертировать в необходимый формат, для прочтения. [19]

Основная проблема, это то, что при конвертировании файла из одного формата в другой, возможна потеря информации, свойственной только определенной САПР. Можно использовать дополнительные настройки, или сохранять файл с ограничениями, но при этом все равно будет высок процент потери данных. Для того чтобы избежать потери данных рассмотрим еще один формат.

IFC – формат данных с открытой спецификацией, которая не контролируется ни одной компанией или группой компаний. Это универсальный формат, который читается всеми САПР и основан на стандарте STEP. [20]

Данный формат позволяет сохранять информацию в таком виде, что бы при открытии в других САПР потеря данных сводилась к 0. Но насколько бы универсальным формат не был, в нем имеются и недочеты.

Главным, из которых является потеря сложной геометрии. Файл сохраняет ее таким образом, что сложные формы разбиваются на простые элементарные составляющие. Таким образом при проверке файла на коллизии будет искаженная информация. Но данная проблема решается просто, сложная архитектурная форма, создается в отдельном файле, и сохраняется в формате общей геометрии. [21]

Теперь перейдем непосредственно к самой координации этих документов. Для повышения эффективности при взаимодействии между отделами, руководителями и так далее, предлагается система облачного хранилища.

Основная идея заключается в том, что рабочие файлы будут находится в постоянной доступности, для любого отдела. Их можно скачать, посмотреть, проверить на наличия ошибок и в случае необходимости пометить ошибки или написать вопросы. Данный способ не позволяет их редактировать напрямую, что позволит их сохранить в целостности, при открытии неквалифицированным сотрудником, или случайных изменений. Сформулируем основные плюсы данного способа:

Файлы всегда доступны, вне зависимости от времени и дня

Защита от случайного редактирования

Возможность комментировать и задавать вопросы, без необходимости связываться со специалистом

Просмотр файлов через браузер, без использования специального ПО

Такую систему можно реализовать и на сервере компании, организации. Но тогда, при такой организации возникают следующие проблемы:

Файлы доступны только при работе сервера

Возможно редактирование, и взаимодействием с файлом на прямую

Для просмотра файла, необходимо использование САПР или специализированное ПО

Таким образом, для лучшего взаимодействия стоит использовать облачные технологии, например, платформу от Autodesk - A360. При этом не

стоит забывать о сохранении файлов в формате IFC для чтения в различных САПР.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 декабря 2011 г. №2227-р «Об утверждении Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года»).

2. Протокол заседания Правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям от 3 августа 2010 г. №4.

3. Методические материалы по разработке программ инновационного развития акционерных обществ с государственным участием, государственных корпораций и федеральных государственных унитарных предприятий (утверждены распоряжением Минэкономразвития России от 31 января 2011 г. №3Р–ОФ).

4. Методические материалы по разработке паспортов программ инновационного развития акционерных обществ с государственным участием, государственных корпораций и федеральных государственных унитарных предприятий (одобрены решением Рабочей группы по развитию частно-государственного партнерства в инновационной сфере при Правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям от 15 ноября 2011 г., протокол №43–АК).

5. Alcínia Zita Sampaio. BIM as a Computer-Aided Design Methodology in Civil Engineering. Journal of Software Engineering and Applications. 2017. No. 10. Pp. 194-210.

6. Marko Paavela, Kristo Karjusta, Jüri Majaka. PLM Maturity model development and implementation in SME. Procedia CIRP. 2017. No. 63. Pp. 651-657.

7. Wang, X. Extending Building Information Modelling (BIM): A Review of the BIM Handbook. Australasian Journal of Construction Economics and Building. 2012. No. 12. Pp. 101-102.

8. Нестеров И.В. Информационное моделирование в строительстве. САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. № 2(3). С. 33-36.

9. Douglas M. Brito, Emerson A. M. Ferreira. Strategies for representation and analyses of 4D modeling applied to construction project management. Procedia Economics and Finance. 2015. No. 21. Pp. 374-382.

10. Eadie, R., Browne, M., Odeyinka, H., McKeown, C., McNiff, S. BIM Implementation throughout the UK Construction Project Lifecycle: An Analysis. 2013. Automation in Construction. No. 36. Pp. 145-151.

11. Eastman C., Fisher D., Lafue G., et al. An Outline of the Building Description System. Institute of Physical Planning, Carnegie-Mellon University, 1974. 23 p.

12. Azhar, S., Hein, M. and Sketo, B. Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. Leadership Manage. Eng. 2011. No. 11(3). Pp. 241-252.

13. Tardif, M. and Smith K.D. Building Information Modeling: A Strategic Implementation Guide. John Wiley & Sons, Hoboken. 2009. 216 p.

14. Azhar, S et al. Building information modeling (BIM): now and beyond. Australasian Journal of Construction Economics and Building. 2012. No. 12 (4). Pp. 15-28.

15. B. Koo, M. Fischer, Feasibility study of 4D CAD in commercial construction. Journal of const. Eng. & Manage. 2000. No. 126 (4). Pp. 251-260.

16. Olde Scholtenhuis, L., Hartmann, T., and Dorée, A. Comparing Mindfulness in Manual and 4D-Supported Coordination Practices. In: Proceedings of Construction Research Congress. Atlanta, USA, 2014. Pp. 160-168.

17. Hsieh, S.H., Chen, C.S., Liao, Y.F., Yang, C. T. and Wu, I.C. Construction director: 4D simulation system for plant construction. Proceedings of the 10th East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering and Construction (EASEC-10). Bangkok, Thailand, 2006.

18. Tsai, M. H., Kang, S. C., Hsieh, S. H., Kuo, C. H., Pei, T. J. and Yeh, K. C. Experiences on study of setting-up a 4D construction management tool in a high-rise construction project. Proceedings of 12th International Conferences on Computing in Civil and Building Engineering & 2008 International Conference on Information Technology in Construction (ICCCBE XII & INCITE 2008). Beijing, China, 2008.

19. Dawood, N., and Mallasi, Z. Construction Workplace Planning: Assignment and Analysis Utilizing 4D Visualization Technologies. Computer-aided Civil and Infrastructure Engineering. 2006. Vol. 21, Is. 7. Pp. 498-513.

20. PAS 1192-2:2013: Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modeling (BIM). BSI, UK. 2013.

21. Reviversoft [Электронный ресурс]: Расширения файла .RVT: http://www.reviversoft.com/ru/file-extensions/rvt (20.11.2017).

УДК 69.04

Н. А. Матвеева, Л. А. Герасимова
ФГАОУ ВО «СПбПУ Петра Великого», Россия
Matveeva N.A., Gerasimova L.A.
FSAEU HE «Peter of the Great SPbPU»

СОПОСТАВИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РОССИЙСКИХ И ЗАРУБЕЖНЫХ НОРМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ РАСЧЕТА ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ МОНОЛИТНОЙ ПЛИТЫ ПЕРЕКРЫТИЯ
COMPARATIVE ANALYSIS OF RUSSIAN AND FOREIGN DESIGN STANDARDS BASED ON THE CALCULATION OF A REINFORCED CONCRETE SLAB

Аннотация. В настоящей работе приводится сравнительный анализ результатов расчета по прочности на изгиб монолитной железобетонной плиты перекрытия по актуализированному своду правил «СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции», нормам проектирования железобетонных конструкций Европейского Союза «Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings» и Американского стандарта «ACI 318 Building Code and Commentary».

Ключевые слова: железобетонные конструкции, расчет конструкции, нормы проектирования, Еврокод, американские стандарты, сравнение.

Abstract. In this paper, we give a comparative analysis of the results of the calculation of the strength of a monolithic reinforced concrete slab on the bend according to the updated set of rules "SP 63.13330.2012 Concrete and reinforced concrete structures", the standards for the design of reinforced concrete structures of the European Union "Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-1: "General rules and rules for buildings" and the American standard "ACI 318 Building Code and Commentary".

Key words: reinforced concrete structures, design calculation, design standards, Eurocode, American standards, comparison.

Высокие технико-экономические показатели железобетонных конструкций, возможность сравнительно легко придавать им требуемую форму и размеры при соблюдении заданной прочности обусловили их широкое применение практически во всех отраслях строительства как в России, так и в мире. Железобетонные конструкции и в обозримом будущем останутся одними из основных строительных конструкций [6].

В настоящее время возникает большой интерес к европейским стандартам, поэтому потребность в гармонизации российских и европейских

норм становится все более актуальной. В связи с предполагаемой унификацией российских и европейских норм проектирования железобетонных конструкций возникает необходимость объективного сравнения методов расчета применяемой в России, а также странах Евросоюза и США [7].

В настоящей работе приводится сравнительный анализ результатов расчета по прочности на изгиб монолитной железобетонной плиты перекрытия по актуализированному своду правил «СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции» [1], нормам проектирования железобетонных конструкций Европейского Союза «Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings» [2] и Американского стандарта «ACI 318 Building Code and Commentary» [3]. Цель такого сравнения – не просто показать различия, но и найти точки соприкосновения для обеспечения гармонизации: возможности взаимного проникновения (Еврокода в РФ) и безболезненного использования изделий одних стран в других странах. Важным и разумным положением Закона №184 является требование, чтобы национальные стандарты не противоречили международным.

Для расчетчика и конструктора проблема гармонизации должна решаться взаимооднозначно. Это означает, к примеру, что несущая способность балки, вычисленная по национальным нормам должна быть не меньше и не больше, чем несущая способность той же балки, вычисленная по международным нормам. При одностороннем неравенстве станет неэквивалентной продажа и покупка этой балки, при этом должен быть согласован интервал допускающих отклонений в 5-10% в любую сторону.

Задачи гармонизации могут быть сформулированы для разных целей и на разных уровнях:

1. Близость научных основ;
2. Идентичность расчетных методов;
3. Совпадение требований к конструкциям;
4. Совпадение результатов расчетов при проектировании и строительстве.

Первый уровень задач имеет в основном научное значение. Научные результаты, положенные в основу практических методов расчетов, вполне идентичны. Этот уровень задач решен во всех странах Европы одинаково. Он, как известно, сформулирован в виде метода расчета по предельным состояниям и основан на требовании недопущения того или иного предельного состояния (прочности, устойчивости, усталости, образования или чрезмерного раскрытия трещин, чрезмерных прогибов и т.п.) и использует вероятностный подход к назначению характеристик нагрузок и материалов.

Второй уровень задач решен многообразно не только в странах Европы, но имеет место множество вариаций в пределах любой из стран, как результат деятельности научных школ и проявления традиций.

Третий уровень обеспечивает автоматическое выполнение второго, но от директивного решения - разработки унифицированных методов, демократические общества отказались давно. Следовательно, решение третьего типа задач не зависит от метода расчета.

Четвертый уровень имеет наибольшее практическое значение. Конструкция, спроектированная по международному или национальному стандарту, должна обладать одинаковым резервом прочности и долговечности при обеспечении нормальной эксплуатации.

Таким образом, практическое значение имеют только задачи третьего и четвертого уровня, и для уверенности в справедливости расчета с помощью национальных стандартов или международного стандарта необходимо проектировать задачи и иметь систему переходных коэффициентов для стандартных и нестандартных случаев [8, 9].

Объект исследования представляют расчеты железобетонной однопролетной монолитной плиты перекрытия над цокольным этажом шестнадцатиэтажного здания с наибольшим пролетом (рис. 1.) по российским нормативным документам (СП 63.1330.2012), европейским нормам (EN 2) и американским стандартам (ACI 318-14). Рассматриваемое здание по объемно-планировочному решению 16-ти этажное + цокольный этаж, близкие к квадратной форме в плане, габаритные размеры в осях 23,5х24,0 м. Высота цокольного этажа – 3,3 м. Стены цокольного этажа – монолитные железобетонные (В25), толщиной: наружные – 300 мм, внутренние – 200 мм. Перекрытия и покрытия - монолитные железобетонные (В25) плиты толщиной 200 мм. Армирование монолитных перекрытий и покрытия – арматура класса AIII и AI по ГОСТ 5781-82.

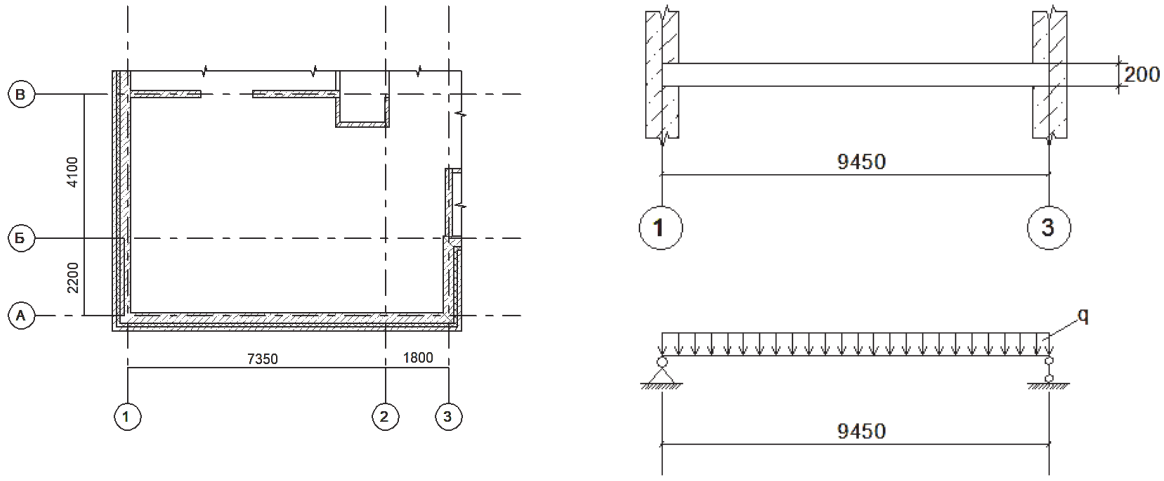


Рис. 1. Схема монолитной железобетонной плиты перекрытия

Основные расчетные положения представлены в таблице 1, пунктах 1-3.

Таблица 1

	СП 63.13330.2012	**EN 2**	**ACI 318-14**
Класс бетона	B25	C25/30	C25/30
Класс арматуры	A400	S400	S400
Сопротивление бетона	$R_{b,n}$=18,5 МПа	$f_{ck}/f_{ck.cube}$=25/30 МПа	f_c'=30 МПа
Сопротивление арматуры	$R_{s,n}$=400 МПа	f_{yd}=400 МПа	f_y=400 МПа

1. Материалы согласно российским, европейским и американским нормам приведены в таблице 2.

Таблица 2

	СП 63.13330.2012	**EN 2**	**ACI 318-14**
Коэффициент надежности по бетону	γ_b=1,3	γ_c=1,5	γ_c=1,5
Коэффициент надежности по арматуре	γ_s=1,15	γ_s=1,15	γ_s=1,25

2. Нагружения согласно российским, европейским и американским нормам приведены в таблице 3.

Таблица 3

Коэффициенты надежности по нагрузке	**СП 20.13330.2011**	**EN 1**	**ACI 318-14**
Для постоянных	1,1	1,35	1,4
Для временных	1,3	1,5	1,7

3. Напряженное состояние при изгибе по российским, европейским и американским нормам представлены на рисунках 2, 3 и 4.

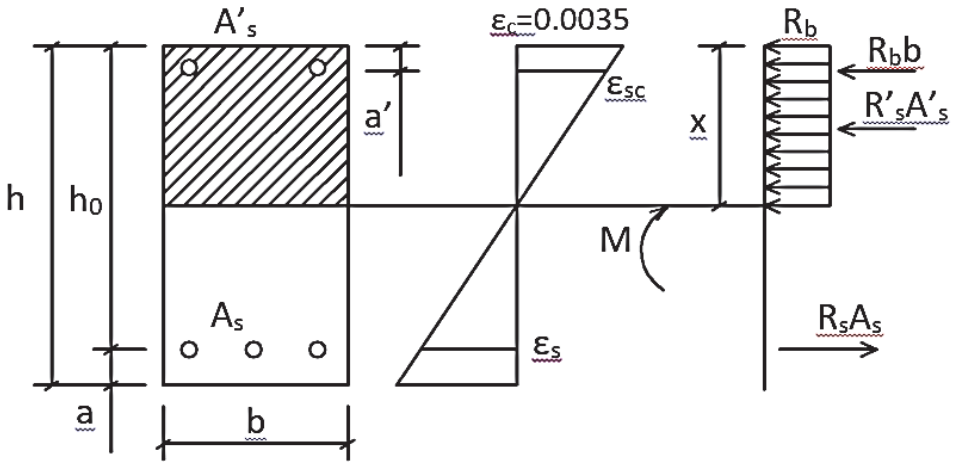


Рис. 2. Сечение изгибаемого элемента, распределение напряжений и деформаций в нем согласно СП

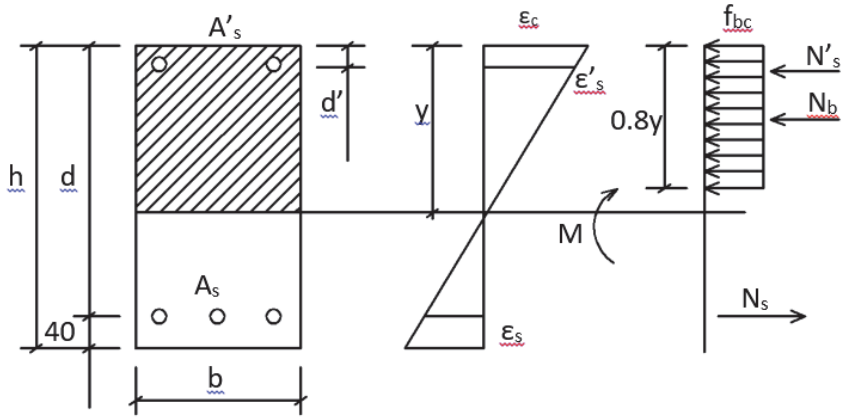


Рис. 3. Сечение изгибаемого элемента, распределение напряжений и деформаций в нем согласно Еврокод 2

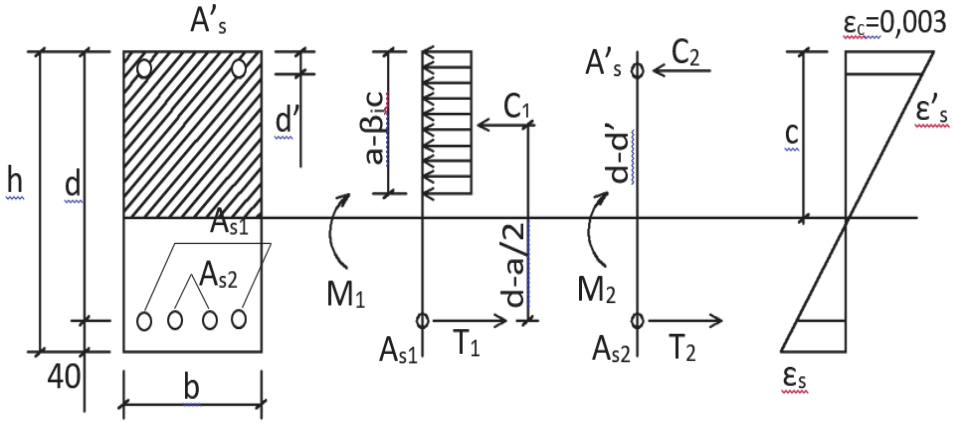


Рис. 4. Сечение изгибаемого элемента, распределение напряжений и деформаций в нем согласно АСИ 318

Пример расчета по нормальному сечению при изгибе монолитной плиты перекрытия приведен в таблице 4.

Таблица 4

СП 63.13330.2012	**EN 2**	**ACI 318-14**
1. Нагрузка Собственный вес ж.б. перекрытия $\delta = 200$мм: g=5 kH/м Спальни и коридоры q=1,5*9,45=14,17 kH/м Нормативная: g+ q=19,17kH/м Полная расчетная: (1,1g+1,3q)=24,9 kH/м	1. Нагрузка Нормативная: g+ q=19,17kH/м Полная расчетная: (1,35g+1,5q)=28 kH/м	1. Нагрузка Нормативная: g+ q=19,17kH/м Полная расчетная: (1,4g+1,7q)=28,26 kH/м
2. Расчетный момент в плите с пролетом l=9,45м: $M = q * \frac{l^2}{8} = 277{,}95$ кН.м;	2. Расчетный момент в плите с пролетом l=9,45м: $M = q * \frac{l^2}{8} =$ 312,67 кН.м;	2. Расчетный момент в плите с пролетом l=9,45м:$M_u = q * \frac{l^2}{8} =$ 315,46 кН.м;
3. Расчетное сопротивление бетона $R_b = 14{,}5$ МПа;	3.Расчетное сопротивление бетона $f_{bc} = \frac{0{,}85 f_{c28}}{\gamma_b} = 17$ МПа;	3. Расчетное сопротивление бетона f'_c=30 МПа;
4. Расчетное сопротивление арматуры $R_s = 355$ МПа;	4. Расчетное сопротивление арматуры $\sigma_s = \frac{f_e}{\gamma_s} = 348$ МПа;	4. Расчетное сопротивление арматуры f_y=400 МПа;
5. $\alpha_m = \frac{M}{\gamma_{b2} * R_b * b * h_0^2} = 0.74$; $\alpha_R = 0.39$; $\alpha_m > \alpha_R$, двойное армирование;	5.$\mu = \frac{M}{f_{bc} * b * d^2} = 0{,}718$; По табл. $\mu_i =$ 0,392; $\alpha_i = 0{,}668$; $\beta_i =$ 0,733; $\mu > \mu_i$, двойное армирование;	5. $k_u = \frac{M_u}{b * d^2} = 12{,}32$; $\rho =$ 0,027 $\overline{\rho_в} = 0{,}85\beta_i(\frac{600}{600+f_y})\frac{f'_c}{f_y}$=0,032; 0,75$\overline{\rho_в}$=0,024
6. $\xi_R = \frac{0.8}{1+\frac{\varepsilon_{s,el}}{\varepsilon_{b2}}} = 0.53$; $A'_s = \frac{M - \alpha_R * \gamma_{b2} * R_b * b * h_0^2}{R_{sc}(h_0 - a')} =$ 2927 мм^2; $A_s = \frac{R_{sc} * A'_s + \gamma_{b2} * R_b * b * h_0 * \xi_R}{R_s} =$ 6440 мм^2;	6. $y = \alpha_i * d =$ 106,88 мм; $A_s = \frac{M + 0{,}8 f_{bc} * b * y * (0{,}4y - d')}{(d - d')\sigma_s} =$ 7320.95 мм^2; $A'_s = \frac{A_s\sigma_s - 0{,}8 f_{bc} * b * y}{\sigma'_s} =$ 3144 мм^2.	6. $A_{s1} = \rho * b * d =$ 3840 мм^2; $a = \frac{f_y * A_{s1}}{0.85 * f'_c * b} = 60.23$ мм; $M_n = A_{s1} * f_y\left(d - \frac{a}{2}\right) =$ 199.5 kN. m; $M_{u1} = M_n * \gamma_i =$ 179.55 kN. m; $M_{u2} = M_u - M_{u1} =$ 135.91 kN. m; $A'_s = A_{s2} = \frac{M_{u2}}{\gamma_i * f_y * (d - d')} =$ 2904 мм^2 ; $A_s = A_{s1} + A_{s2} =$ 6744 мм^2 .

Таблица 5

Результаты расчетов представлены в табличной форме

№	Характеристики	СП 63.13330.2012	EN 2	ACI 318-14
1	Нормативные нагрузки g+q, кН/м	19,17	19,17	19,17
2	Расчетные нагрузки, Ɣg+Ɣq, кН/м	24,90	28,01	28,26
3	Изгибающий момент от расчетных нагрузок М, кН.м	277,95	312,67	315,46
4	Требуемая площадь сжатой арматуры A'_s, мм²	2927,07	3144,03	2904,06
5	Требуемая площадь растянутой арматуры A_s, мм²	6440,21	7320,95	6744,06
6	Требуемая суммарная площадь арматуры $A_s+A'_s$, мм²	9367,28	10464,98	9648,12
7	Соотношение требуемой арматуры, %	100	112	103

Вывод: Полученные результаты свидетельствуют о наименьшем требуемом количестве арматуры при расчете по нормам РФ. Наибольший расход получается по Еврокоду (на 12 % отклонение от СП). Значения полученные по нормам США не так существенны, разница составляет 3 % (в большую сторону) от СП и 8 % (в меньшую сторону) от Еврокода.

Повышенный расход суммарной арматуры по нормам Еврокода обусловлен малым значением вводимого в расчет сопротивления бетона сжатой зоны, что увеличивает требуемую площадь арматуры.

Таким образом, нормам РФ может быть отдано предпочтение при проектировании конструкций наименьшей стоимости, но ввиду малых коэффициентов надежности их применение требует повышенного контроля за качеством используемых материалов и выполнением строительных работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Свод правил СП 63.13330-2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 25-01-2003. М. :НИИЖБ, 2012. 153 с.

2. Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings. EN 1992-1-1. December 2004, 225 p.

3. ACI 318 Building Code and Commentary. American Concrete Institute, Farmington Hills, Mich., 2014, 445 p.

4. Свод правил СП 20.13330-2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*: утв. Минрегионом России 27 декабря 2010 №787. – Введ. 20.05.2011 / Минрегион России. – 2011. 80 с.

5. Eurocode 1: Actions on structures – Part 1-1: General actions – Densities, self-weight, imposed loads for buildings. EN 1991-1-1. April 2002, 43 p.

6. Плевков В.С., Малиновский А.П., Балдин И.В. Оценка прочности и трещиностойкости железобетонных конструкций по российским и зарубежным нормам // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета». / ТГАСУ. Томск, 2013. С. 144.

7. Суслов М.С., Орлова К.А., Парамонов Д.В. Сравнение европейских и российских норм проектирования зданий со стальным каркасом на примере снеговых и ветровых воздействий // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых. / ЗАО «Университетская книга. Курск, 2014. С. 208.

8. Алмазов В.О. Проектирование железобетонных конструкций по Еврокодам. М. : Изд-во АСВ, 2007. 2016 с.

9. Алмазов В.О. Гармонизация строительных норм: необходимость и возможности // Вестник МГСУ. / МГСУ. М., 2011. С. 84.

УДК 624; 69.04;

С. И. Мишаров
ФГАОУ ВО «СПбПУ Петра Великого», Россия
Misharov S.I.
FSAEI HE «SPbPU of Peter the Great», Russia

АЛГОРИТМ СОЗДАНИЯ АРМАТУРНОЙ МОДЕЛИ С ПРИМЕНЕНИЕМ BIM-ТЕХНОЛОГИИ
ALGORITHM OF CREATING A REINFORCEMENT MODEL WITH THE APPLICATION OF BIM-TECHNOLOGY

Аннотация. В данной статье проводится поиск и анализ существующих методик расчета армирования с применением BIM-технологий. Основной целью статьи является обзор алгоритма расчета армирования при работе в связке программ Autodesk® Revit® и SOFiSTiK.

Ключевые слова: аналитическая модель; армирование; алгоритм; проектирование; расчетный комплекс; информационная модель здания; интеграция; оптимизация.

Abstract. In this article, we search for and analyze existing methods for calculating the reinforcement using BIM-technologies. The main purpose of this article is to review the algorithm for calculating the reinforcement when working in a bundle of Autodesk® Revit® and SOFiSTiK programs.

Key words: analytical model; reinforcement; design; estimate complex; bim; fem finite elements method; integration; automatization; optimization.

1. Введение

В настоящее время есть опыт [1-8] и возможности для решения общих, широких задач с использованием BIM в строительстве. Однако, в специализированных, узких областях остаются пробелы [9-11]. Такой областью остается решение армирования конструкций. Фактическое размещение или установка арматуры до сих пор недостаточно автоматизированы [12-15], и требуется большое количество усилий и человеческих ресурсов для составления готовых чертежей КЖ. В последнее время мы наблюдаем тенденцию [16, 17] по применению BIM-технологии для повышения эффективности работ в этой сфере. Тем не менее, на детальном уровне работы остается множество проблем и нерешенных задач.

2. Основная часть

В данной статье проводится поиск и анализ существующих методик расчета армирования с применением BIM-технологий. Основной целью статьи является обзор алгоритма расчета армирования при работе в связке программ Autodesk® Revit® и SOFiSTiK [18, 19].

Различные исследователи ведут свою деятельность в этой области. Анализируя результаты исследования Карстена Хейна [20] и Стефана Моли [21], видно, как разнятся результаты расчета балки перекрытия в зависимости от степени детализации и типов моделей (рис. 1).

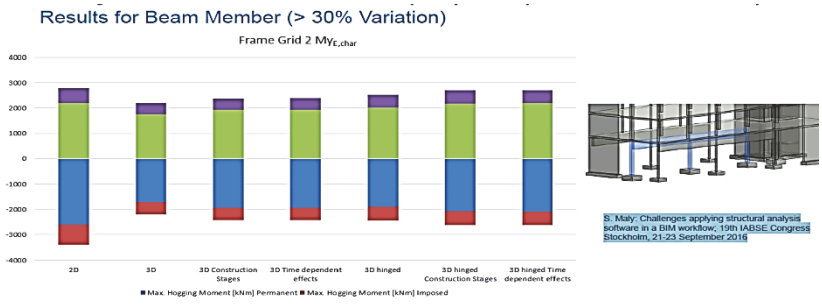


Рис. 1. Результаты исследования Carsten Hein, Stephan Maly

Стандартный алгоритм взаимодействия Revit и SOFiSTiK:

1. Моделирование, создание информационной модели;
2. Назначение расчетных характеристик, граничных условий, жесткостей, нагрузок, условий закрепления;
3. Генерация кода на CADINP [22];
4. Обработка полученного кода и запись в базу данных проекта.

Вся информация содержится в созданной базе данных проекта. Стоит отметить, что она строго структурирована. Каждый элемент базы данных записан в определенную ячейку и имеет свой уникальный идентификатор. Доступ к этим данным возможно получить как через *SOFiSTiK*, так и с помощью сторонних средств. Зная порядок записи данных можно извлечь необходимые нам и произвести экспорт обратно в среду моделирования, но уже с полученными данными расчета. Для правильной генерации

кода на CADINP нужны определенные единые правила нумерации загружений, материалов, РСН, РСУ, расчетных случаев. Анализируя результаты исследований по этой теме, сделан вывод о необходимости создания специальных шаблонов.

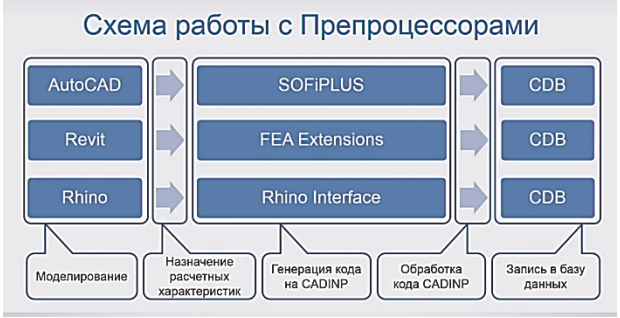


Рис. 2. Алгоритм взаимодействия

Опытным путем был установлен следующий алгоритм преобразования модели для возможного взаимодействия и экспорта результатов расчета обратно в Revit:

Архитектурная – Конструктивная – Аналитическая – Расчетная (приложили нагрузки, закрепления) – Модель результатов – Арматурная модель (рис.3, 4).

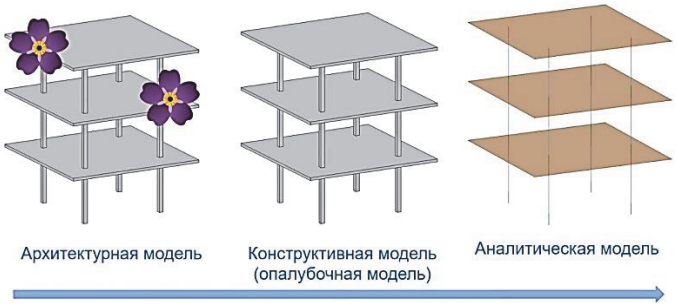


Рис. 3. Путь преобразования модели

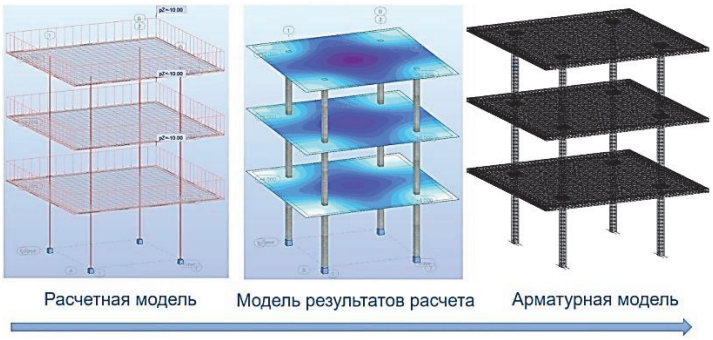


Рис. 4. Путь преобразования модели

Для такого алгоритма необходимо все объемные элементы представить в таком виде, где у каждого из них будут такие параметры: ***ID, координаты вершин, траектория выдавливания.***

ID (идентификатор) нужен для правильной взаимосвязи модели после расчета с той, которая у нас находится в Revit (с исходной). То есть чтобы разместить полученную после расчета арматуру именно в нужном элементе.

В результате этого взаимодействия мы получаем арматурную модель. Она содержит комплекс данных: геометрия элемента, ID, усилия в нем, информация об армировании (координаты и направления полилиний стержней армирования).

Сам арматурный стержень в базе данных несет данные: диаметр, shapecode (графическое представление), тип арматуры(класс). После получения Арматурной модели она экспортируется в 3D модель Revit.

В самой АПИ библиотеке Revit заложены следующие возможные варианты армирования [23, 24]:

- Методы расположения базового стержня (Rebar CreateFromCurves, Rebar CreateFromCurvesAndShape, Rebar CreateFromShape);
- Методы армирования по площади (AreaReinforcement Create);
- Методы армирования по траектории (PathReinforcement Create);

Соответственно какую арматуры мы хотим заложить после расчета, к таким методам армирования Revit нам и нужно будет обратится внутри алгоритма дополнения (плагина).

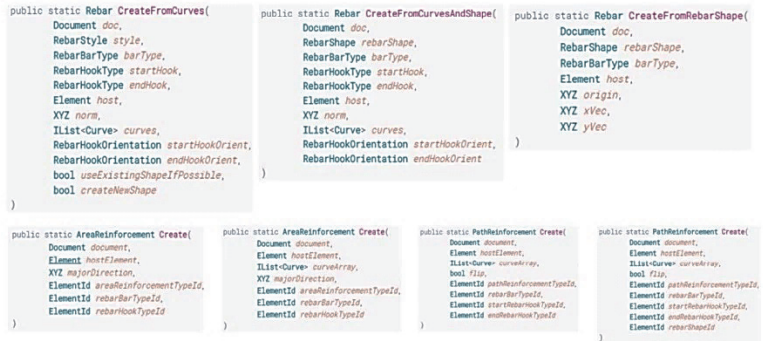


Рис. 5. Методы армирования Revit

3. Работа с результатами расчета

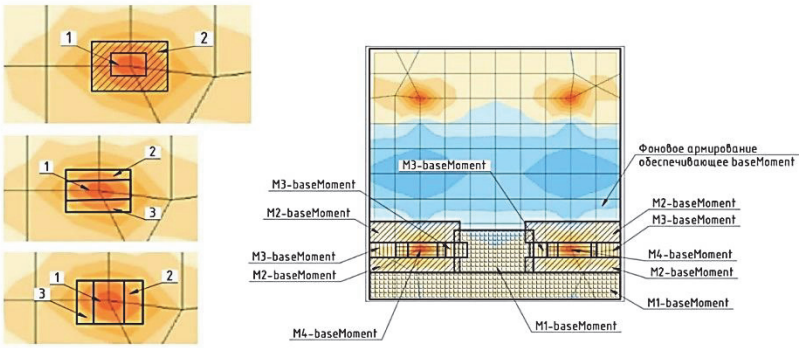


Рис. 6. Результат расчета

После экспорта расчетной модели в SOFiSTiK производится ее расчет по заданным параметрам. Результаты расчета представляются изополей НДС. Изополя имеют цветовую шкалу градации в зависимости от величины напряжения. Для дальнейшего применения этих результатов необходимо произвести их кластеризацию. Разбить множество данных на группы (кластеры), в каждой группе должны оказаться максимально похожие объекты (в данном случае значения напряжений), в то же время объекты разных групп должны быть более отличны друг от друга.

Применение кластерного анализа в общем виде сводится к следующим этапам [25-27]:

1. Отбор выборки объектов для кластеризации.
2. Определение множества переменных, по которым будут оцениваться объекты в выборке. При необходимости – нормализация значений переменных.
3. Вычисление значений меры сходства между объектами.
4. Применение метода кластерного анализа для создания групп сходных объектов (кластеров).
5. Представление результатов анализа.

4. Заключение

В данной работе проведен обзор алгоритма расчета армирования при работе в программах Revit и SOFiSTiK. Рассмотрены методы армирования в Revit. Описан алгоритм преобразования моделей, полученный в результате создания собственных моделей, конечной целью которого является получение расчетного армирования в исходной модели на основе данных из результатов, полученных в SOFiSTiK. Приведен метод обработки результатов. Преимуществом использования данного алгоритма является упрощение действий для получения армирования исходной модели и чертежей КЖ впоследствии. К недостаткам следует отнести продолжительное время для создания готовых и оптимизированных шаблонов, создание плагинов для обработки и экспорта результата из SOFiSTiK в Revit. Однако, конечный результат таких трудозатрат будет оправдан.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Талапов В.В.//BIM: что под этим обычно понимают // http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=14078.

2. [2] Интернет-ресурс URL: http://plmpedia.ru/wiki/Информационное_моделирование_зданий/ (Дата обращения: 11.10.2017).

3. Building Information Modeling (BIM): Interoperabilty in the Construction Industry. SmartMarket Report, McGraw-Hill Construction. 2010. p. 48.

4. The Business Value of BIM in Europe: The Tale of Two Continent. Burleigh Morton, McGraw-Hill Construction. 2014. p. 52.

5. Интернет-ресурс URL: http://ardexpert.ru/article/6812/ (Дата обращения: 11.10.2017).

6. Талапов В.В.//BIM в России: новое здание Мариинского театра// Интернет-ресурс URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=14257/ (Дата обращения: 11.10.2017).

7. СОДИС Лаб//Об опыте применения и разработках лучшей BIM-компании России в сфере информационного моделирования зданий// Интернет-ресурс URL: http://sodislab.com/_editorFiles/sodislab_bim2016ru_web.pdf/ (Дата обращения: 11.10.2017).

8. Андрей М. Ш.// Опыт применения BIM технологий в гражданском строительстве на примере олимпийских объектов в Сочи и высотных зданий в Москве// Интернет-ресурс URL: http://sodislab.com/rus/media/presentations/ (Дата обращения: 11.10.2017).

9. Денис О.А.// Анализ текущей ситуации на российском BIM-рынке в области гражданского строительства// Интернет-ресурс URL: http://www.nanocad.ru/information/articles/index.php?articles=7080363/ (Дата обращения: 11.10.2017).

10. Олег П.А.//rusBIM — Российский BIM стандарт// Интернет-ресурс URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=15760/ (Дата обращения: 11.10.2017).

11. BIM Ассоциация России. Ассоциация организаций в сфере внедрения технологий информационного моделирования// Интернет-ресурс URL: http://bim-association.ru/2016/01/bim-standards/ (Дата обращения: 11.10.2017).

12. Shiva Aram, Charles Eastman, Rafael Sacks. Requirements for BIM platforms in the concrete reinforcement supply chain. In Automation in Construction. 2013. No. 35. pp. 1-17.

13. F.H. Abanda, J.H.M. Tah, F.K.T. Cheung. BIM in off-site manufacturing for buildings. Journal of Building Engineering. 2017. No. 14. pp. 89-102.

14. Min-Koo Kim, Qian Wang, Joon-Woo Park, Jack C.P. Cheng, Hoon Sohn, Chih-Chen Chang. Automated dimensional quality assurance of full-scale precast concrete elements using laser scanning and BIM. Automation in Construction. 2016. No. 72(2). pp. 102-114.

15. Tushar Nath, Meghdad Attarzadeh, Robert L.K. Tiong, C. Chidambaram, Zhao Yu, Productivity improvement of precast shop drawings generation through BIM-based process re-engineering, In Automation in Construction, Volume 54, 2015, Pages 54-68, ISSN 0926-5805

16. Ling Ma, Rafael Sacks, Reem Zeibak-Shini. Information modeling of earthquake-damaged reinforced concrete structures. Advanced Engineering Informatics. 2015. No. 29(3). pp. 396-407.

17. Pentti Vähä, Tapio Heikkilä, Pekka Kilpeläinen, Markku Järviluoma, Ernesto Gambao. Extending automation of building construction — Survey on potential sensor technologies and robotic applications. Automation in Construction. 2013. No. 36. pp. 168-178.

18. Интернет-ресурс URL: http://www.autodesk.ru/products/revit-family /overview/ (Дата обращения: 11.11.2017).

19. Интернет-ресурс URL: http://www.pss.spb.ru/products/SOFiSTiK-AG/SOFiSTiK.html/ (Дата обращения: 11.11.2017).

20. Carsten Hein// Revit – SOFiSTiK workflow: from concept design to reinforcement// 3-я отраслевая международная конференция SOFiSTiK Опыт расчета строительных конструкций и геотехнических обоснований в технологии BIM// Москва, 2 марта 2017.

21. [Stephan Maly// Challenges applying structural analysis software in a BIM workflow// 3-я отраслевая международная конференция SOFiSTiK Опыт расчета строительных конструкций и геотехнических обоснований в технологии BIM// Москва, 2 марта 2017.

22. Интернет-ресурс URL: https://www.sofistik.eu/solutions/structural-fea/cadinp/ (Дата обращения: 11.11.2017).

23. Hyunjoo Kim, Kyle Anderson, SangHyun Lee, John Hildreth. Generating construction schedules through automatic data extraction using open BIM (building information modeling) technology. Automation in Construction. 2013. No. 35. pp. 285-295.

24. Håvard Vasshaug, Dark. The Dark Arts of Revit: Concrete Reinforcement Modeling and Construction. Revit Technology Conference AustralAsia 2014. 2014. Интернет-ресурс URL: https://hvasshaug.files.wordpress.com/2014/06/concrete-reinforcement-modeling-and-construction-rev-1-1.pdf/ (Дата обращения: 11.11.2017).

25. K. Mahesh Kumar, A. Rama Mohan Reddy. An efficient k-means clustering filtering algorithm using density based initial cluster centers. Information Sciences. 2017. No. 418–419. pp. 286-301.

26. Jérémie Sublime, Basarab Matei, Guénaël Cabanes, Nistor Grozavu, Younès Bennani, Antoine Cornuéjols. Entropy based probabilistic collaborative clustering. Pattern Recognition. 2017. No. 72. pp. 144-157.

27. Qiuhui Tong, Xiu Li, Bo Yuan. Efficient distributed clustering using boundary information. Neurocomputing. 2017. No. 54. pp. 13-65.

УДК 624; 69.04;

С. И. Мишаров
ФГАОУ ВО «СПбПУ Петра Великого», Россия
Misharov S.I.
FSAEI HE «SPbPU of Peter the Great», Russia

РАСЧЕТ АРМИРОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ BIM-ТЕХНОЛОГИИ
CALCULATION OF REINFORCEMENT USING BIM-TECHNOLOGIES

Аннотация. В настоящее время индустрия информационного моделирования зданий и сооружений непрерывно развивается, в том числе и в России. Существует ряд пробелов в специализированных областях. Такой областью остается решение армирования конструкций с применением BIM технологий. В работе производится исследование проблем, возникающих при проектировании и расчете армирования в программных комплексах Autodesk Revit и SOFiSTiK.

Ключевые слова: аналитическая модель; армирование; проектирование; расчетный комплекс; информационная модель здания; мкэ метод конечно-элементного анализа; интеграция; оптимизация.

Abstract. At present, the industry of information modeling of buildings and structures is continuously developing, including in Russia. There are a number of gaps in specialized areas. This area remains the solution of reinforcement of structures using BIM technologies. The paper investigates the problems that arise in the design and calculation of reinforcement in the software complexes Autodesk Revit and SOFiSTiK.

Key words: analytical model; reinforcement; design; estimate complex; bim; fem finite elements method; integration; automatization; optimization.

Краткое вступление, постановка проблемы

В данный момент времени Россия активно перенимает опыт зарубежных коллег по внедрению BIM в строительной отрасли. [1]

Однако, в специализированных, узких областях остаются пробелы. Такой областью остается решение армирования конструкций.

Недостатки не использования BIM-технологий [2, 3]:

– Большая трудоемкость;
– Увеличенные сроки выполнения расчетов и чертежей;
– Сложность внесения изменений в существующий проект;
– Сложность выявления коллизий, ошибок и не состыковок на ранних стадиях проектирования;

Цель работы

Разработать шаблон для проектирования и расчета армирования при работе в связке программ Autodesk® Revit® и SOFiSTiK.

Задачи

– Исследование возможностей BIM платформ;

– Обзор возможностей BIM платформ в создании аналитических моделей;

– Исследование проблем импорта;

– Использование различных программных комплексов для получения результатов армирования;

– Получение документации, нюансы, особенности;

– Анализ полученных результатов; сравнение результатов относительно норм Еврокода и норм РФ;

– Поиск и анализ существующих методик расчета армирования с применением BIM-технологий;

Промежуточные результаты

Независимо от способа подготовки модели ее необходимо проконтролировать по многим параметрам [4, 5]:

– Геометрия (соответствие основных размеров, отсутствие совпадающих узлов и элементов, отсутствие разрывов в конечноэлементной сетке и т.п.);

– Качество сетки конечных элементов (отсутствие вырожденных КЭ, неплоских четырехузловых КЭ, контроль направления местных осей и осей выдачи усилий);

– Жесткости (форма и размеры сечений КЭ);

– Условия примыкания (корректность задания шарниров и ползунов, размер и положение жестких вставок);

– Условия опирания (наличие связей и их направления, значения коэффициентов постели, величины жесткостей и направления упругих связей и связей конечной жесткости);

– Нагрузки (вид, направление и величина нагрузки, полнота набора загружений, корректность описания загружений и т.п.).

Результаты

– Выполнен обзор BIM-платформ и их возможностей;

– Произведено сравнение и выбор основного инструмента для проектирования и расчета армирования (Revit + SOFiSTiK);

– Выполнен обзор норм касательно использования BIM в РФ и мире;

– Ведется работа по созданию физической и аналитической модели здания, необходимой для дальнейшего расчета армирования;

– Ведется исследование проблем, возникающих при экспортировании созданной модели в расчетный комплекс SOFiSTiK;

– Систематизируются наработки по созданию шаблона для КЖ;

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ожигин Д.А. Анализ текущей ситуации на российском BIM-рынке в области гражданского строительства. [Электронный ресурс] URL:http://www.nanocad.ru/information/articles/index.php?articles=7080363 (Дата обращения: 02.05.2017)

2. The Business Value of BIM in Europe: The Tale of Two Continent / BurleighMorton. - New York: McGraw-Hill Construction. 2014. 52 p.

3. Building Information Modeling (BIM): Interoperabilty in the Construction Industry/ SmartMarket Report. - New York: McGraw-Hill Construction, 2010. 48 p.

4. СОДИС Лаб. Об опыте применения и разработках лучшей BIM-компании России в сфере информационного моделирования зданий. [Электронный ресурс] Системные требования: Adobe Acrobat Reader. URL: http://sodislab.com/_editorFiles/sodislab_bim2016ru_web.pdf (Дата обращения: 02.05.2017)

Ozhigin D.A. Analiz tekushchey situatsii na rossiyskom BIM-rynke v oblasti grazhdanskogo stroitelstva. [Elektronnyy resurs] URL:http://www.nanocad.ru/information/articles/index.php?articles=7080363 (Data obrashcheniya: 02.05.2017)

The Business Value of BIM in Europe: The Tale of Two Continent / BurleighMorton. - New York: McGraw-Hill Construction. 2014. 52 p.

Building Information Modeling (BIM): Interoperabilty in the Construction Industry/ SmartMarket Report. - New York: McGraw-Hill Construction, 2010. 48 p.

SODIS Lab. Ob opyte primeneniya i razrabotkakh luychshey BIM-kompanii Rossii v sfere informatsionnogo modelirovaniya zdani [Elektronnyy resurs] System requirements: Adobe Acrobat Reader. URL: http://sodislab.com/_editorFiles/sodislab_bim2016ru_web.pdf (Data obrashcheniya: 02.05.2017)

Valladares, M.C. Construction Industry Attitudes towards the Building Information Modeling Process: Ph.D.: Building Construction / Valladares Carolina Maria. - Florida. 2011. 52 p.

УДК 69+658.871:625.42(470.23-25)

П. А. Начкина, М. А. Романович
ФГАОУ ВО СПбПУ, Россия
Nachkina P.A, Romanovich M.A.
Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, Russia

ОБОСНОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА К ОТКРЫТИЮ НОВОЙ СТАНЦИИ ПЕТЕРБУРГСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА
JUSTIFICATION OF A MULTIFUNCTIONAL BUILDING CONSTRUCTION TO OPENING A NEW STATION OF THE SAINT PETERSBURG METRO

Аннотация. Основная цель данной статьи – обосновать необходимость строительства многофункционального комплекса у новой станции петербургского метрополитена «Горный институт». Проведен анализ сложившихся общественных пространств, как комплексов зданий, так и открытых площадей. Выявлены основные недостатки, присущие неорганизованным пространствам с большими людскими потоками. Внесено предложение по перемещению коммерческого маршрутного транспорта в подземное пространство для снижения нагрузки на улично-дорожную сеть. Выявлены основные функции, которые должно выполнять проектируемое здание.

Ключевые слова: многофункциональный комплекс, подземная парковка, общественное пространство, пересадочный узел.

Abstract. The main purpose of this article is to substantiate the need to build a multifunctional building near the new station of the St. Petersburg subway «Gorniy Institute». The analysis of existing public spaces, both complexes of buildings, and open areas is carried out. The main shortcomings inherent in unorganized spaces with large human flows have been identified. A proposal was made to move commercial route transport to underground space to reduce the load on the road network. The main functions that the projected building should perform are identified.

Key words: multifunctional building, underground parking, public space, transfer hub.

В современных, развитых городах в отличном состоянии находятся не только главные доминанты города, притягивающие туристов и являющиеся визитной карточной, но и места большого скопления людей – вокзалы и аэропорты, площади и главные улицы. В Санкт-Петербурге благодаря открытию нового терминала «Пулково», Ладожского вокзала, которые отличаются грамотными планировочными и архитектурными решениями, мож-

но утверждать, что ситуация с общественными пространствами меняется в лучшую сторону. В местах большого скопления людей успешно развивается торговля, но довольно часто в этих же местах можно наблюдать транспортные заторы и полное отсутствие мест под парковку личных автомобилей. Логично, что территории около вокзалов и станций метро – одни из самых используемых в городе, однако лишь немногие новые проекты могут похвастаться сбалансированным подходом к использованию территории.

Так, в проектная документация станции метрополитена «Горный институт» («Большой проспект») на пересечении Косой линии и Большого проспекта Васильевского острова не предусматривает какого-либо дальнейшего освоения близлежащих территорий. Открытие станции ожидают местные жители, офисные работники и рабочие крупных предприятий – ведь на сегодняшний день на остров с населением в 209 тысяч человек приходится всего три станции метрополитена, шесть автомобильных мостов, два из которых относятся к ЗСД и не предназначены для пешеходов и общественного транспорта.

Согласно данным изысканий, в зоне пешей доступности от будущего многофункционального комплекса проживают 64 тысячи человек [1]. Ежедневная трудовая миграция в этой зоне составляет 58 тыс. человек, в число которых входят офисные сотрудники, рабочие предприятий, студенты и научные сотрудники.



Рис. 1. Состав прилегающих территорий к строящейся станции метро "Горный институт" и к проектируемому МФК

Состав прилегающих территорий разнообразен:

- жилые кварталы, сформированные еще в XIX веке;
- промышленные предприятия, возраст многих более 100 лет, а также объекты инфраструктуры, такие как Василеостровская ТЭЦ, Трамвайный парк № 2;
- высшие учебные заведения;
- научно-исследовательские институты, бизнес-центры.

Согласно данным предпроектных изысканий, пассажирский поток только на выход из станции метро «Горный институт» в утренние часы-пик будет достигать 13,9 тыс.чел./час, на вход в вечерние часы-пик – 10,6 тыс.чел./час. Для сравнения приведем аналогичные значения для станции метро «Василеостровская», являющейся одной из самых используемых станций петербургского метрополитена [2]



Рис. 2. Сравнение пассажирских потоков по данным на 2013 г.

Рассмотрим территорию рядом со станцией метро «Василеостровская». С ростом покупательной способности петербуржцев большинство площадей в зданиях недалеко от вестибюля стали сдавать в аренду. Однако, зачастую точки торговли имеют непривлекательный вид, фасады зданий портят рекламные вывески, а также процветает нелегальная торговля с рук [3, а]. Аналогичная ситуация и с «Приморской». Вестибюль буквально задвинут в глубь квартала объектами торговли [3, б]

а) б)

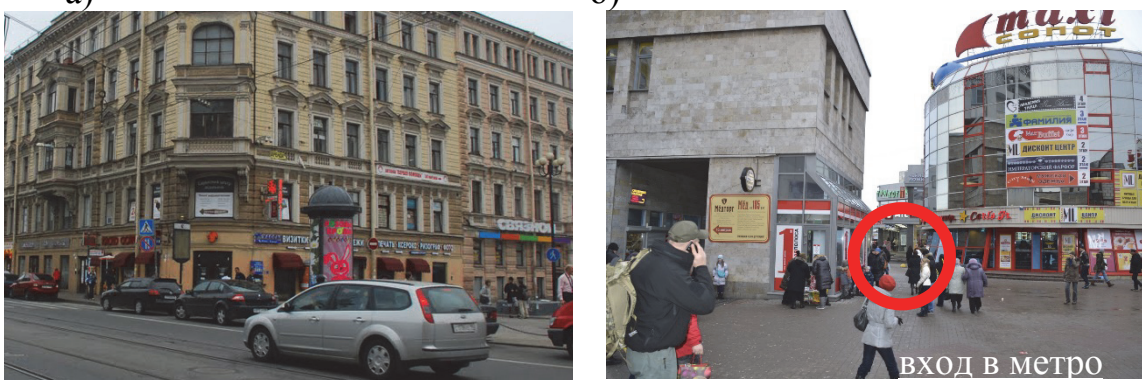


Рис. 3. Проблемы пространств около наземных вестибюлей:
а) отсутствие единого стиля оформления наружной рекламы; б) плотная застройка торговыми центрами площадей у метрополитенов

Также, около станций метро очень часто выстаивают маршрутные такси, загрязняя воздух и создавая заторы городскому общественному транспорту. Кроме того, у данных станций не предусмотрено перехватывающих парковок, из-за этого большинство поездок по Васильевскому острову совершается на личном автомобиле.

Поэтому, для новой станции метрополитена необходим многофункциональный комплекс (далее – МФК), расположенный в пределах красных линий, который бы перетянул на себя потенциальных ритейлеров и улучшил транспортную ситуацию. В таблице 1 представлены объекты-аналоги – торгово-развлекательные комплексы с наличием подземной парковки, построенные в последние 10 лет.

Таблица 1

№ п/п	Наименование	Станция метрополитена	Процент торговой площади, %	Количество ярусов подземной парковки	Тип въезда в подземный паркинг
1	ТРК «Галерея»	«Площадь Восстания»	50	2	Пандус
2	«Невский центр»	«Площадь Восстания»	46	3	Пандус
3	ТРК «Лиговъ»	«Обводный канал»	68	8	Лифт
4	ТРК «Атмосфера»	«Комендантский проспект»	55	5	Винтовая рампа

Таким образом, в ТРК большую часть площади занимают торговые помещения. Благодаря концентрации большого количества сетевых магазинов под одной крышей, а также удачному расположению многие ТРК стали новыми общественными пространствами Петербурга. Совмещение торговой и развлекательной функций обеспечивает больший спрос на ТРК, чем на традиционные торговые комплексы. Так, в последние годы отмечается спад посещаемости торговых комплексов. Связано это с тем, что большинство стандартных торговых комплексов не отличаются разнообразием, не способны к трансформации и не создают новых центров притяжения.

По мнению авторов, в здания МФК следует включать не только привычные торгово-развлекательные и деловые зоны, но также размещать администрации районов, усилив таким образом взаимодействие между местным населением. Согласно данным исследований, 75% населения Российской Федерации считают органы управления закрытыми и непрозрачными. Даже общественные слушания, которые организуют администрации муниципальных округов, в большей степени представляют собой имитацию истинной общественной активности. Так происходит, во-первых, из-за недостаточного информирования граждан, во-вторых, из-за проведения слушаний в рабочее время, в-третьих, из-за того, что администрации располагаются в отдельных зданиях, и граждане часто не знают, где они находятся.

Удобное расположение администрации привлекло бы посетителей МФК к участию в жизни своего района.

Таким образом, надземная часть МФК должна состоять из следующих помещений и зон:

1. Помещения торговли – обеспечивают потребности жителей Васильевского острова:
   1.1 сетевые магазины;
   1.2 продуктовые супермаркеты;
   1.3 зона независимых брендов, аналоги – Лофт Проект Этажи, Ткачи, Голицын

   Лофт
2. Фудкорт – альтернатива небольшим кафе и столовым в офисных центрах поблизости:
   2.1 входная зона (несколько кафетериев);
   2.2 последний этаж
3. Офисные помещения – будут пользоваться спросом в связи с близостью к метрополитену:
   3.1 традиционные;
   3.2 коворкинги;
   3.3 мастерские
4. Выставочные пространства:
   4.1 временные выставки;
   4.2 постоянная экспозиция «Конструктивизм в архитектуре Ленинграда»
5. Администрация района
6. Гостиница/хостел
7. «Зеленые зоны»
   7.1 входная зона внутри здания и зона перед входом в МФК
   7.2 «оазисы» на этажах для отдыха посетителей;
   7.3 эксплуатируемая частично озелененная кровля
8. Видовая площадка на эксплуатируемой кровле – вид на залив, на ЗСД.

С целью сокращения сроков строительства строительство надземной части может вестись одновременно с подземной, для этого предполагается применение технологии «top-down». По этой технологии границы котлована заполняются специальным раствором, затем ярус за ярусом возводятся перекрытия и стены ниже дневной отметки. Выемка грунта производится ниже перекрытий через технологические отверстия.

Для увеличения полезной площади рекомендуется применить автомобильный лифт для второго и третьего ярусов парковки. Подземное пространство МФК должно использоваться как:

1. Парковка для посетителей, а также перехватывающая парковка для автовладельцев, прибывающих с ЗСД на Васильевский остров с севера города
2. Транспортно-пересадочная зона, связывающая вестибюль станции с остановками коммерческих маршрутов и такси. При этом для наземного пространства должны быть установлены знаки, запрещающие остановку.

На основании приведенной выше информации можно сделать вывод, что строительство новой станции метро повысит нагрузку на существующую улично-дорожную сеть и создаст условия для возникновения точек неконтролируемой торговли. Комплексный подход к освоению территории у станции, по мнению авторов, заключается в строительстве многофункционального комплекса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Комплект рабочей документации по объекту: «Строительство Лахтинско-Правобережной линии метрополитена от ст. «Спасская» до ст. «Морской фасад» (1-й пусковой комплекс от ст. «Спасская» до ст. «Большой проспект» [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://zakupki.gov.ru/epz/order/notice/ok44/view/common-info.html?regNumber=0172200002515000034, свободный.

2. Численность постоянного населения в разрезе муниципальных образований Санкт-Петербурга по состоянию на 1 января 2017 года [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://petrostat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/petrostat/ru/statistics/Sant_Petersburg/population/, свободный

3. Богуш Д. Новые задачи – новые решения // Строительство и городское хозяйство – 2010. - № 119. – С. 2-7.

4. Баталина Т.С. Анализ особенностей формирования общественного пространства // Бизнес и дизайн ревю. 2017. Т. 1. № 1(5). С. 11

5. Смирнова Ю.О. Тенденции развития рынка торговой недвижимости в России в современных кризисных условиях / Ю.О. Смирнова, Ю.В. Булдыгина. // Вестник ПГУАС: Строительство, наука и образование. 2017. № 1. с. 40-44

6. Львова О.М., Тулин П.К. Подземные автоматизированные паркинги в центре города // Инженерно-строительный журнал. 2009. № 4. С. 11-15.

7. Захарченко С.А. Многофункциональные комплексы недвижимости: особенности развития / Инновационное развитие строительства и архитектуры: взгляд в будущее, сборник тезисов участников Международного студенческого строительного форума - 2017. 2017. С. 90-92

8. Коста, А.А. Архитектурно-планировочные решения административно-делового центра особой экономической зоны промышленно-производственного типа на примере ОЭЗ ППТ «Липецк» [Текст] / А.А. Коста, О.Л. Банцерова // Градорегулирование, экономика строительства и управление недвижимостью : мат.четв. международ. науч.-технич. конф., 01-02 апр. 2011 г. – Ханой, 2011. – С. 368-370.

9. Сигарев А.В. Публичные слушания: типичные проблемы муниципально-правового регулирования // Российская юстиция. - М.: Юрист, 2012, № 4. - С. 70-72

10. Колесникова М.В. Муниципальный служащий: имидж, профессиональная культура и социальная ответственность // Вестник экспертного совета. 2016. № 2. с. 64-69

11. Мельников И.А. Развитие местного самоуправления как института гражданского общества: политический анализ социальных практик // Общество: политика, экономика, право. 2017. №1

УДК 624.074.434

Нейн Сит Наинг, Т. А. Стасевич
ФГБОУ ВПО «КнАГУ», Россия, Республика Союза Мьянмы
Nyein Sitt Naing, Stasevich T.A.
FGBOU VPO "KnASU", Russia, Republic of the Union of Myanmar

ИССЛЕДОВАНИЕ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ ЗАМКНУТОГО КОЛЬЦА ПРИ МЕСТНОМ НАГРЕВЕ
RESEARCH OF OWN OSCILLATIONS OF THE CLOSED RING IN LOCAL HEATING

Аннотация. Представлены результаты исследования замкнутого кольца нагретого с одной стороны. Проведено исследование собственных колебаний замкнутого кольца при местном изменении градиента температуры и модуля упругости. Показано влияние изменения температуры меняет частоты изгибных колебаний кольца.

Ключевые слова: кольцо, колебания, температурные деформации.

Abstract. The results of a study of a closed ring heated on one side are presented. A study is made of the natural oscillations of a closed ring with a local change in the temperature gradient and the modulus of elasticity. The influence of the temperature change is shown to change the frequencies of the flexural vibrations of the ring.

Key words: ring, shell, vibrations, temperature, strain.

Многие здания и сооружение имеют цилиндрические форму, в основе конструкции которых лежит силовой элемент - кольцо (рёбра жёсткости, шпангоуты и т.п.). Поэтому исследование свободных и вынужденных колебании замкнутого кольца при изменении температур имеет важное значение. При нагреве кольца с одной стороны происходит постепенное перераспределение температур и теплоты, к противоположной стороне кольца при этом происходит изменение модуля упругости конструкционного материала [1-4].

Для поведения исследования кольца при термических воздействиях использовалась лабораторная база ФГБОУ ВПО «КнАГТУ» [5], для этого кольцо условно разделили на 18 конечных элементов.

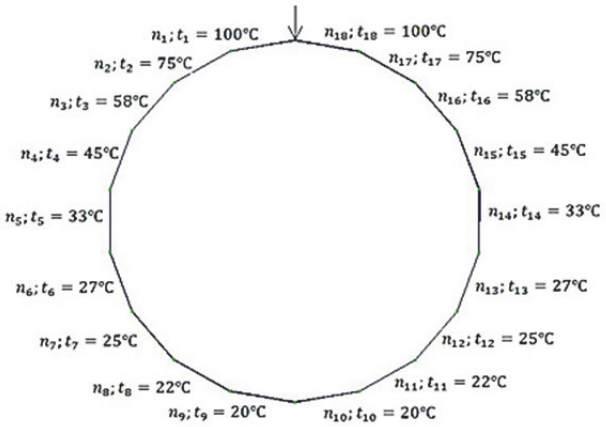


Рис. 1. Изменение градиента температур по телу кольца

Где температура конечных элементов изменяется по следующему закону:

T= -38,2In(n)+99; где: n –конечный элемент (рис.2). Температура измерялась с помощью измерителя температуры 320-EN-00.

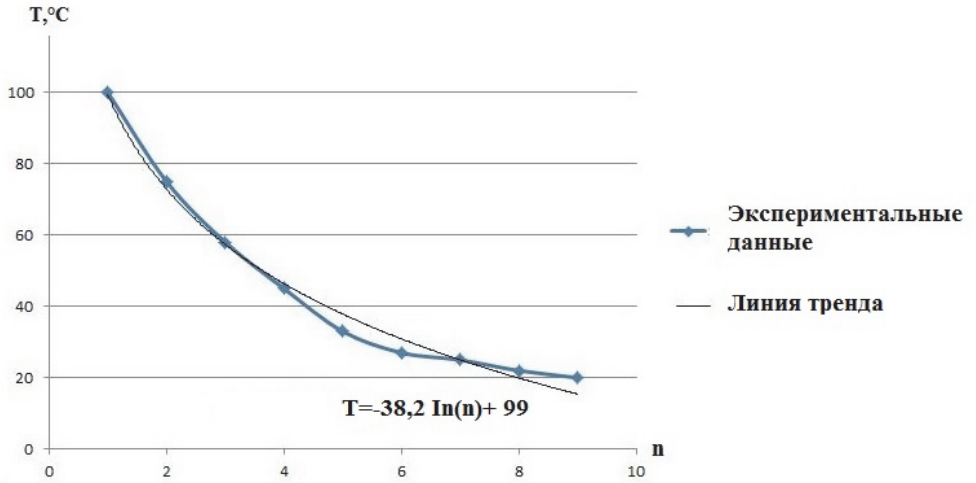


Рис. 2. Функция изменения температуры по конечным элементам кольца

В зависимости от температуры будет изменяется модуль упругости каждого элемента материала кольца (рис. 3).

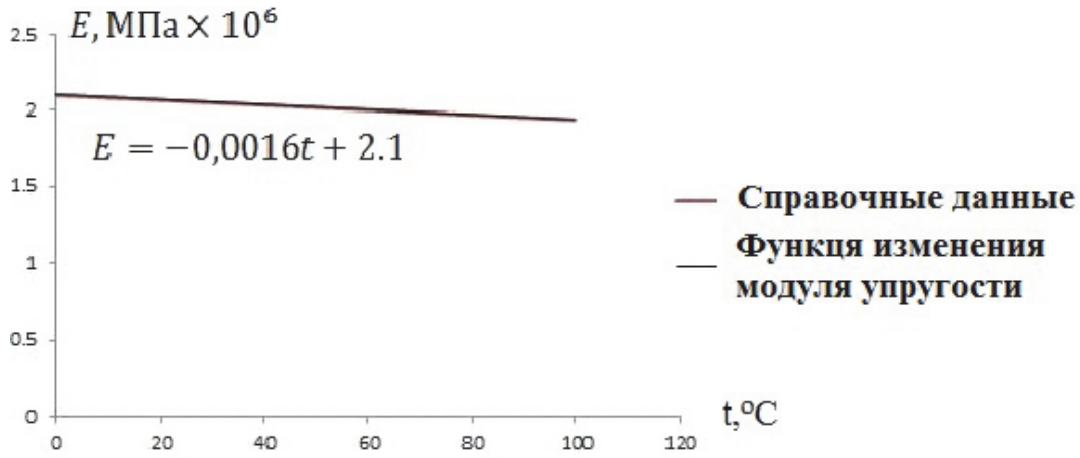


Рис. 3. Измерение модуля упругости стали от температуры

При этом изменится форма кольца и его НДС (Таб.1)

Таблица. 1

Деформирование кольца от неравномерного воздействия температур.

Номер элемента, n	1,18	2,17	3,16	4,15	5,14	6,13	7,12	8,11	9,10
t_n	100°C	75°C	58°C	45°C	33°C	27°C	25°C	22°C	20°C
ΔL	0.033	0.023	0.015	0.01	0.005	0.003	0.002	0.001	0.0005
ε	0.094	0.072	0.043	0.028	0.014	0.008	0.005	0.002	0.001

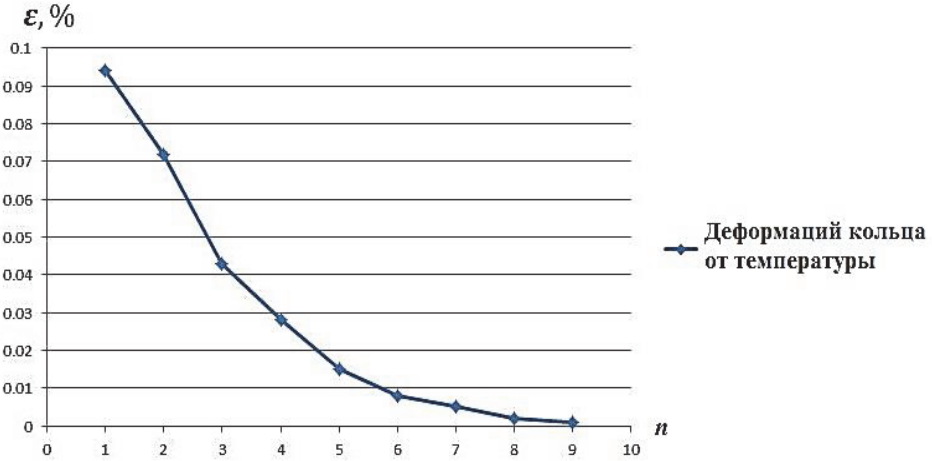


Рис. 4. Зависимость деформаций кольца от температуры в конечном элементе

Для замкнутого кольца все величины, определяющие его напряженно-деформированное состояние должны возвращаться к своим первоначальным значениям после обхода всего контура. В частности, для окружного перемещения $v(y,t)$ условие периодичности решения имеет вид:

$$\int_0^{2\pi R} \frac{\partial v}{\partial y} dy = \int_0^{2\pi R} \left[\frac{w}{R} + \alpha(t) \right] dy = 0 \qquad (1)$$

где $\alpha(t)$ – функция, зависящая от времени.

Во многих работах[…], при изучении изгибных колебаний делается допущение, что длина контура кольца не изменяется. Из этого следует:

$$N_y(t) \equiv 0 \qquad (2)$$

тогда:

$$D\left(\partial^4 w / \partial y^4\right) + \rho h \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = 0 \qquad (3)$$

Традиционный подход к построению динамической конечномерной модели предполагает, что малая присоединенная масса, в линейной постановке, приводит к взаимодействию сопряженных изгибных форм.

$$w(y,t) = f_1(t)\sin \beta y + f_2(t)\cos \beta y \qquad (4)$$

В настоящей работе предлагается иной подход к построению динамической конечномерной модели.

$$w(y,t) = f_1(t)\sin \beta y + f_2(t)\cos \beta y + f_3(t), \qquad (5)$$

Подстановка (5) в (2) позволяет найти функцию $\alpha(t)$, а затем и окружное погонное усилие:

$$N_y(y,t) = N_y(t) = \frac{Eh}{1-\mu^2}\left[\frac{\partial v}{\partial y} - \frac{w}{R} \right] = \frac{Eh}{1-\mu^2}\alpha(t) \qquad (6)$$

Ортогонализация уравнения (1) к форме динамического прогиба (4) с учетом (5) приводит к системе связанных динамических (модальных) уравнений относительно безразмерных амплитуд колебаний $a_i(\tau) = f_i(\tau)/h \quad (i = 1, 2)$:

$$\ddot{a}_1 + a_1 + \frac{2}{M_k}[\ddot{a}_1 sin\, \beta y_0 + \ddot{a}_2 cos\, \beta y_0\,]\, sin\, \beta y_0 = 0; \qquad (7)$$

$$\ddot{a}_2 + a_2 + \frac{2}{M_k}[\ddot{a}_1 sin\, \beta y_0 + \ddot{a}_2 cos\, \beta y_0\,]\, cos\, \beta y_0 = 0;$$

Точками в (7) обозначено дифференцирование по безразмерному времени $\tau = \lambda t$ ($\lambda_n^2 = Dn^4 / \rho h R^4$ – квадрат собственной частоты колебаний кольца); $M_к$ – масса кольца.

Характеристическое уравнение соответствующее системе (7) определяет две собственные безразмерные частоты изгибных колебаний кольца.

Меньшая из расщепленных собственных частот $\Omega_{n1t} = 1/\sqrt{1 + 2/M_k}$. Большая из расщепленных частот $\Omega_{n2t} = 1$, то есть равна частоте колебаний кольца. Индекс t означает, что решение является традиционным.

Таким образом, переменный градиент температур по телу кольца оказывает значительное влияние на модуль упругости кольца и меняет частоты изгибных колебаний кольца.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сысоев О.Е. Критерии предельных состояний материалов при циклических режимах нагружения//монография / О. Е. Сысоев; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "Комсомольский-на-Амуре гос. технический ун-т". Владивосток, 2010.

2. Sysoev O.E., Li D., Du W., Wang H.New ideas for monitoring the steel structures of buildings and surface facilities in the extreme limit state//Shenyang Jianzhu Gongcheng Xueyuan Xuebao (Ziran Kexue Ban). 2011. Т. 27. № 6. С. 1099-1102.

3. Сокачев А.В., Марьин Б.Н., Сысоев О.Е., Шпорт Р.В. Применение теоретических исследований тонкостенных композитов замкнутого контура в высокопрочных строительных и авиационных конструкциях// Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. 2014. Т. 1. № 4 (20). С. 95-98.

4. Сысоев О.Е. Возможности мониторинга предельных состояний металических изделий в машиностроении и строительстве по параметрам акустической эмиссии//

Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. Т. 13. № 1-3. С. 698-701.

5. Сысоев О.Е., Добрышкин А.Ю., Нейн С.Н., Кахоров К.К. Современные испытательные стенды для бесконтактного исследования свободных колебаний замкнутых и разомкнутых цилиндрических оболочек// Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. 2017. Т. 1. № 1 (29). С. 110-118.

6. Сысоев О.Е., Добрышкин А.Ю., Нейн С.Н. Влияние присоединенной массы и температурного сдвига на собственные колебания тонких пластин (мембран)// Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. 2017. Т. 1. № 2 (30). С. 105-111.

7. Сысоев О.Е., Добрышкин А.Ю., Нейн С.Н. Влияние присоединенной массы на вынужденные колебания разомкнутых оболочек // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. 2016. Т. 1. № 3 (27). С. 110-116.

УДК 625.7
О. Е. Сысоев, Ш. Х. Некройев
ФГБОУ ВО «КнАГУ», Россия
Sysoev O.E, Nekroiev SH.KH.
FSEI HL «KnASU», Russia

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДОРОГ С ПОКРЫТИЕМ ИЗ НЕЖЕСТКОЙ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ
THE USE OF POLYMERIC MATERIALS TO ENSURE DURABILITY OF ROADS WITH A COATING OF NON-RIGID PAVEMENT

Аннотация: В последнее время большое внимание уделяется мероприятия по повышению уровня надежности и долговечность автомобильный дорог. Использование современных технологии для увеличения работоспособности дорожной одежды, реализуется как на стадии проектирования, так и на стадии строительства. При проектировании дорог необходимо правильно подобрать её конструкцию которая должна соответствовать её назначению и уровню надежности.

Ключевые слова: георишотка, сдвиговая устойчивость, динамические нагрузки.

Abstract: recently, much attention is paid to activities to improve the reliability and durability of roads. The use of modern technology to increase the efficiency of the pavement, is implemented at both the design stage and the construction stage. When designing roads it is necessary correctly to pick up its structure which should correspond to its purpose and reliability.

Key words: georisorse, shear resistance, dynamic loads.

С развитием экономических связей стран СНГ и быстрого роста экономики каждой из этих стран, происходит рост грузопотока и эксплуатационного воздействия на дороги. Союз стран СНГ имеет большую географическую протяженность и различные, в т.ч. сложные климатические условия. Одновременно происходит процесс повышение грузоподъёмности транспортных средств, что требует строительство дорог нового качества. Для решение таких задач предлагается использовать конструкции дорог с применений полимерных материалов наиболее прогрессивной технологий является армирование дороги использованием полимерной георешотки.

Георишотка - один из видов гиосинтетиков, который представляет собой двухмерную или трёхмерную сотовую структуру, изготовленную из полос полиэфирного иглопробивного полотна или полиэтиленовых и полипропиленовых лент, скреплённых между собой сварными швами высокой прочности [1]. Это полимерный материал входят в группу гиосинтетиков и активно внедряются в современные конструкторские решения.

При проектировании дорожный одежды на слабых грунтах по результатам выполненных прогнозов устойчивости и осадки слабого основания при необходимости прорабатываются варианты технологических или конструктивных мероприятий принимаются с учётом технико-экономического обоснования [3].

Основные разновидности георишотка для строительство автомобильный дорог.

По конструктивным виды георишотка подразделяются два основных типа:

- Объемная. Может быть выполнена из полимерных или синтетических лент, которые соединены в шахматном порядке (рис.1);

- Плоская. Представляет собой полимерный рулонный материал, обладающий сетчатой структурой.

Объемная георишотка - гибкая конструкция ячеистых ленты, высотой до 200 мм которые шахматном порядке соединены между собой [1].

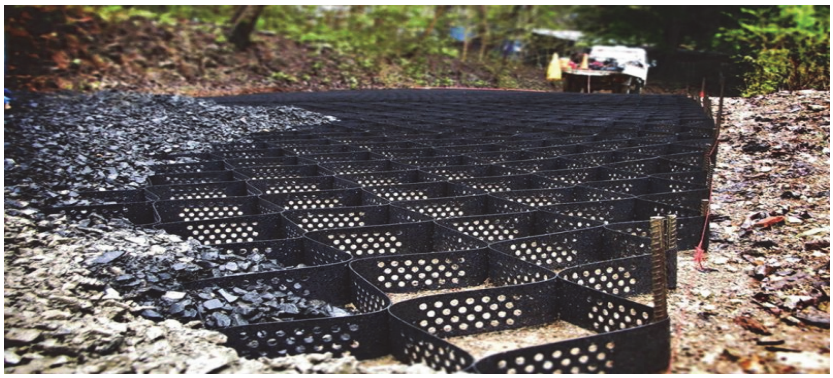


Рис. 1. Объемная георишотка

Для крепления этого используются анкера металлические или пластиковые, которые обеспечивают минимальные боковые сдвиги данного материала. Этот тип решет отлично подходит для реконструкции основания дорожной одежды при строительстве новых дорог.

Объёмный георишотка используется для:

- различных подушки фиксации видов дорожного покрытия;

- фиксации склонов повышенной крутизны и укрепления откосов;

- прибрежной зоны водоемов и укрепления берегов а также русел малых водотоков;

- фиксации откосов конусов железнодорожных путей;

- сооружения подпорных стен.

Основные преимущества объемной георешетки:

- ультрафиолета и устойчивость к воздействию грунтовых вод (благодаря нейтральности к кислотно-щелочной среде);

- компактная упаковка и малый вес;

- значительное сокращение объема земляных работ и экономия материала;

- применение во всех областях дорожного строительства.

При строительстве дорожного покрытия может быть использования и плоская георешетка, которая не только стабилизирует и армирует дорожное покрытие, но и служит разделителем для инертных слоев.



Рис 2 - георишотка одноосная, двухосная и трехосная

Благодаря конструкции данный тип георишотки способен выдержать высокий уровень нагрузок.

Георишотка одноосная, двухосная и трехосная - плоский полимерный материал сетчатой структуры с жёсткими узловыми соединениями, образующими ячейки. Основная функция георешёток который широко принимаются в строительство автомобильных дорого (дорожных одежды) -плоский двухосная и трехосная состоит в укреплении несвязных слоёв дорожных одежд, при перераспределении напряжений в конструкции и снижение их уровня в грунте рабочего слоя земляного полотна [1].

При заполнении ячеек георешётки инертным материалом с последующим его уплотнением частицы материала фиксируются в ячейках, и создаётся эффект «механической стабилизации».

Двухосная георешётка обладает достаточно большой жёсткостью, что позволяет основанию выдерживать высокие нагрузки при малых деформациях.



Рис. 3. Основание без георишотка и с двухосной георишоткой

Области применения двухосных георешотка:

- усиление конструкции дорожной одежды постоянных и временных автомобильных дорог;
- укрепление оснований насыпей на слабых грунтах (подходы к мостам и путепроводам, высокие насыпи)
- укрепление оснований покрытий площадок испытывающих высокие постоянные нагрузки (логистические терминалы, аэропорты, контейнерные площадки, зоны выполнения погрузо-разгрузочных работ).

Армированные двухосными георешётками дорожные конструкции обладает повышенным прочностным и эксплуатационным характеристикам, что обусловливает:

- невозможность взаимопроникновения слабо связных слоёв дорожной одежды;

- уменьшение объёмов земляных работ;

- снижение неравномерности осадки насыпи;

- уменьшение толщины конструктивных слоёв дорожных одежд;

-улучшение «работы» дорожной конструкции под действием динамических нагрузок.

Перечисленные преимущества использования георешёток для армирования дорожных конструкций, обеспечивая эксплуатационную надёжность возводимых дорожных сооружений, позволяют:

- ускорить производство земляных работ в сложных гидрогеологических условиях;

- повысить технологичность и качество строительных работ;

- существенно снизить затраты на строительство и поддержание дорог.

Для примера рассмотрим конструкцию дорожного покрытия с георешоткой и без.

Зададим следующие параметры: категория дороги – II; Расчетный срок службы дорожной одежды Тсл = 10 лет; тип нагрузки – А1 (нагрузка на одиночную ось F =106,5 кН, Р = 0,6 МПа);



Рис.4. а) С применением георешотки, б) Без применения георешотки

Таблица 1

поз	Материал слоя	h, см
1	Асфальтобетон высокоплотный марки I на БНД 60/90	5
2	Асфальтобетон плотный тип Б марки I на БНД 60/90	18
3	Щебень гранитный М1000 фр.40-70 мм с заклинкой мелким щебнем Георешетка ГЕО ДС 40/40	35
4	Щебень гранитный М1000 фр.40-70 мм с заклинкой мелким щебнем Георешетка ГЕО ДС 40/40	35
5	Геотекстиль ИП-200	–
6	Песок мелкий	37
7	Геотекстиль ИП-200	–
	Суглинки	

Стоимость СМР на 100 м² – 372,695 тыс. руб

поз	Материал слоя	h, см
1	Асфальтобетон высокоплотный марки I на БНД 60/90	5
2	Асфальтобетон плотный тип Б марки I на БНД 60/90	20
3	Щебень гранитный М1000 фр.40-70 мм с заклинкой мелким щебнем	80
4	Геотекстиль ИП-200	–
5	Песок мелкий	35
6	Геотекстиль ИП-200	–
	Суглинки	

Стоимость СМР на 100 м² –374,892 тыс. руб

Данные конструкции показывают, что применение двухосной георешётки в дорожных одеждах (рис.4) позволяет уменьшить расход строительных материалов.

Как известно, срок службы дорожной одежды – это календарная продолжительность эксплуатации дорожной одежды от сдачи дороги в эксплуатацию до первого капитального ремонта или между капитальными ремонтами. В [6] для определения срока службы дорожной одежды, с покрытием, армированным геосеткой (георешётками), предлагается применять дополненную формулу из [2]:

$$T_{общ} = T_{сл} + T_{доп} = T_{сл} + \log_q \left[1 + \frac{\sum N_p \cdot \left(1 - k_{N_p}\right) \cdot (q-1)}{0{,}7 \cdot N_p \cdot T_{рдг} \cdot k_n}\right]$$

Где: $T_{сл}$ - рекомендуемый расчётный срок службы; $T_{доп}$ - величина увеличения срока службы дорожной одежды, вследствие применения геосетки (георешётки); $T_{рдг}$ - количество расчетных дней в году, в зависимости от местоположения дороги; N_p - приведенная интенсивность движения на последний год срока службы, авт/сут; q - показатель изменения интенсивности движения данного типа автомобиля по годам; k_n- коэффициент, учитывающий вероятность отклонения суммарного движения от среднего ожидаемого; k_{Np} - коэффициент, учитывающий уменьшение влияния усталостных процессов на прочность, вследствие армирования асфальтобетонного покрытия (см. табл. 1).

Таблица 2

Прочность геосетки (плоской георешётки) R_{LR} (R_{TR}), кН/м	Относительная деформация при разрыве ε_{LRmax} (ε_{TRmax}), %	k_{Np}
Менее 40	не более 4	1,00
	более 4	1,00
40	не более 4	0,80-0,90
	более 4	0,90-1,00
80	не более 4	0,50-0,75
	более 4	0,75-0,90
150 и более	не более 4	0,25-0,50
	более 4	0,60-0,75

Межремонтные сроки проведения работ по ремонту капитальных нежестких, и облегченных дорожных одежд автомобильных дорог, предусмотренные в приложении 3 приказа Минтранса России от 01.11.2007 № 157 (с изменениями на 25 февраля 2015 года), рекомендуется увеличить [5]:

- на 15-30% - при использовании для армирования геосеток (плоских георешеток) с прочностью RLR (RTR) (RLR(ε) и RTR(ε) – усилие в образце в направлении длины (ширины) материала, отнесенное к ширине образца, возникаю-

щее при определенной относительной деформации ε (как правило, ε = 2 % и ε = 5 %,)от 40 до 80 кН/м;
- на 30-40% - при использовании для армирования геосеток (плоских георешеток) с прочностью RLR (RTR) от 80 до 150 кН/м;
- на 40-50% - при использовании для армирования геосеток (плоских георешеток) с прочностью RLR (RTR) 150 кН/м и более [6].

Увеличение межремонтного срока, при IV категории дороги, I-II дорожно-климатической зоне, с использованием армированых геосеток (плоских георешеток) с прочностью RLR (RTR) от 80 до 150 кН/м;

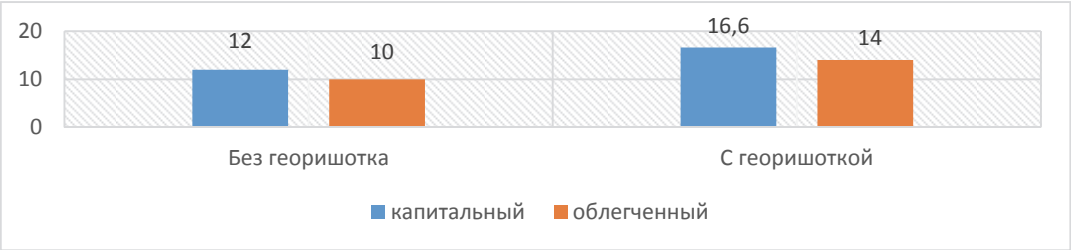


Рис. 5. Разница межремонтная срок службы дорожной одежды

Несмотря на незначительную разницу (табл.1) в стоимости, межремонтный срок дороги значительно возрастает (рис.5).

Для автоматизации процесса проектирования конструкции дорожного полотна разработан ниже приведенный алгоритм (рис.6) который перед их строительством, нам необходимо выяснить назначение, в какой климатической зоне находится данная местность, группу нагрузки, выбрать тип дорожной одежды, а также тип покрытия [4].

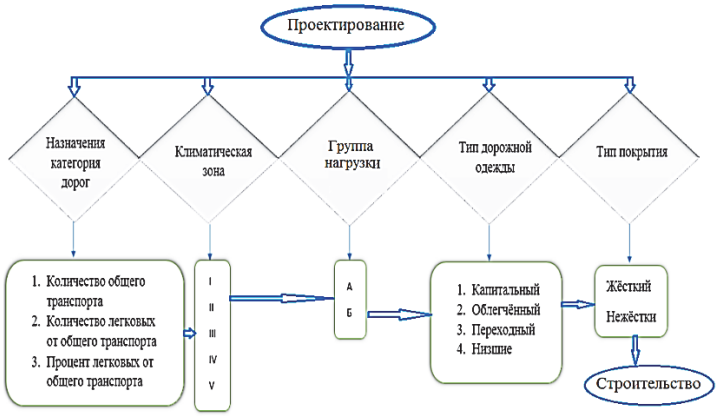


Рис. 6. Алгоритм расчета конструкции автомобильных дорог

Заключение

С помощью данного метода строительство автомобильных дорог, мы обеспечиваем в первую очередь долговечность эксплуатации дороги не зависимости от назначения и экономим денежные средства. Предложенный метод позволяет проектировать автомобильный дороги даже на слабом основание и склонных участках.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ОДМ 218.3.032–2013 «Методические рекомендации по усилению конструктивных элементов автомобильных дорог пространственными георешетками (геосотами) РОСАВТОДОР, 70 с.

2. ОДН 218.046–01 «Проектирование нежестких дорожных одежд»

3. Пособие по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на слабых грунтах. М 2004г.

4. Алгоритм подбора дорожной одежды- СЫСОЕВ Е. О, НЕКРОЙЕВ Ш. Х. Комсомольский-на Амуре 2017 г, 1292 с.

5. О нормативах денежных затрат на содержание и ремонт автомобильных дорог федерального значения и правилах их расчета. Приказ Минтранса России от 01.11.2007 № 157 (с изменениями на 25 февраля 2015 года);

6. ОДМ 218.5.001-2009 "Методические рекомендации по применению геосеток и плоских георешеток для армирования асфальтобетонных слоев совершенствованных видов покрытий при капитальном ремонте и ремонте автомобильных дорог"

УДК 69.003.658

Н. А. Нечаева
ФГАОУ ВО С(А)ФУ, Россия
Nechaeva N.A.
FSAEI HE NARFU, Russia

ВЛИЯНИЕ СЕВЕРНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА В Г. АРХАНГЕЛЬСКЕ
INFLUENCE OF NORTHERN CLIMATIC CONDITIONS ON DURATION OF CONSTRUCTION IN ARKHANGELSK

Аннотация. В данной статье рассмотрены проблемы, возникающие при строительстве в северных климатических условиях. Проанализированы факторы, которые влияют на продолжительность и стоимость строительства в районах Крайнего Севера и приравненных к ним. Выявлена необходимость их учета при расчете календарного плана. Также подробно рассмотрены графики изменения температур в г.Архангельске и выявлено, сколько дней в году из-за погодных условий выпадают из строительного процесса.

Ключевые слова: строительство, строительное производство, северные климатические условия.

Abstract. In this article, problems encountered in construction in northern climatic conditions are considered. The factors that influence the duration and

cost of construction in the regions of the Far North and equated to them are analyzed. The need to take them into account when calculating the calendar plan is revealed. Also, the graphs of temperature changes in Arkhangelsk are examined in detail and it is revealed how many days in a year due to weather conditions drop out of the construction process.

Key words: construction, construction industry, northern climatic conditions.

Архангельская область расположена в районе Крайнего Севера и территорий, приравненных к нему. Суровые климатические условия в Архангельске оказывают большое влияние на строительную отрасль. Значительную часть года на данной территории господствуют зимние условия, которые по нормативным требованиям наступают при установлении среднесуточной температуры ниже 5°С и при минимальной суточной температуре ниже 0°С.

Существующие методы формирования календарных планов недостаточно учитывают северные климатические условия строительства. В связи с этим происходят срывы запланированных сроков производства работ. Это влечет за собой нарастание концентрации объемов работ к окончанию сроков строительства, что отрицательно сказывается на технико-экономических показателях.

В современных условиях строительным организациям необходимо уметь учитывать все возможные риски, в том числе связанные с неблагоприятными погодными условиями. Ниже рассмотрим основные природно-климатические условия, влияющие на строительное производство в холодной климате.

Одним из главных факторов является длительный холодный период года. Это оказывает негативное влияние на интенсивность строительства, появляется необходимость применения специфических технологических решений. Наличие вечномерзлых грунтов также вносит свои коррективы. Необходимо учитывать технологические перерывы на вмерзание свай в вечномерзлые грунты основания в соответствующих районах.

Полярная ночь влияет не только на производительность труда, связанную с пониженной и недостаточной видимостью, но также влияет за счет психологического фактора.

Перепады атмосферного давления создают неблагоприятные условия для функционирования как людей, так и техники, тем самым вызывая простои. При пониженных температурах, повышенной влажности воздуха и в присутствие осадков перепады давления оказывают еще большее воздействие на участников строительного производства. В таких районах устраивают дополнительные ветро - и метелезащитные сооружения, а это требует дополнительных затрат труда и времени.

Нередко в продолжительный зимний период возникают наледи, метели, солифлюкции, значительный перепад дневных и ночных температур, что также усложняет процессы строительного производства.

Одна из особенностей районов Крайнего Севера, в том числе Архангельской области, обусловлена рассредоточенностью строительных объектов. В Архангельской области, площадью 589 913 км², плотность населения составляет всего 1,98 чел./км². Это влияет на дальность поставок материалов и косвенно влияет на продолжительность строительства.

Подробнее было рассмотрено влияние температур на продолжительность строительства. Были обработаны графики изменения экстремальных среднесуточных температур за 2000-2003 гг. (рис. 1), 2004-2007 гг. (рис. 2), 2008-2011 гг. (рис.3), 2012-2015 гг. (рис.4), 2014-2017 гг. (рис.5).

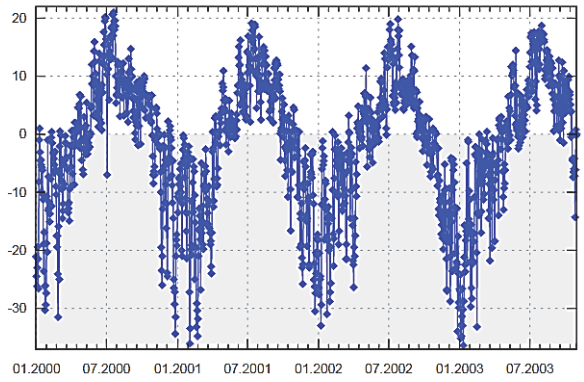


Рис. 1. График изменения температур с 01.2000г по 12.2003г

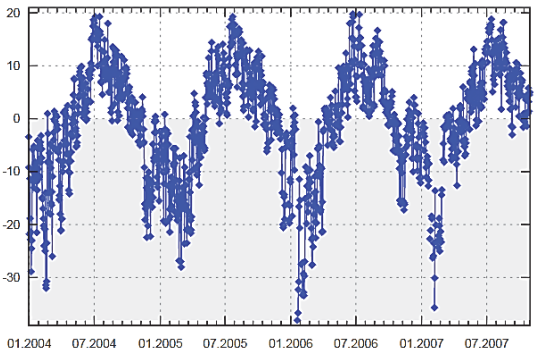


Рис. 2. График изменения температур с 01.2004г по 12.2007г

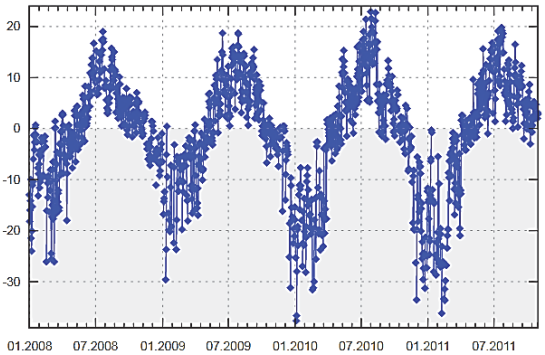


Рис. 3. График изменения температур с 01.2008г по 12.2011г

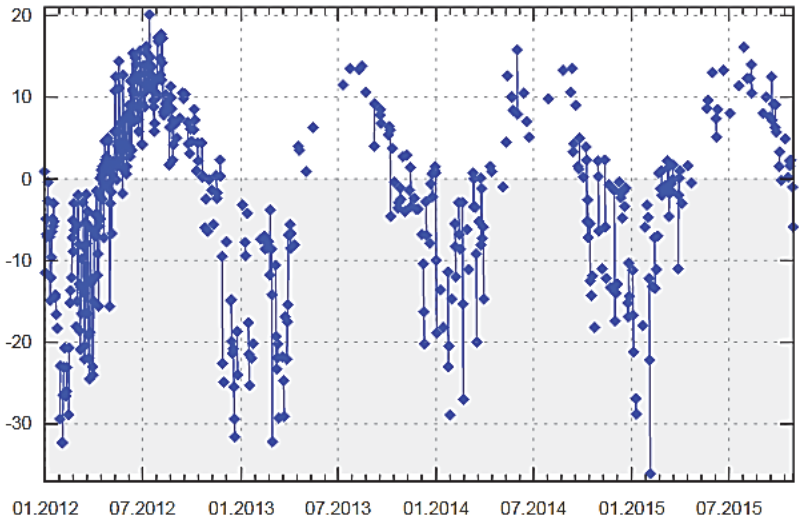


Рис. 4. График изменения температур с 01.2012г по 12.2015г

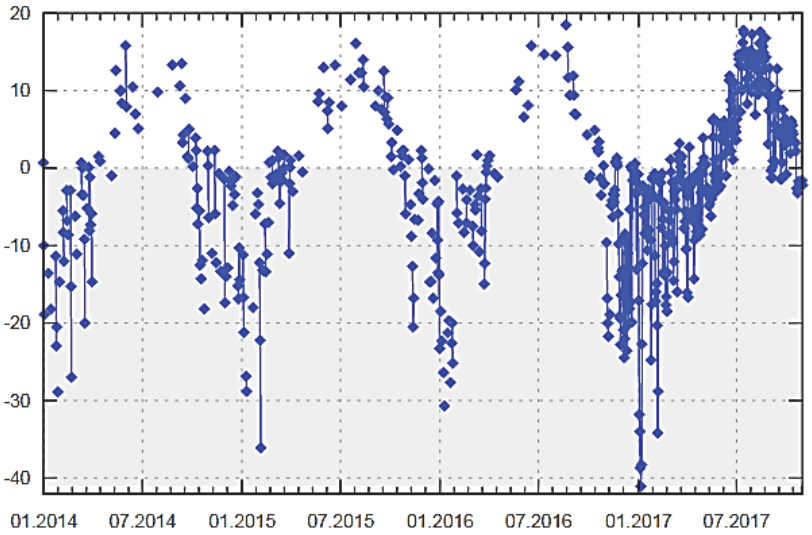


Рис. 5. График изменения температур с 01.2014г по 10.2017г

При понижении температуры ниже 0°С необходимо выполнять определенные мероприятия для производства работ в зимнее время. Это уже влияет на продолжительность и стоимость строительства.

Например, некоторые противоморозные добавки позволяют работать со смесью при температуре до -25°С. Из графиков видно, что большую часть года на территории г. Архангельска держаться отрицательные температуры. Также, проанализировав графики изменения температур с 2000 по 2017 гг., были получены результаты по количеству дней в году с достижением отметки -25°С, а также выявлены дни, когда температура все сутки держалась ниже -25°С. Следовательно, в такие дни строительные работы на открытом воздухе не производились. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1

Анализ изменения температур с 2000 по 2017 гг.

Год	Число дней с минимальной температурой за день ниже -25°С	Число дней с максимальной температурой за день ниже -25°С
2000	15	4
2001	13	2
2002	13	2
2003	13	6
2004	7	0
2005	2	0
2006	14	9
2007	4	1
2008	2	0
2009	5	5
2010	9	3
2011	7	2
2012	9	1
2013	3	0
2014	2	1
2015	3	0
2016	4	0
2017	8	4

При возникновении простоев из-за погодных условий увеличивается не только запланированная продолжительность строительства, но и стоимость работ. Тем самым, зная особенности определенного района строительства, можно скорректировать календарные планы производства работ для сокращения простоев и дополнительных затрат.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Климов С.Э. Методология календарного планирования строительного производства в суровых условиях Крайнего Севера / СПб. гос. архит.-строит. ун-т. - СПб. 2005. – 194 с.

2. [Электронный ресурс]: http://www.weatheronline.co.uk

3. Википедия [Электронный ресурс]: Архангельская область: https://ru.wikipedia.org/wiki/

УДК 691.542

В. А. Новикова, И. И. Иванова
ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова», Россия
Novikova V.A., Ivanova I.I.
FSEI HL «Kalashnikov Izhevsk State Technical University», Russia

ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА
THE INFLUENCE OF POLYETHYLENETEREPHTHALATE ADDITIVES ON PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES OF FINE CONCRETE

Аннотация. В статье исследовано влияние термопластичного полимера – полиэтилентерефталата (ПЭТ), обработанного термически, на основные физико-механические свойства мелкозернистого бетона, такие как плотность, прочность при сжатии, прочность при изгибе и водопоглощение. Подобран оптимальный состав смеси, при котором наблюдается повышение исследуемых характеристик. Полученные данные обоснованы снимками макроструктуры.

Ключевые слова: бетон, полиэтилентерефталат, полимербетон, модифицирующие добавки, ПЭТ.

Abstract. The article investigates the influence of the thermoplastic polymer – polyethylene terephthalate (PET) on the basic physical and mechanical properties of fine concrete, such as density, compressive strength, flexural strength and water absorption. Defined optimal composition of a mixture in which the observed increase in the studied characteristics. The obtained data substantiated the pictures of the macrostructure.

Key words: concrete, polyethylene terephthalate, polymer concrete, modifying additives, PET.

В настоящее время, все более актуальной становится проблема экологически чистой и безопасной утилизации и переработки вторичного сырья. Производство пластмасс в мире с каждым годом увеличивается примерно на 7 %. Наиболее активным ростом производства обладает полиэтилентерефталат, более широко известный как ПЭТ. Однако с быстроразвивающимся производством ПЭТ появилась и проблема его переработки и утилизации [1].

Выделяют несколько способов утилизации полимерных отходов [2, 3, 4]. Распространенным, но самым бесперспективным методом является захоронение, поскольку ценное полимерное сырье закапывается, а огромные территории становятся непригодными для сельскохозяйственных нужд [5]. Следующий метод сжигание. Мусор, содержащий до 50 % отходов полимерной упаковки, сжигают в специальных установках, оборудованных

фильтрами, очищающими вредные примеси, выходящие с газом. Эти фильтры сложны в производстве и использовании и не всегда обеспечивают необходимую степень очистки [6]. На сегодняшний день стоимость затрат на переработку отходов остается высокой: чтобы собрать и переработать 1 т. пластмассовых отходов, требуется затратить около 3200 немецких марок (или 2048 долларов США за 1 тонну). Также выделяют метод переплавления ПЭТ. Суть технологии заключается в том, что полимер предварительно проходит процесс компаундирования, а затем с помощью отвердителей, внесенных компаундированием, ПЭТ подвергается термической обработке, в ходе которой кристаллизуется и становится твердыми [7].

Исходя из этого, многие страны идут по пути применения отходов в качестве вторичного полимерного сырья. Так, Голландия использует отходы упаковочных материалов как источник тепловой энергии. В Германии полимерные отходы подвергаются рециклингу с целью производства таких продуктов, как бутылки, контейнеры, кирпичи, черепица и т.д. В нескольких департаментах Франции производятся работы по централизованному сбору и сортировке полимерных пластических отходов аграрного сектора (упаковка удобрений, полиэтиленовая пленка от теплиц, различная пластмассовая тара и др.). В США фирма "PetroRecoverySystems" запустила в эксплуатацию завод по рециклингу пластмассовых бутылок с производительностью линии 700 кг/ч. В Японии 200 тысяч тонн отходов пластмасс перерабатываются в гранулированный материал и 40-50 тысяч тонн в профильные изделия.

ПЭТ, полученный из использованных бутылок для напитков, может стать потенциально дешевым сырьем, а его вторичная переработка в полимербетон позволит также решить проблему утилизации отходов [8]. Главное преимущество применения вторичного ПЭТ для производства полимербетона заключается в том, что его не нужно очищать от других материалов и красителей. Полимербетон легок, быстро твердеет и образует прочное сцепление с бетонной поверхностью [9, 10]. Стоимость полимербетона из вторичного ПЭТ сопоставима со стоимостью бетона из портландцемента, в то время как обычный полимербетон дороже его в 10-20 раз.

Таким образом, актуальной задачей на данный момент является разработка добавок на основе ПЭТ, позволяющих получить материал с улучшенными физико-техническими показателями. Наиболее оптимальными и рациональными методами является вторичное переплавление и переработка для получения композиционных материалов. Данные методы позволяют при минимальных экологических загрязнениях окружающей среды получить изделия и материалы с улучшенными характеристиками.

В ходе исследования были использованы следующие материалы: портландцемент ЦЕМ II/А-Ш 32,5 Б "Горнозаводск"; природный речной песок с модулем крупности 1, 8; вода и гранулированный ПЭТ с размерами

гранул не более 12 мм. После тщательного перемешивания компонентов, их формования в течение 24 часов и выдерживания на протяжении 7, 14 и 28 суток производилось спекание образцов в муфельной печи при температуре 260 ^{0}C в течение 60 минут. После спекания и периода остывания, образцы помещались в среду с нормальными условиями (температура 20 ^{o}C и относительная влажность воздуха 50 – 65%).

Для изучения влияния полиэтилентерефталата на физико-механические свойства бетона ПЭТ вводилось в количестве 3 %, 5 % и 7 % от массы вяжущего. Испытание прочности образцов на сжатие на 7, 14 и 28 сутки в зависимости от концентрации добавки показало следующие результаты (рис. 1, 2, 3).

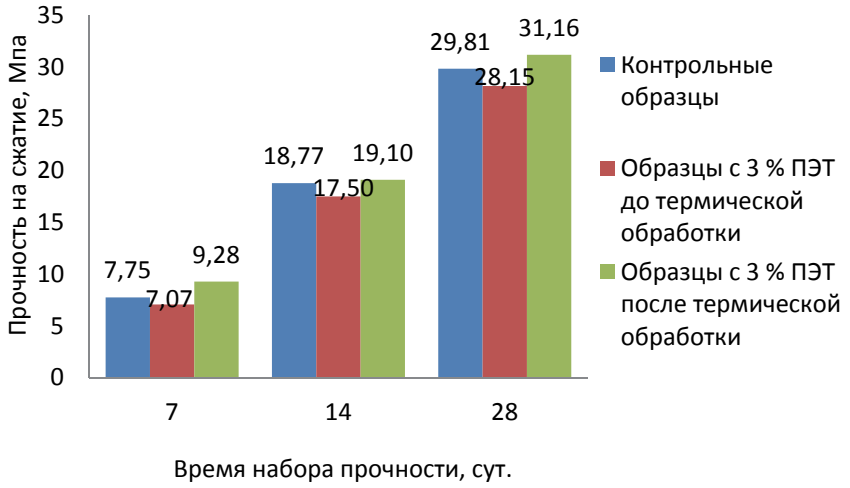


Рис. 1. Прочность образцов на сжатие при введении 3 % полиэтилентерефталата

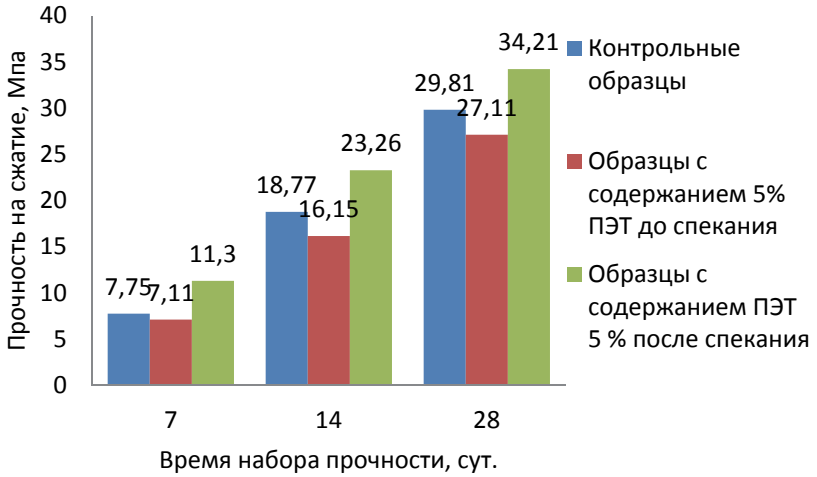


Рис. 2. Прочность образцов на сжатие при введении 5 % полиэтилентерефталата

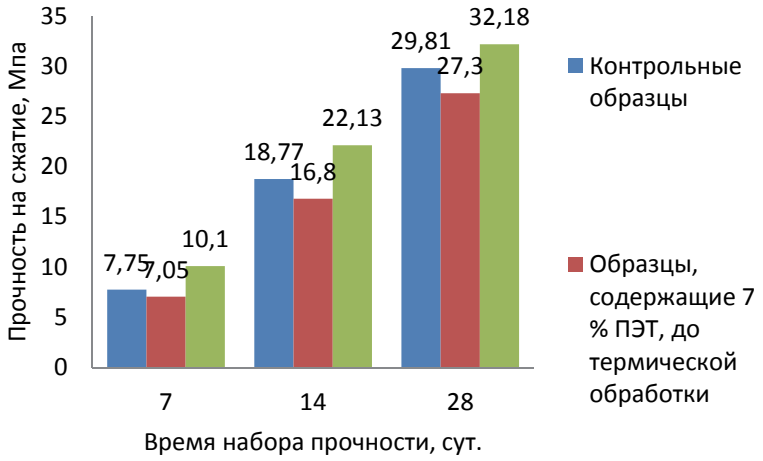


Рис. 3. Прочность образцов на сжатие при введении 7 % полиэтилентерефталата

Анализ приведённых графиков позволяет сделать вывод об улучшении прочности на сжатие бетона при введении и термической обработке полиэтилентерефталата. При этом введение полимерного гранулята без термической обработки снижает прочность, по сравнению с контрольными образцами. Это связано с тем, что при использовании его в качестве заполнителя нарушается сцепление частиц цемента, а ввиду недостаточной тонкости помола ПЭТ происходит воздухововлечение в исходную смесь, что приводит к образованию пор и пустот в теле бетона. В то время как плавление полимерной добавки внутри образцов способствует равномерному растеканию расплава ПЭТ, созданию плотной структуры и, как следствие, повышению прочностных показателей. Уплотнение модифицированных образцов подтверждается результатами исследования плотности и водопоглощения (рис. 4).

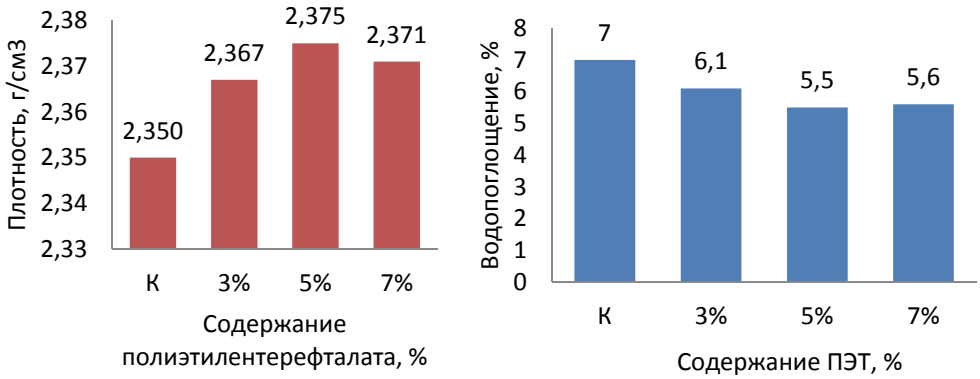


Рис. 4. Влияние количества вводимого ПЭТ на:
а - плотность образцов;
б - водопоглощение

Из данных графиков видно, что максимальное уплотнение структуры и, следовательно, снижение водопоглощения достигается при введении 5 % полиэтилентерефталата в бетонную смесь. Для обьяснения процессов, протекаемых в образцах при плавлении ПЭТ были изучены снимки макроструктуры, полученные при 200-кратном увеличении при помощи USB – микроскопа (рис. 5). Для визуального сравнения были взяты контрольный образец и образец, содержащий 5 % полиэтилентерефталата, после термической обработки, так как именно он показал наибольшее увеличение плотности и прочности.

а) б)

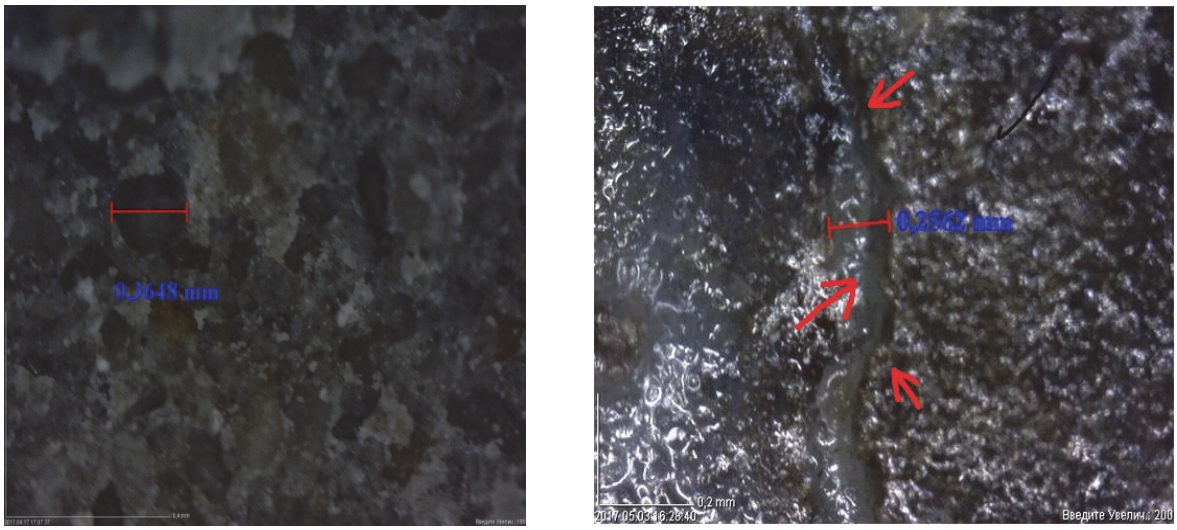


Рис. 5. Макроструктура на 28 сутки при 200-кратном увеличении:
а – контрольного образца;
б – образца с 5 % полиэтилентерефталата

Расплавленный полимер проникает вглубь микротрещин и микропор, твердеет и создаёт прочный матричный каркас. Также он обволакивает частицы цемента, делая их более прочными и устойчивыми к механических воздействиям. Всё это приводит к улучшению механических показателей.

Таким образом, установлена оптимальная концентрация полиэтилентерефталата от массы вяжущего 5 %, которая при термической обработке после затвердевания бетона приводит к повышению прочности на сжатие на 28 сутки на 14 % с 29,81 МПа для контрольного образца до 34,21МПа для модифицированного образца. Также введение добавки и её последующее плавление способствует приросту прочности с 2,350 г/см^3 для контрольного образца до 2,375 для образца с 5 % ПЭТ и снижению водопоглощения с 7 % до 5,5 % для контрольного и модифицированного образца соответственно (происходит понижение водопоглощения на 21 %). Полученные характеристики позволяют расширить сферу применения исследуемого материала и позволяют добиться более прочных бетонных изделий и

конструкций, а также решают проблему утилизации полимерных отходов рациональным способом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Черных А.Л. Проблема утилизации отходов полиэтилентерефталат / М.: МГУИЭ, 2010.– С. 10.

2. Boos F. Production of polyethylene terephthalate from waste PET / F. Boos, N.Schnittker, J.Seelig. - DE19643479; 1998. – P. 18.

3. Zhang F. Research progress on recycling waste polymers into environmental functional materials / F. Zhang, L. Wang, D. Xia, J. Zhang // Chinese journal of environmental engineering. – Beijing, 2017. – P. 12 – 20.

4. Massardier V. Recycling of polymer wastes as blends. thermodynamic, chemical aspects, applications at the industrial scale / V. Massardier // Comptes rendus chimie. - Elsevier Science Publishing Company, Inc, 2002. – P. 507-512.

5. Беданоков А.Ю. Полиэтилентерефталат: новые направления рециклинга / Бештоев Б.З., Беданоков, А.Ю. – М.: Москва, 2012.– С. 9.

6. Кобец О.А. Переработка полимеров - экологическое решение / О.А. Кобец // Твердые бытовые отходы. – М. : Концепция связи XXI век, 2007. – С. 22-23.

7. Галыгин В.Е. Современные технологии получения и переработки полимерных и композиционных материалов / Галыгин В.Е., Баронин Г.С. // Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов, 2010. – С. 10.

8. Иванова И.С. Перспективные направления переработки вторичного ПЭТ / Башкирский государственный университет, г. Стерлитамак, 2012. – С. 10.

9. Ferreira A.J.M. Taguchi analysis of polymer concrete mechanical properties / A.J.M. Ferreira, P.P. Camanho, M.C. Fernandes, M.A.V. Figueiredo, A.A. Fernandes // Механика композиционных материалов и конструкций. – М.: Институт прикладной механики РАН, 2000. – С. 541 – 550.

10. Shen W.G. Investigation on the influence of rubber aggregate on the properties of polymer modified porous concrete / W.G. Shen, M.K. Zhou, F. Xu, B.X. Li, G.J. Gan, T. Zhang, J.H. Li // Jianzhu cailiao xuebao. – Wuhan: Tongji University, 2010. – P. 509 – 514.

УДК 69.04

Д. Е. Новицкий, Д. С. Кареева
ФГБОУ ВО «СПбПУ», Россия
Novitckii D.E.,. Kareeva D.S
FSEI HL «SPbPU», Russia

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ МЕЖДУ ВОЗРАСТОМ ЗДАНИЙ И ИЗНОСОМ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
INVESTIGATION OF THE DEPENDENCIES BETWEEN THE AGE OF BUILDINGS AND THE WEAR OF STRUCTURAL ELEMENTS

Аннотация. Несвоевременность проведения реконструкции может привести к ликвидации аварийного здания, несмотря на присущую ему ценность. Такие мероприятия можно предотвратить при наличии грамотной программы организации реконструкции. Для создания организационно-технологической модели, необходимо проанализировать параметрические зависимости характеристик исследуемых зданий.

Ключевые слова: строительство, износ, реконструкция.

Abstract. The inopportuneness of carrying out reconstruction can lead to elimination of the emergency construction, despite the value inherent in it. Such actions can be prevented in the presence of the competent program of the organization of reconstruction. For creation of organizational and technological model, it is necessary to analyze parametrical dependences of characteristics of the explored buildings.

Key words: construction, wear, reconstruction.

Несвоевременность проведения реконструкции может привести к ликвидации аварийного здания, несмотря на присущую ему ценность. В качестве примера можно привести дом купца Рогова в г. Санкт-Петербург вблизи станции Владимирская, на пересечении Загородного проспекта и Щербакова переулка. Дом являлся редким образцом городской застройки Пушкинского времени [1]. Снос, законность которого так и остается под вопросом, был произведен из-за опасности обрушения в виду аварийного состояния. Такие мероприятия можно предотвратить при наличии грамотной программы организации реконструкции.

Для создания организационно-технологической модели, необходимо проанализировать параметрические зависимости характеристик исследуемых зданий. Для работы была выбрана область в Санкт-Петербурге, ограничивающаяся Центральным, Петроградским и Васильевским районом (группа 1) [2]. Наглядное расположение представлено на карте [рис. 1].

С помощью ГУП «Городское управление инвентаризации и оценки недвижимости» были получены технические паспорта выбранных зданий.

В результате анализа указанных паспоротов создана таблица, в которой собраны данные по году постройки и износу конструктивных элементов зданий табл.1

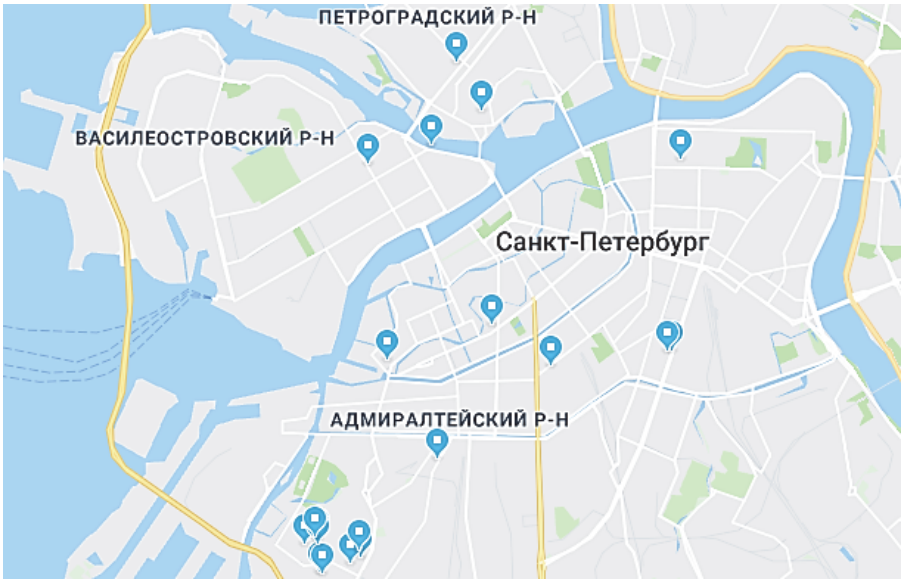


Рис.1. Расположение исследуемых объектов на карте

Таблица 1

Сводная таблица износа зданий группы 1

Наименование конструктивного элемента и износ, %											
Год по-стройки	Площадь дома	Фундамен-ты	Стены	Перекрытия	Крыша	Полы	Проемы	Отделка	Сан. тех, эл. устрой-ства	Разные ра-боты	Общий при-веденный износи
1916	1465	30	35	60	40	65	65	21	60	60	53
1879	6913	40	40	50	35	40	45	45	45	40	43
1903	10608	25	35	35	25	30	40	20	45	25	31
1904	4142	30	35	35	35	30	40	40	35	30	34
1909	2982	15	22,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	12,5	21
1882	1218	50	45	45	45	40	45	45	40	45	44
1882	855	45	45	45	50	55	20	55	50	50	46
1915	160	38	65	88	87	93	96	95	93	93	82
1908	3615	40	35	55	40	45	35	45	40	45	42
1875	5057	25	40	50	35	45	45	40	50	35	40
1907	6809	35	40	40	45	55	45	45	45	45	44
1917	704		40	40	50				40		41
1914	4139	30	30	40	30	30	30	30	30	30	31
1912	3852	30	30	35	30	40	40	35	30	30	33

Так же было принято решение рассмотреть другую группу зданий в районе Нарвской заставы, в виду привлекательности этого района, и наличия зданий, представляющих собой историческую ценность. Данная выборка (группа 2) с включает как жилые многоэтажные здания, так и малой этажности. По результатам обследования имеются данные о состоянии грунтов и фундаментов рассматриваемых зданий. Полученные результаты сведены в табл. 2

Таблица 2

Сводная таблица износа зданий группы 2

	Наименование конструктивного элемента и износ, %				
Адрес	Год постройки	Итоговый возраст здания	Площадь дома	Фундаменты	Стены
Т.15	1962	55	12359	10	15
С. 21	1957	60	11198	30	10
О. 35Е	1937	80	25	5	10
З.К. 4	1937	80	-	25	15
Б.22	1951	66	1515	10	0
Б. 20	1951	66	1207	15	5
Б. 16	1950	67	650	40	20
Б. 14	1950	67	650	25	25
Б. 12	1950	67	903	25	15
Б. 10	1950	67	655	30	20

На основании составленных таблиц произведено исследование взаимосвязей между износом и годом возведения указанных зданий. С помощью программы 3D Table Curve составлены поверхности [рис. 2,4], визуализирующие взаимосвязи между полученными параметрами износа конструкций. По оси X – износ фундамента, Y – износ стен, Z – общий возраст объекта в годах.

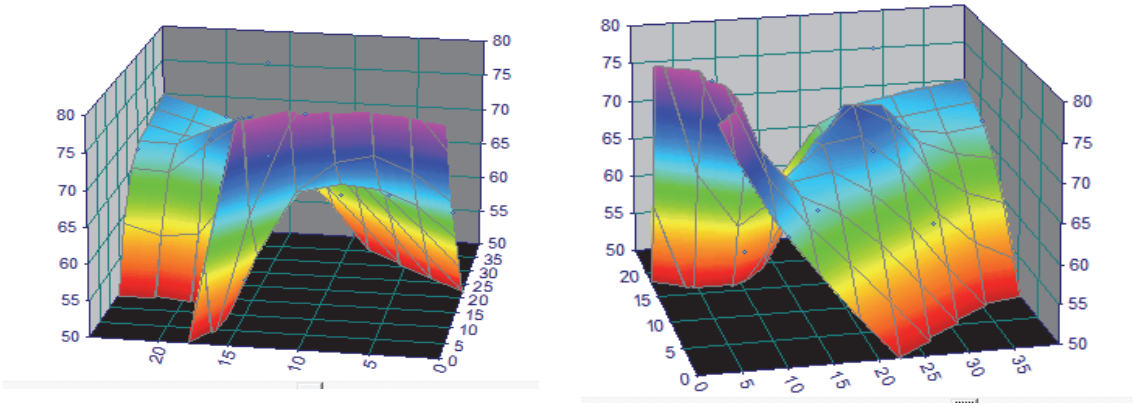


Рис. 2. Поверхности показывающие зависимости между параметрами группы 2

Получен ряд уравнений, описывающих указанные поверхности [рис. 3]. Ввиду сложности данных, линейные функции неприменимы, из-за малого коэффициента корреляции. Слева показано сравнительно простое уравнение, но на построенной по нему поверхности видны «выбросы» значений, не попадающих под описание этой функцией. Справа можно заметить меньше выбросов, ввиду «сложности» функции и большого коэффициента корреляции.

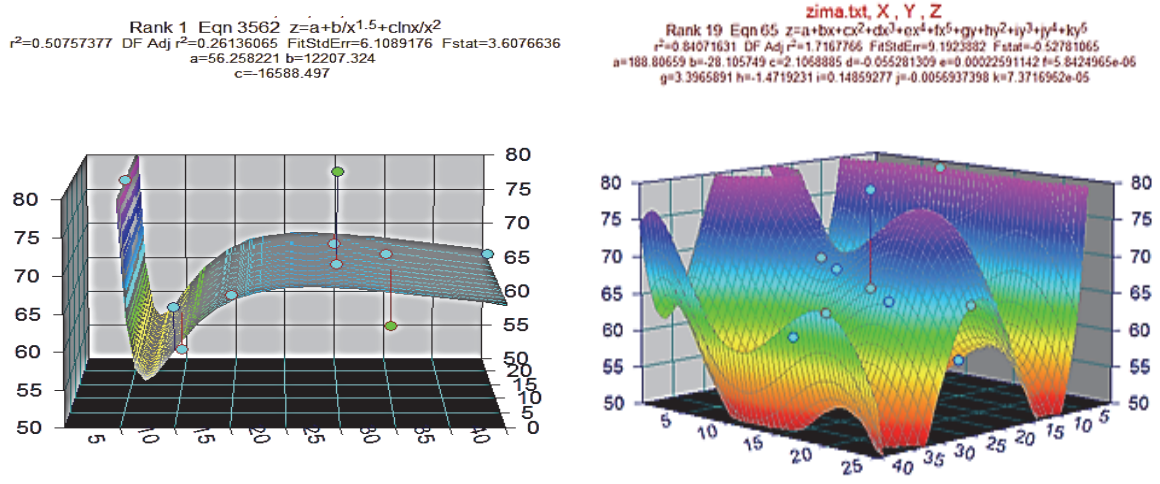


Рис. 3. Уравнения и функции описывающие зависимости группы 2

По результатам моделирования можно отслеживать тенденции как уже полученных функций, так и других объектов, попадающих в данную категорию. Зная функцию [рис. 3,5], описывающую поведение здания в зависимости от времени, возможно получить «неизвестные» параметры износа.

Можно увидеть, что поверхности сильно отличаются (рис. 4), т.к. здания относятся к разным категориям. Это связано с разными годами постройки, применяемыми технологиями и материалами.

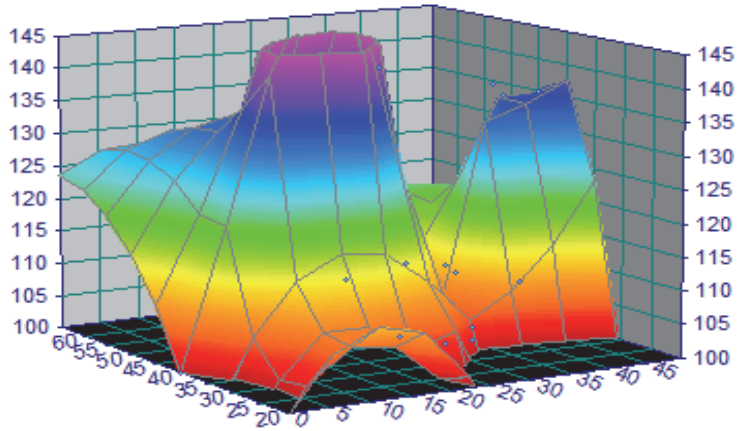


Рис. 4. Поверхность, показывающая зависимости между параметрами группы 1

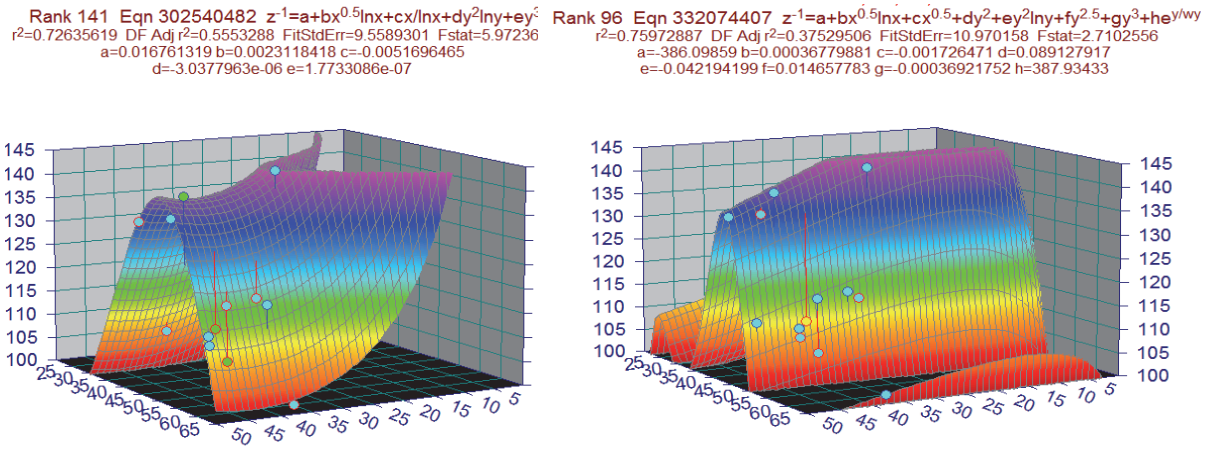


Рис. 5. Уравнения и функции описывающие зависимости группы 1

Заключение

Таким образом были получены поверхности и уравнения, описывающие их, на основе которых можно прогнозировать состояние износа основных несущих конструкций как уже обследованных данных, так и зданий из смежных категорий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. City Walls [Электронный ресурс]: Дом Рогова: http://www.citywalls.ru/house5535.html

2. ГОС ЖКХ [Электронный ресурс]: Аварийные дома в Санкт-Петербурге: http://gosjkh.ru/ehouses/sankt-peterburg/sankt-peterburg

3. Управление недвижимостью [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н. В. Брайла, О. Н. Попова, М. А. Романович, Т. Л. Симанкина; Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Инженерно-строительный институт, Кафедра "Строительство уникальных зданий и сооружений": :http://elib.spbstu.ru/dl/2/s17-183.pdf

4. Современные проблемы строительной науки, техники и технологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. В. Брайла [и др.] ; Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Инженерно-строительный институт, Кафедра "Строительство уникальных зданий и сооружений": :http://elib.spbstu.ru/dl/2/s17-50.pdf

5. Попова О.Н. Метод календарного планирования ремонта жилых зданий на основе их структурного анализа: Санкт-Петербург, 2014

УДК 693.22

Н. С. Орлова, А. В. Улыбин
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Россия
Orlova N.S., Ulybin A.V.
Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University (SPbPU), Russia

ПРОБЛЕМЫ РАСЧЕТА КИРПИЧНОЙ ОБЛИЦОВКИ ОБЛЕГЧЕННЫХ СТЕН НА ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ
PROBLEMS OF CALCULATION OF LIGHTWEIGHT WALLS' BRICK CASING ON TEMPERATURE ACTIONS

Аннотация: Статья посвящена рассмотрению проблем расчета кирпичной облицовки трехслойных стен на температурные воздействия. В статье рассматриваются основные нормативные документы и пособия по расчету конструкций на температурные воздействия, выявляются недостатки подходов к расчету конструкций, связанные с несоответствием устаревших данных современным условиям. Приводится краткое сравнение результатов определения средних месячных температур по разным методикам и выявляется необходимость проведения практических испытаний в натурных условиях для уточнения заложенных в расчетах коэффициентов и зависимостей.

Ключевые слова: кирпичная кладка, температурные воздействия, кирпичная облицовка, слоистые стены, облегченные стены.

Abstract: The article is devoted to the analysis of the problems connected with calculation of three-layer walls' brick casing on temperature actions. The article considers the main normative documents and manuals for the calculation of structures on temperature effects, identifies disadvantages in approaches to calculations of the structure connected with the lack of correspondence between obsolete data and modern conditions. A short comparison of the results of determination of average monthly temperatures by different methods is given and the need for practical tests in full-scale conditions is revealed to clarify the coefficients and dependencies factored in the calculations.

Keywords: brickwork, temperature actions, brick casing, layered walls, light walls.

До середины 90-х гг. [1] прошлого столетия наружные кирпичные стены выполнялись, как правило, из однослойной массивной кладки. В последнее десятилетие в связи с ужесточением требований по энергосбережению повсеместно стали применяться конструкции облегченных трехслойных стен с наружным слоем из кирпичной облицовки.

Однако из-за отсутствия достаточного опыта проектирования и возведения облегченных стен при проектировании и строительстве многих

зданий были допущены и продолжают допускаться серьёзные ошибки, приводящие к возникновению дефектов и повреждений [2-4]: трещин, раздробления кирпичей в уровне перекрытий и т.д., и многие из этих дефектов возникают вследствие температурно-влажностных деформаций. Только в Москве и Подмосковье в 2005-09 гг. было выявлено более 400 [5] отказов фасадных систем подобного рода. Это послужило основанием для распоряжения Минмособлстроя [6], вводящего запрет на использование трехслойных стен на территории Московской области.

Основными нормативными документами и пособиями по расчету кирпичной облицовки на температурные воздействия являются:

1. СП 15.13330.2012 Каменные и армокаменные конструкции (с изменениями № 2 от 18.08.2016 г., № 1 от 18.11.2016 г.)
2. СТО 36554501-013-2008. Методы расчета лицевого слоя из кирпичной кладки наружных облегченных стен с учетом температурно-влажностных воздействий
3. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия (введен в действие с 4 июня 2017 г.)
4. Ищук М.К. Отечественный опыт возведения зданий с наружными стенами из облегченной кладки. М.: РИФ «Стройматериалы», 2009. 360 с.
5. Проект СП. Стены наружные с лицевым кирпичным слоем правила проектирования, эксплуатации и ремонта. 1-я редакция (Москва, 2016 г.)

Нормативная база постоянно меняется, но все же нормы не в полной мере отражают реальную ситуацию. Зачастую замена СНиПов на СП проводится лишь формально, без каких-либо качественных изменений в расчетах конструкций. А ведь с момента выхода первых нормативных документов прошли уже десятилетия. За это время существенно изменилась технология строительства, подход к расчетам конструкций, появились новые строительные материалы. В большинстве своем актуализированные редакции берут за основу старые нормы и подходы, не учитывая современные условия. Таким образам, расчеты производятся по давно полученным и выведенным коэффициентам и зависимостям, которые могут уже не соответствовать современным условиям. При проектировании даже из современных материалов применяются заложенные в нормативы устаревшие методы расчета. Коэффициенты надежности, условий работы материалов и конструкций, сами методы уже устарели. Многие из них назначались волевым путем исходя из опыта эксплуатации и носят условный характер. Но если раньше существовало понятие экспериментального строительства, то сейчас, особенно при резком снижении объемов и уровня исследований, опыты ставятся на массовой застройке [7].

Можно сделать вывод о том, что нормативная база по проектированию конструкций из каменной кладки значительно отстала от изменившихся

условий. Это приводит к тому, что проектировщики и строители применяют зарубежные аналоги [7], зачастую упрощая их и заменяя более дорогие материалы на дешевые. В то же время условия возведения и эксплуатации наружных стен в России отличаются зарубежных. Для нашей страны характерен суровый климат (более холодные и продолжительные зимы), зачастую низкое качество строительства, нехватка качественных материалов и использование материалов с физико-механическими свойствами, отличными от зарубежных аналогов, отсутствие достаточного опыта проектирования многослойных стен. Поэтому необходима адаптация зарубежного опыта применительно к российским условиям. Кроме того, существующие нормативные документы не позволяют корректно применять современные вычислительные комплексы, без которых проектирование становится невозможным. Отсутствуют научно обоснованные регламенты на применение многих строительных материалов и конструкций из них.

К составителям нормативов поступает ряд замечаний и предложений от ведущих проектных организаций и специалистов, касающихся отдельных положений и формулировок документов. Постепенно в актуализированную нормативную базу вводятся изменения. Так, расчет кладки на растяжение от температурно-влажностных деформаций был включен в [8] лишь в 2017 г. путем введения Изменения №1 от 10.05.2017 г. Все же многие пункты этого документа остались без изменений. Например, величины коэффициентов линейного расширения кладки остались прежними, несмотря на появление строительных материалов с новыми свойствами и изменение климатических условий. К тому же для коэффициентов линейного расширения не регламентировано, для какого направления (продольного или поперечного) они установлены. В действительности, они могут отличаться в зависимости от направления. Чтобы это установить, необходимо проведение дополнительных исследований.

Существенный вклад в расчет конструкций на температурные воздействия внес Ищук М.К., в монографии [1] которого приведены рекомендации по назначению расчетной температуры наружных стен с лицевым слоем из кирпичной кладки. Данные рекомендации легли в основу некоторых нормативных документов (см. п. 2 и п. 5 выше), регламентирующих расчет конструкций на температурные климатические воздействия.

Ввод в действие с 4 июня 2017 г. актуализированной редакции [9] внес изменения в расчет конструкции на температурные климатические воздействия. В частности, изменилась формула для расчета средних суточных температур наружного воздуха в теплое и холодное время года. Средние суточные температуры наружного воздуха в теплое t_{ew} и холодное t_{ec} время года для г. Санкт-Петербурга определяются по формулам:

$$t_{ew} = t_{\max} - 0{,}5 \cdot A_{VII} = 30 - 0{,}5 \cdot 8 = 26{,}0°C;$$

$$t_{ec} = t_{\min} + 0{,}5 \cdot A_{I} = -35 + 0{,}5 \cdot 5{,}3 = -32{,}4°C;$$

где: t_{min}, t_{max} - нормативные значения минимальной и максимальной температуры воздуха [9];

A_I, A_{VII} - средние суточные амплитуды температуры воздуха наиболее холодного и наиболее теплого месяца [10].

В то же время, по рекомендациям [1] средние суточные температуры наружного воздуха в теплое t_{ew} и холодное t_{ec} время года для г. Санкт-Петербурга определяются по формулам:

$$t_{ew} = t_{VII} + 6 = 15 + 6 = 21{,}0°C;$$
$$t_{ec} = t_I - \Delta_I = -10 - 15 = -25{,}0°C.$$

где: t_I, t_{VII} – многолетние среднемесячные температуры воздуха в январе и июле [11];

Δ_I – отклонение средних суточных температур от средних месячных.

Видно, что по расчетам [9] данные величины получаются, соответственно, на 5 и -7,4 градуса больше. При этом, если обратиться к данным многолетних метеорологических наблюдений, то установлено, что в наиболее холодные месяцы года – декабрь и февраль, средние суточные температуры воздуха для г. Санкт-Петербург составляют –7,9...–10,4°С. В наиболее тёплый месяц года – июль, средняя суточная температура воздуха составляет 19,5°С [12].

Так как эти величины являются ключевыми при определении нормативных и расчетных значений средних температур по сечению элемента и их перепадов, то они существенно влияют на назначение расчетной температуры наружной стены и, следовательно, на температурные деформации кладки. Поэтому актуальным является вопрос практического определения как средних суточных температур наружного воздуха, так и температур кирпичной кладки в натурных условиях, а также уточнение коэффициентов и зависимостей, входящих в расчет кирпичной облицовки на температурные воздействия.

Еще одним отличием в подходах к расчету кирпичной облицовки на температурные воздействия является определение приращения средних по сечению элемента температур и перепада температур от солнечной радиации. В [9] ориентация поверхности уже учтена в максимальном значение суммарной (прямой, рассеянной и отраженной) солнечной радиации (для г. Санкт-Петербурга $S_{max} = 794$ Вт $\cdot$ ч/м^2). В рекомендациях [1] вводится дополнительный коэффициент k, учитывающий ориентацию поверхности, при этом значения $S_{max} = 781$ Вт $\cdot$ ч/м^2 меньше, так как не включают отраженную солнечную радиацию.

Таким образом, в ходе обзора литературы и проведения первичного расчета конструкции на температурные воздействия установлено, что большинство расчетов ведутся по давно выведенным коэффициентам и зависимостях, заложенных в устаревших нормативах, без их уточнения на практике при работе конструкции в реальных условиях. Следовательно, необходимо провести уточнение характеристик для расчета на температурные воздействия путем проведения практических исследований.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ищук М. К. Отечественный опыт возведения зданий с наружными стенами из облегченной кладки /Ищук М. К. М.: РИФ «Стройматериалы», 2009. - 357 с.

2. Ищук М.К. Дефекты наружных стен из многослойной кладки //Интеграл. 2001. №1. С 20 – 22.

3. Ищук М.К. Причины дефектов наружных стен с лицевым слоем из кирпичной кладки // Жилищное строительство. 2008. №3. С. 28-31.

4. Ищук М.К. Российский опыт возведения наружных стен с лицевым слоем из кирпичной кладки // Технологии строительства. 2009. № 2(64). С. 28-37.

5. Кузнецова Г. Слоистые кладки в каркасно-монолитном домостроении // Технологии строительства. 2009. № 1 (63). С. 6-22

6. Распоряжение Минмособлстроя от 23.05.2008 № 18 «О применении трехслойных стеновых ограждающих конструкций с внутренним слоем из плитного эффективного утеплителя и лицевым слоем из кирпичной кладки при строительстве гражданских зданий на территории Московской области»

7. Ищук М.К. Проблемы норм по проектированию каменных конструкций // Строительные материалы. 2010. № 4. С. 15-17

8. СП 15.13330.2012 Каменные и армокаменные конструкции (с изменениями № 2 от 18.08.2016 г., № 1 от 18.11.2016 г.). М.: 2012. – 86 с.

9. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия. М.: 2016. – 102 с.

10. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная версия СНиП 23-01-99*.М.: 2012. – 113 с.

11. СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия. М.: 2005. – 55 с.

12. Экологический портал Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]: Характеристика климата Санкт-Петербурга: http://www.infoeco.ru/index.php?id=1091 (Дата обращения: 29.11.2017).

УДК 681.518

К. С. Папушина, А. Д. Балакина, Р. А. Ибрагимов, А. И. Латухина,
А. И. Исаков
ФГАОУ ВО «СПбПУ», Россия
Papushina K.S., Balakina A.D., Ibragimov R.A., Latuchina A.I., Isakov A.I.
FSAEI HE «SPbPU», Russia

ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕГРАЦИИ РОССИЙСКИХ И ЗАРУБЕЖНЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
POSSIBILITIES OF INTEGRATION OF RUSSIAN AND FOREIGN SYSTEMS OF AUTOMATED DESIGN

Аннотация. Статья посвящена анализу возможности интеграции российских и зарубежных систем автоматизированного проектирования между собой на примере проектирования здания общественного назначения, в частности, детской спортивной школы, подлежащей реконструкции с последующим расширением. В статье указаны основные особенности при работе с различными программными комплексами, выявлены наиболее часто встречающиеся ошибки и способы их эффективной коррекции, а также проведен анализ полученных результатов.

Ключевые слова: строительство, автоматизация, БИМ.

Abstract. The article is devoted to the analysis of the possibility of integration of Russian and foreign computer-aided design systems with each other on the example of designing a public building, in particular, a children's sports school, subject to reconstruction with subsequent expansion. The article shows the main features of working with various software packages, identified the most common errors and ways to effectively correct them, and analyzed the results.

Key words: construction, automation, BIM.

Строительная отрасль представляет собой наиболее динамично развивающееся и прогрессирующее направление человеческой деятельности. При разработке проектов различного назначения на практике обычно используется бумажная документация и чертежи, выполненные в двухмерном, реже, трехмерном формате.

Конкуренция среди строительных компаний особенно остра. Данную проблему успешно решает переход компании к системе информационного моделирования зданий и сооружений, поскольку данная система является не только наиболее удобная при работе специалистов, но также является наиболее адаптированной для презентации полученных результатов заказчику.

По оценкам современных специалистов, информационное моделирование объектов строительства позволяет в виртуальном режиме собрать воедино, подобрать по предназначению, рассчитать, состыковать и согласо-

вать создаваемые разными специалистами и организациями компоненты и системы будущего сооружения, заранее проверить их жизнеспособность, функциональную пригодность и эксплуатационные качества, а также избежать внутренних нестыковок в проекте. [1]

Проведенный анализ литературы и реализованных проектных решений показал, что технологии информационного моделирования зданий с использованием зарубежных программных комплексов широко применимы не только при строительстве объектов, но и также при проведении проектных работ, и оценке предполагаемых конструктивных и объемно-планировочных решений, в отличии от отечественных. [2-4]

Строительство наиболее известных зданий и сооружений зачастую проводится силами зарубежных программ, таких как: Revit Architecture - для архитектурного раздела, Revit Structure - для строительных конструкций, Revit MEP – для инженерного оснащения здания, Navisworks – для согласования и моделирования различных ситуаций, и некоторые другие продукты компании Autodesk, в том числе AutoCAD для уточнения рабочих чертежей и Civil 3D для моделирования рельефа и генплана. Для визуализации архитектурных замыслов, а также отработки и анимационной проверки задействуется программа Autodesk 3ds MAX. [4]

В свободном доступе имеется достаточное количество методических указаний, а также обучающего материала при работе с зарубежными системами автоматизированного проектирования.

Вопрос об интеграции российских и зарубежных программных комплексов между собой слабо изучен, вследствие чего отсутствует достаточное количество обучающего материала для проектировщиков, желающих совмещать российские и зарубежные программные продукты. Данное направление обретает больший вес в связи действующей политикой импортозамещения.

Для анализа возможности и корректности интеграции российских и зарубежных ПК между собой были выбраны следующие программные комплексы: AutodeskRevit – создание объемной модели и визуализации объекта, САПФИР-3D – для задания основных параметров конструкции, необходимых для дальнейшего расчета, ЛИРА-САПР – для расчета НДС и подбора сечений несущих конструкций.

Объектом исследования принята детская спортивная школа, находящаяся в городе Пушкин и подлежащая реконструкции с последующим расширением. Впоследствии была смоделирована городская застройка, включая предполагаемый внешний вид реконструируемого здания. [рис.1] Объемно-планировочные решения спортивных залов и вспомогательных помещений выполнены на основании требований строительных правил [5]. Конструктивными решениями принят металлический каркас здания с сборными железобетонными плитами перекрытия.

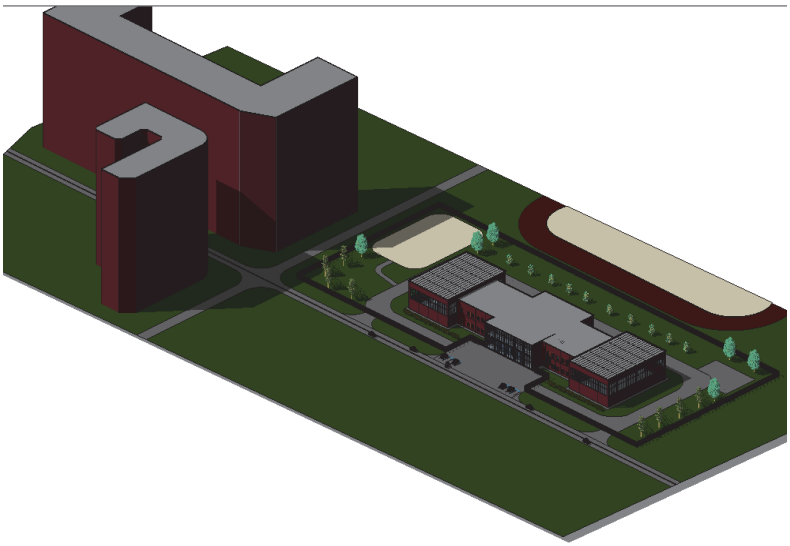


Рис. 1. Моделирование городской застройки в ПК Autodesk Revit

Проведенный импорт архитектурной модели в ПК САПФИР-3D выявил ряд показателей, которые необходимо учитывать при увязке данных программных комплексов:

1. наиболее корректная передача данных достигается за счет использования универсального формата данных .ifc;
2. для корректного расчета необходимо передавать архитектурную модель независимо от благоустройства и городской визуализации;
3. при передаче данных некоторые конструктивные элементы теряют присвоенный им материал и интерпретацию в расчетной модели (несущий конструктив, нагрузка, игнорировать).

Было произведено переназначение материалов конструктивным элементам и их интерпретация в расчетной модели. Игнорирование данного шага влечет за собой некорректность расчета, поскольку непереназначенные несущие элементы могут интерпретироваться как нагрузки, а нагрузки, как элементы, которые необходимо игнорировать (окна, двери, элементы декора).

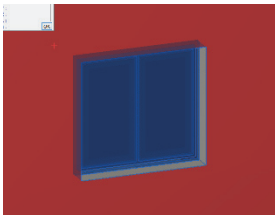
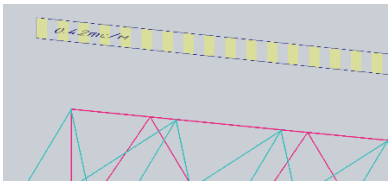
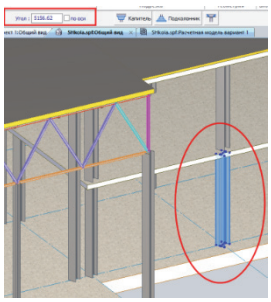
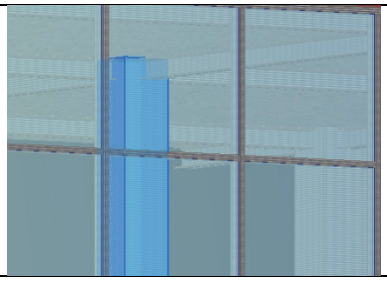
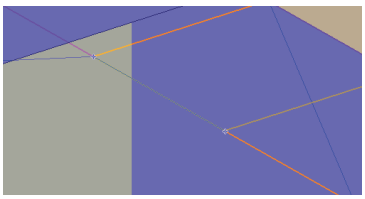
По окончанию проверки архитектурной модели был выявлен перечень ошибок, которые условно можно разделить на «критические» и «не критические». Критические ошибки в архитектурной модели подлежат обязательной коррекции, поскольку они существенно влияют на дальнейшее создание расчетной модели, а также на результаты самих расчетов.

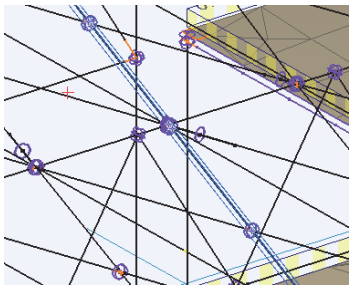
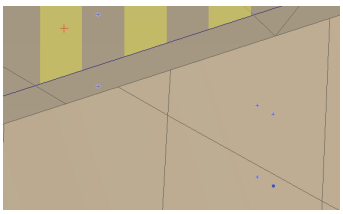
Не критические ошибки не влияют на результаты расчета в ПК ЛИРА-САПР. Данное семейство ошибок является системным предупреждением, которое необходимо учитывать при дальнейшей работе с архитектурной моделью, а также оно автоматически корректируется при экспорте мо-

дели из ПК САПФИР-3D в ПК ЛИРА-САПР. Перечень наиболее распространенных ошибок и системных предупреждений приведен в табл. 1.

Таблица 1

Основные ошибочные элементы при интеграции модели и возможные варианты их коррекции

№ п.п.	Ошибка	Возможная визуализация	Критичность	Коррекция
1	Окно. Пересечение габаритных боксов с элементом № N (стена)		Критическая	Переназначение интерпретации конструктивного элемента
2	Для части нагрузки не найдены элементы к которым она приложена		Критическая	Элементы с интерпретацией "нагрузка" необходимо приложить к эл-м "несущий конструктив".
3	Нарушен угол поворота конструктивного элемента		Критическая	В поле свойств К.Э. необходимо откорректировать угол поворота.
4	Колонна. Пересечение колонны с элементом № N (декоративная обшивка)		Не критическая	Переназначение интерпретации конструктивного элемента / удаление декоративного элемента
5	Отрезок на пластине не принадлежит ребру ее сети		Не критическая	В исправлении не нуждается. Является системным предупреждением.

6	Два параллельных стержня ближе друг к другу чем их толщина		Не критическая	В исправлении не нуждается. Является системным предупреждением.
7	Точка или отрезок расположены слишком близко к контуру объекта		Не критическая	В исправлении не нуждается. Является системным предупреждением.

По окончанию операции по коррекции архитектурной и расчетной схемы модель готова к расчету на 90%. В ПК ЛИРА-САПР необходимо дозазать недостающие нагрузки и воздействия, создать таблицы РСУ, РСН, а также по имеющимся геологическим изысканиям смоделировать грунтовое основание. [рис. 2]

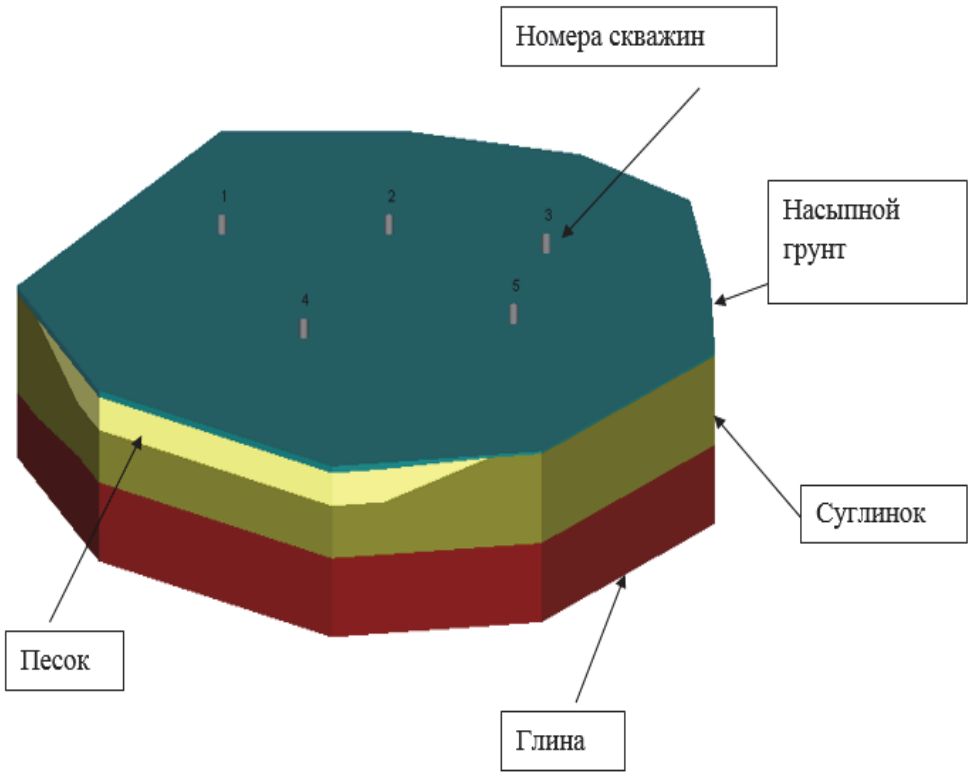


Рис. 2. Грунтовое основание, смоделированное в модуле «Грунт»

После расчета здания на грунтовом основании были получены следующие данные: эпюра осадок здания, коэффициенты постели упругого основания, рассчитанные по модели Пастернака, перемещения здания по оси X (крен), перемещения здания по оси Z (прогибы), продольные усилия в несущих колоннах, напряжения в фундаментной плите, необходимое для дальнейшего армирования фундаментной плиты в ПК САПФИР- 3D.

В качестве анализа корректности полученных данных был произведен ручной расчет колонн по I группе предельных состояний на прочность, и расчет здания по II группе предельных состояний на допустимые перемещения по СП 16.13330 Стальные конструкции. [6]

Вывод. Конструкция здания прошла проверку по I и II группам предельных состояний. На основе полученных данных можно сделать вывод о том, что российские и зарубежные программные комплексы способны корректно интегрироваться между собой в одной технологической линии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Талапов, В.В. BIM: что под этим обычно понимают [Электронный ресурс] / В. Талапов // isicad.ru. - 2010. Режим доступа: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=14078&compage=2.

2. Гаврилов, М. А., Бредихина, М.Н., Куликов, В.А. Информационное моделирование – основа для создания единого информационного пространства предприятия [Электронный ресурс] / М.А. Гаврилов, М.Н. Бредихина, В.А. Куликов // ProBIM. – 2013. Режим доступа: http://probim.ru/articles/bim/prostranstvo_predpriatia/

3. Курилин, Н. О. Эффективность применения BIM-технологий в строительстве и проектировании, на примере строительства и эксплуатации ледового дворца “Большой” в г. Сочи / Н. О. Курилин // НИУ «Московский Государственный Строительный Университет». – 2015.

4. Талапов В.В. Технология BIM: новаторство Фрэнка Гери объединяет сторонников [Электронный ресурс] / В.В. Талапов // isicad.ru. – 2011. Режим доступа: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=14753

5. СП 31-112-2004 Свод правил по проектированию и строительству. Физкультурно-спортивные залы. Часть 2. Текст. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200040661

6. СП 16.13330.2011 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81* (с изменением N 1) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200084089

УДК: 69.003.13

А. В. Пихт, А. Д. Павленко, Е. А. Сметанина, Е. С. Михайлов
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Pikht A.V., Pavlenko A.D., Smetanina E.A., Mikhajlov E.S.
St. Petersburg Polytechnic University of Peter the Great

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТАНДАРТОВ ТЕХНОЛОГИИ «GREENZOOM» НА ПРИМЕРАХ ЖИЛЫХ КОМПЛЕКСОВ И БИЗНЕС-ЦЕНТРОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА
ECONOMIC EFFICIENCY OF INTRODUCTION AND USE OF «GREENZOOM» TECHNOLOGY STANDARDS ON THE EXAMPLES OF RESIDENTIAL COMPLEXES AND BUSINESS CENTERS OF ST. PETERSBURG

Аннотация. В статье выполнен обзор отечественной рейтинговой системы оценки энергоэффективности зданий GREEN ZOOM. Произведен обзор внедренных энергоэффективных систем, оборудования и мероприятий в конкретных построенных или строящихся жилых комплексах и бизнес-центрах Санкт-Петербурга по стандартам GREEN ZOOM. Предложены рекомендации по использованию таких систем, выявлены затраты на коммунальные расходы, эксплуатационная экономия на коммунальных расходах.

Ключевые слова: зеленое строительство, рейтинговая система, GREEN ZOOM, энергоэффективные системы, эксплуатационная экономия.

Abstract. The article reviews the domestic rating system for assessing the energy efficiency of GREEN ZOOM buildings. It reviews the implemented energy efficient systems, equipment and activities in specific residential complexes or business centers in St. Petersburg built or under construction in accordance with GREEN ZOOM standards. The authors provided recommendations on the use of such systems and identified the cost of utility costs, operational savings in utility costs.

Key words: green building, rating system, GREEN ZOOM, energy-efficient systems, operational savings.

С каждым днем проблема энергоэффективности набирает обороты. Цены на электроэнергию растут, объем энергоресурсов уменьшается, технология зеленых стандартов находит все большее применение при проектировании и эксплуатации зданий и сооружений. В условиях мегаполиса экологичность является одним из важных критериев выбора жилья. В первую очередь это существенно для семей с маленькими детьми и людей старшего поколения, которые рационально относятся к ведению бюджету. По-

этому так важно уже на этапе проектирования подобрать экономически и экологически обоснованные системы энергосбережения. На сегодняшний день существует две основные мировые рейтинговые системы для энергоэффективных зданий, а именно: американского происхождения LEED и британского BREEAM. Данные системы внедрены и у нас, однако часть их условий не может быть реализована в России. Не так давно появился российский аналог таких систем – GREENZOOM, составленный полностью на русском языке, т.е. понятный абсолютно всем участникам строительного процесса, а уникальностью служит ориентированность на российский рынок с учетом действующих в сумме 87 санитарных норм и правил (далее СНиП) и строительных норм (далее СП), которые должны быть соблюдены в ходе проектирования и строительства, а также соответствие требованиям указов президента РФ при малозатратных практических рекомендациях.

GREEN ZOOM – это российский стандарт энергоэффективности, разработанный в 2014 году рабочей группой во главе с Комитетом по энергоэффективности и устойчивому развитию российской гильдии управляющих и девелоперов. В нем нашли отражения экологические стандарты систем LEED и BREEAM. Систему GREEN ZOOM поддерживает Агентство стратегических инициатив (АСИ), созданное президентом РФ для развития экономики страны и повышения качества жизни людей, стандарты LEED и BREEAM такой поддержки не имеют. Динамика развития рейтинговых энергоэффективных систем такова в России, что по GREEN ZOOM в России сертифицируется в среднем 7 объектов в год, в то время как по двум вместе взятым международным стандартам — всего 9. Официальная стоимость данной отечественной разработки в 5 раз ниже зарубежных.

Все «зеленые» системы содержат следующие разделы (рис.1):



Рис. 1. Разделы «зеленых» систем

1. Прилегающая территория
2. Водоэффективность
3. Энергоэффективность
4. Применяемые материалы

5. Качество внутренней среды
6. Инновации
7. Региональные особенности

В ходе сертификации по GREEN ZOOM проект проходит следующие разделы и получает баллы:

- Оценка земельного участка и выявление возможностей для повышения ЭВЭ
- Расположение застраиваемой территории и организация транспортного обеспечения
- Экологическая устойчивость застраиваемой территории
- Водоэффективность
- Энергоэффективность и снижение вредных выбросов в атмосферу
- Рациональный выбор строительных материалов и управление отходами
- Экология внутренней среды здания
- Инновации

По итогам сертификации в зависимости от набранных баллов проект получает один из сертификатов:

- Бронзовый от 35 баллов
- Серебряный от 45 баллов
- Золотой от 55 баллов
- Платиновый от 70 баллов

На сегодняшний день в России было сертифицировано 22 объекта (из них 30% объектов коммерческой недвижимости; 11 объектов располагается в Санкт-Петербурге), 7 объектов готовится пройти данную сертификацию.

Рассмотрим сертификацию строящихся и построенных объектов, расположенных в Санкт-Петербурге. Проведем анализ внедрения энергоэффективных систем, энергоэффективность, эксплуатационную экономию в год использования таких систем. Данные сведем в таблицы 1.1, 1.2, 2.

Таблица 1.1

Обзор энергоэффективных систем на примере ЖК (жилых комплексов)

Объект	ЖК «GreenCity»	ЖК «UltraCity»	ЖК «Триумф Парк»
Адрес	пр-т Александровской фермы, 8а	пересечение Комендантского пр. и Глухарской ул., уч. 305	пересечение Пулковского шоссе и Дунайского проспекта
Завершение строительства	1 этап - 2016 г. 2 этап - II кв. 2018 г.	1 этап - 2017 г. 2 этап - IV кв. 2020 г.	4 этап - IV квартал 2017 г. 5 этап - IV квартал 2019 г.

Застройщик	«Северный Город»		ООО «Петра-8»
Сертификат	золотой		золотой
Кол-во баллов	56	55	53
Основные энергоэффективные преимущества			
Система отопления			
Погодозависимый график подачи тепла. Терморегуляторы отопительного оборудования. Индивидуальные тепловые пункты с 30% запасом мощности на случай городских перебоев отопления			Терморегуляторы отопительного оборудования
Система автоматизации и освещения			
Возможность применения энергосберегающих светильников, датчиков управления светом в местах общего пользования			Системы автоматического управления освещением от сигнала фотодатчиков и датчиков присутствия. Энергоэффективные лампы в общественных зонах
Система водоснабжения			
4-ступенчатая система очистки воды (грубая и тонкая фильтрация, сорбционная очистка и ультрафиолетовое обеззараживание)			Эффективная водоразборная арматура
Система вентиляции			
Индивидуальные вентиляционные клапаны с фильтрацией воздуха			Вентилируемый фасад, для естественной вентиляции воздуха. Предотвращает также перегрев в квартирах летом и сохранение тепла зимой
Система ограждающих конструкций			
Многослойный, теплосберегающий фасад. Комплексное остекление балконов и лоджий. Витражное остекление балконов и лоджий, что создаёт достаточную естественную освещённость и способствует экономии электроэнергии			Витражное остекление балконов и лоджий, что создаёт достаточную естественную освещённость и способствует экономии электроэнергии
Снижение энергопотребления по сравнению с обычном домом, %	31.54	27.13	29.1
Коммунальные расходы, млн руб/год	42.46	55.11	27.37
Экономия на коммунальных расходах, млн руб/год	12.84	13.84	6.05
Экономия на коммунальных расходах, %	30.23	25.12	22.1

Таблица 1.2

Обзор энергоэффективных систем на примере ЖК

Объект	ЖК «Сокол»	ЖК «Scandi Klubb»
Адрес	ЛО, Всеволожский район, Муринское сельское поселение, земли САОЗТ «Ручьи», участок 35	Аптекарский пр-т, 18
Завершение строительства	IV квартал 2017 г.	1 этап - II квартал 2016 г. 2 этап - I кв. 2018 3 этап - I кв. 2019
Застройщик	«СтройТехИнвест25»	ООО «Бонава»
Общая площадь, $м^2$	21362	78000
Сертификат	бронзовый	платиновый (первый в России)
Кол-во баллов	41	70
Основные энергоэффективные преимущества		
Система отопления		
Нагревательные приборы систем отопления оборудованы автоматическими терморегуляторами		Система рекуперации тепла. Индивидуальная котельня с погодозависимым графиком подачи теплоносителя в систему отопления. Индивидуальная котельная
Система автоматизации		
Системы управления вентиляционным, отопительным оборудованием и освещением спроектированы в соответствии с требованиями международных экологических стандартов. Учет энергоресурсов осуществляется для всего здания по всем потребителям электроэнергии		Автоматизированные системы учёта воды и электричества
Система освещения		
Фасады здания с наибольшим остеклением жилых и офисных помещений ориентированы на наиболее солнечные стороны а фасады с лестнично-лифтовыми узлами, входными дверями на наименее солнечные стороны, что влияет на экономию затрат на отопление и электрическую энергию на освещение		Энергоэффективные наружные и осветительные приборы.
Система водоснабжения		
Осуществляется учет водопотребления (установлены счетчики)		Водосберегающее санитарно-техническое оборудование
Система вентиляции		
В приточных установках применен режим рециркуляции и рекуперации		Приточно-вытяжные установки с рекуперацией тепла
Система ограждающих конструкций		
Повышена теплозащита здания путем утепления наружных ограждающих конструкций (стен, покрытий). Используется энергосберегающее остекление (окна с 2-слойным остеклением)		Экологичные строительные и отдельные материалы

Снижение энергопотребления по сравнению с обычном домом, %	23.2	40.2
Коммунальные расходы, млн руб/год	25.4	7.07
Экономия на коммунальных расходах, млн руб/год	5.08	2.29
Экономия на коммунальных расходах, %	20	32.4

Таблица 2

Обзор энергоэффективных систем на примере БЦ

Объект	БЦ «Энергия»	БЦ "Eightedges"
Адрес	Зоологический переулок 2–4 Б	Малоохтинский пр-т, 45
Завершение строительства	Реконструкция окончание 2013 г.	Построен в 2014 г.
Управляющая компания	ООО «Клуб «Заречье»	ООО «Леорса эйджeнси»
Общая площадь, $м^2$	16714	21259
Сертификат	золотой	платиновый
Кол-во баллов	59	70 (63)
Основные энергоэффективные преимущества		
Система отопления		
Система отопления радиаторная с функцией терморегулирования. Выработка тепловой энергии осуществляется в собственной крышной газовой котельной, работающей на конденсационных котлах		
Система холодоснабжения		
Источником холода является парокомпрессионная холодильная машина. Для отвода тепловой энергии используются закрытые градирни. Режим фрикулинга, реализованный в схеме функционирования системы холодоснабжения, в зимний и переходный периоды года позволяет ассимилировать теплоизбытки в помещениях без участия холодильной машины, что экономит электроэнергию.		

Система автоматизации	
Комплексная система автоматизации предусматривает диспетчеризацию для управления системами вентиляции, кондиционирования, отопления и охлаждения в помещениях на основе контроллеров Conductorпогода с необходимым периферийным оборудованием: воздушными заслонками и водяными клапанами с термоэлектрическими приводами. У системы есть возможность отслеживать и анализировать динамику расхода энергоресурсов и вырабатывать меры по снижению энергозатрат.	Современная система автоматизации и диспетчеризации (EBI – Enterprise Building Integrator): Система позволяет интегрировать в общую информационную систему как инженерное оборудование всего здания, так и инженерные системы арендаторов бизнес-центра. Учет энергоресурсов производится для всего здания в целом, отдельно для каждого арендатора и для каждого мощного потребителя.
Система освещения	
Система освещения оснащена комплексом автоматического регулирования внутреннего освещения по датчикам движения и функцией диммирования по уровню естественной освещенности с использованием LED-светильников	Энергоэффективные светильники, снижающие электропотребление и нагрузку на систему кондиционирования. Автоматическое управление освещением от сигнала фотодатчиков, датчиков присутствия.
Система водоснабжения	
Применяется эффективная водоразборная арматура с экономичным потреблением воды и эффективная система очистки воды	Экономия водопотребления: тепло вытяжного воздуха из «грязных» зон и помещений в зимнее время используется для плавления снега на кровле, что позволяет максимально эффективно и экономично расходовать подводимую к зданию тепловую энергию. Перевод дождевой и талой воды на полив территории и мытье паркинга. Применяется эффективная водоразборная арматура
Система вентиляции	
Система вентиляции реализована с помощью приточновытяжных установок Swegon, включающих в себя роторные рекуператоры с эффективностью рекуперации до 85 %, а также увлажнители воздуха и дополнительные фреоновые охладители. Расход приточного воздуха регулируется по датчикам концентрации CO2 в диапазоне 80–100 % .	Системы вентиляции с утилизацией тепла выбросного воздуха. Автоматическое регулирование расхода вентиляционного воздуха в зоне автостоянки в зависимости от интенсивности движения.
Прочее	
	Высокоэффективное остекление: двойные стеклопакеты с солнцезащитным покрытием снижают потребность здания в энергоресурсах в течение всего года. Сопротивление теплопередаче фасада более чем на 70% превышает требования российских стандартов для зданий с высоким коэффициентом остекленности.

		Система BMS (BuildingManagementSystem) – позволяет не только настроить энергопотребление по каждому из энергоресурсов, но и вести их раздельный учет по каждому из арендаторов и также по каждому крупному потребителю, включая лифты и вентиляционные машины
Снижение энергопотребления по сравнению с обычном домом, %	55.79	36.2
Коммунальные расходы, млн руб/год	6.15	12.43
Экономия на коммунальных расходах, млн руб/год	1.57	3.73
Экономия на коммунальных расходах, %	25.54	30

Рассмотрим БЦ «Энергия» с точки зрения окупаемости. В результате примененных решений энергоэффективность объекта составила почти 56%, а годовые эксплуатационные затраты были сокращены по сравнению с первоначальным проектом на 1,5 млн руб. Показательно, что стоимость всех вышеперечисленных решений обошлась всего лишь в 380 тыс. руб. при общем объеме инвестиций в 43 млн руб. В итоге сроки окупаемости всех энергоэффективных решений на объекте не превысят и полугода (0,4 года).

Сегодня застройщики не готовы нести дополнительные затраты на повышение энергоэффективности жилых домов. Снижением вредных выбросов в атмосферу, экономией ресурсов и использованием возобновляемых источников энергии клиентов привлечь довольно сложно. Поэтому при строительстве эти статьи расходов нередко урезают.

Однако, несмотря на это, зеленые стандарты позволяют существенно экономить. Так, например, стоимость светодиодного освещения снижается из года в год. И сейчас оборудование жилого дома «умным освещением» - экономичными LED-лампами помогает снизить коммунальные расходы и обеспечить окупаемость всего в один год.

Помимо электроэнергии, экономить можно и на воде. Установка регуляторов давления позволяет снизить расход на 15-25%. Причем отражается эта экономия не только на счетах за коммунальные услуги для жителей, но и на затратах девелопера при проектировании и подключении к сетям. К примеру, в одном из сертифицированных по GREEN ZOOM жилом доме с помощью проектных решений водопотребление удалось снизить на

четверть, что привело к снижению затрат на подключение к сетям на 6,5 млн рублей.

Многослойный теплосберегающий фасад позволяет сократить теплопотери в домах на 24%. Комплексное остекление балконов и лоджий – на 26%. Установка датчиков управления светом и энергосберегающих светильников в местах общего пользования – это еще 13% экономии энергии. Добавляем инновации в системе отопления (температурные датчики для каждого ИТП, счетчики учета тепла, радиаторы с возможностью установки терморегулирующих головок и т.д.) – и сокращаем энергопотери еще на столько же. Для конечного потребителя все эти цифры превращаются в весомую денежную экономию на коммунальных платежах.

Выводы:

1. Применение энергоэффективных решений с целью снижения энергоемкости объекта позволяет экономить на мощности (соответственно, стоимости строительства) индивидуального теплового пункта, а также сократить диаметр сетей теплоснабжения. Трубы меньшего диаметра обойдутся дешевле. Одновременно снизятся и затраты на присоединение к городским сетям. Для жилого дома площадью 20 тыс. $м^2$ экономия может составить до 15 млн рублей, а если говорить о масштабных проектах, то это будут уже сотни миллионов рублей сэкономленных инвестиций.

2. Кроме того, «зеленое» строительство позволяет экономить на последующей эксплуатации зданий. По данным GREEN ZOOM, экономия может составить 27%. Результат мониторинга 20 сертифицированных объектов показал годовую экономию в размере 128 млн рублей.

3. В пересчете на стоимость жизненного цикла энергоэффективные дома на 15-20% дороже в строительстве, но на 60-70% дешевле в эксплуатации. Используя стандарты технологии GREEN ZOOM можно уверенно сказать: инвестиции сегодня – это экономия завтра.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. GREEN ZOOM. Практические рекомендации по снижению энергоемкости и повышению экологичности эксплуатируемых объектов-гражданского и промышленного строительства. 2017.

2. Российская гильдия управляющих и девелоперов [Электронный ресурс]//http://www.gud-estate.ru/novosti/severnyy-gorod-poluchil-zolotye-sertifikaty-green-zoom/, дата обращения: 09.11.2017

3. Носков А.С. Энергоэффективность и экономическая целесообрзность применения систем искусственного климата на базе вихревой трубы/ А.С. Носков, А.В. Хаит, А.П. Бутымова, С.Ю. Плешков, А.В. Ловцов// Инженерно-строительный журнал.2011. №1. С. 17-23.

4. Пакуть М.В. Энергомоделирование: Метод повышения оценки качества зданий (на примере GREEN ZOOM)/ М.В.Пакуть// Синергия Наук. 2017. № 12. С. 857-863.

5. Бурцева В.С. Green Zoom – российкий инструмент повышения энергоэффективности зданий/ В.С. Бурцева// Сантехника, Отопление, Кондиционирование - М.:Москва, 2015. №11. С. 92-95.

6. Бурцева В.С. Особенности энергомоделирования БЦ «Энергия».Сертификация по GREEN ZOOM/ В.С. Бурцева, А.Сивачёв, А.Бородин// Здания высоких технологий.- М.:Москва, 2016. Том 4. №4. С. 28-43.

7. Интервью 11/10/2017, Подготовили Сергей Кондраков, Татьяна Карабут. Вера Бурцева, Green Zoom: «Было бы странно брать для программы реновации зарубежный стандарт» [Электронный ресурс]// http://www.radidomapro.ru/ryedktzij/green/green/vera-burtzeva-green-zoom--bylo-by-stranno-bratig--59584.php, дата обращения: 15.11.2017.

8. Совет по экологическому строительству – GREEN ZOOM [Электронный ресурс]//http://www.rugbc.org/ru/katalog-sertifitsirovannyh-zdaniy/green-zoom, дата обращения: 15.11.2017.

9. Самые энергоэффективные коммерческие объекты по версии GREEN ZOOM [Электронный ресурс]//http://www.gud-estate.ru/novosti/samye-energoeffektivnye-kommercheskie-obekty-po-versii-green-zoom/, дата обращения: 09.11.2017.

10. Экология по-питерски: есть чем гордиться [Электронный ресурс]//http://m.fontanka.ru/2016/10/27/087/, дата обращения: 10.11.2017.

11. Энергоэффективность: перспективы, мифы и предубеждения [Электронный ресурс]// https://stroi.mos.ru/builder_science/enierghoeffiektivnost-pierspiektivy-mify-i-priedubiezhdieniia, дата обращения: 10.11.2017.

12. В РФ не более 30 жилых домов сертифицрованы по экологическим стандартам GREEN ZOOM [Электронный ресурс]// http://vsenovostroyki.ru/articles/11737/, дата обращения: 09.11.2017.

УДК 69.07

А. А. Пономаренко, А. А. Крупина
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Россия, Санкт-Петербург
Ponomarenko A. , Krupina A.
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, ,Russia

РАЗВИТИЕ ФАХВЕРКОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В РОССИИ
HALF-TIMBERING DEVELOPMENT IN RUSSIA

Аннотация. На сегодняшний день фахверковое строительство популярно во многих странах. Несмотря на свои достоинства, в России данный тип строительной конструкции остается нераспространенным. В связи с этим целью статьи является выявление причин существующей тенденции, а также

нахождение возможных путей решения для расширения строительства такого типа построек. В ходе работы выявлено несколько основных причин, препятствующих распространению фахверка: существование конкуренции с постройками другого типа, высокая стоимость как создания проекта, так и непосредственно возведения конструкции, отстраненность России от стран, где зародилось фахверковое строительство, на момент их появления и распространения. В статье приведены сравнения данного типа конструкции от других, распространенных в России, методики, позволяющие расширить фахверковое строительство, а также обоснования, почему это необходимо.

Ключевые слова: фахверк, сооружение, строительство, каркас.

Abstract. Half-timbering is popular building method today. Despite its many benefits, fachwerk expansion is low in Russia. Due to this tendency the article is dedicated to to the issues of present-day situation.

The paper focused on different building types comparison, description of extension methods and explanation of half-timbering advantages.

Key words: half-timbering, structure, building, timber-framing, fachwerk.

1. Введение

Основная тема исследования – фахверковое строительство. Фахверк – это особый тип строительной конструкции, несущей основой которого служит особенная система из наклонных под различным углом балок. Балки в фахверке остаются видны с наружной стороны дома и придают зданию характерный облик. Несущий каркас фахверковых домов состоит из стоек - вертикальных элементов, непосредственно балок - горизонтальных элементов и раскосов - диагональных элементов. Раскосы придают жёсткость и прочность каркасам фахверковых домов.

Фахверк появился в XV веке в Германии и в дальнейшем стал очень популярным по всей Европе, особенно в северной части (от Британии до Польши). В Германии, например, город Кведлинбург целиком состоит из такого типа построек. Благодаря этому город является одной из самых известных достопримечательностей Германии.

Благодаря таким преимуществам как энергоэффективность и экологичность, отсутствие усадки, свобода архитектурной планировки фахверковое строительство даже сейчас продолжает свое существование во многих уголках мира, а в Европе и дальше становится все более и более популярным.

Несмотря на свои плюсы, нельзя сказать, что в России фахверковое строительство распространено, поэтому основная цель работы заключена в том, чтобы показать, почему происходит именно так. Рассмотрев нынешнюю ситуацию, необходимо изучить возможные варианты дальнейшего развития фахверка в России и показать, как добиться наилучшего расклада, а именно раскрытия полного потенциала данного стиля.

Ожидается, что в ходе работы будут выявлены две основные проблемы: высокая стоимость как проекта, так и самого возведения, а также неподходящий климат для строительства фахверковых домов. Вероятно,

что эти проблемы станут основными аспектами, которые помогут определить дальнейшее развитие строительного типа.

Нельзя также не отметить актуальность данной проблемы. Дело в том, что в современном мире очень необходим такой тип строительной конструкции, которой выдержит на себе самые разные задумки в области дизайна. Фахверк – это тот стиль, который может дать свободу архитектурной планировки, свободу выбора материалов и техник.

Таким образом, фахверк имеет и преимущества, и недостатки, поэтому необходимо понять, как усилить его преимущества, и как устранить недостатки для того, чтобы показать весь его потенциал.

2. Обзор литературы

Исследование разных аспектов фахверкового строительства не остался без внимания многих исследователей.

В наши дни изучением фахверка занимались Баскаева Н., Гавриков Д.С., Мейер Ганс-Рудольф, Родионовская И.С., Алферов А.В., Дидевич А. и другие.

Один из аспектов изучения фахверка – исторический, его исследованием занимались Баскаева Н., R.Dhonju [1],[2].

Другой, не менее важный аспект – направления фахверкового строительства. Гавриков Д.С., Алферов А.В. рассказывают об основных интерпретациях фахверкового строительства [3],[4].

О фахверке в настоящем времени рассказывают Мейер Ганс-Рудольф, Родионовская И.С. [5].

Большое место в исследованиях занимают статьи о преимуществах фахверкового строительства: Гавриков Д.С., Jan Van den Bulcke, Joris и другие исследователи [6-8], [9].

Про будущее фахверка статьи написаны Гавриковым Д. С., Дидевичем А. [3], [10].

Однако, несмотря на большой объем исследований по данной теме, до сих пор отсутствуют работы, содержащие объективную оценку, почему фахверк, несмотря на его широкие адаптивные способности, остается не очень популярным в России, а также как с этим бороться.

3. Сравнение строительных конструкций

Сравним распространенные в России строительные конструкции с фахверковой.

Панельное строительство

К достоинствам панельной конструкции можно отнести возможность очень быстрого строительства и равномерную усадку. К недостаткам сейсмическую неустойчивость, плохую звукоизоляцию и обязательное условие создания хорошей герметизации швов между панелями.

Монолитное строительство

Монолитное строительство отличается также возможностью очень быстрого строительства, отсутствием усадки и высокопрочностью. С дру-

гой стороны, при данном тип характеризуется большой затратностью ресурсов, сложностью возведения, необходимостью применения специальной техники.

Блочное строительство

Положительные стороны блочного строительства – это низкая стоимость, экологичность материалов и хорошая звукоизоляция. Но при блочном строительстве существуют определенные сложности: необходимость использования особых клеевых растворов, армирования блоков.

Фахверковое строительство

Фахверковое строительство отличается широким спектром преимуществ: энергоэффективность, экологичность, отсутствие усадки, широкие адаптативные возможности, впечатляющий внешний вид, необыкновенная красота построек, возможность сочетания разных стилей. К недостаткам можно отнести высокую стоимость проекта и содержания дома, острая необходимость соблюдения мер пожарной безопасности.

4. Пути распространения фахверка

Для распространения фахверка необходимо найти пути устранения недостатков данного типа конструкции конкретно для России.

Один из недостатков – это высокая стоимость. Однако этот недостаток оправдывает себя долговечностью фахверковых построек, на сегодняшний день есть возможность реконструировать очень старые здания, можно применять перепланировку. Также можно использовать имитационные материалы, что уменьшит стоимость возведения. [10-13]

Другой недостаток заключается в требовании больших затрат энергии при объемном использовании сплошного остекления. В этом случае уместно использование электрических отопительных приборов.

Также к недостаткам относят то, что фахверк не подходит под российские климатические условия, но это скорее миф, чем недостаток. Существование новых строительных материалов и технологий позволяют избежать этого. [13-16]

5. Заключение

Обзор и анализ представленной литературы позволяет сделать следующие выводы:

1. Огромное количество преимуществ фахверковой архитектуры позволяют переживать стилю новый период расцвета. Несмотря на то, что велика конкуренция с другими строительными конструкциями, данный тип конструкций является очень востребованным.

2. Распространения стиля можно добиться внедрением разнообразных материалов, технологий, которые уже сумели вывести фахверковое строительство на высокий уровень [17-19]. Все новые подходы в строительстве могут быть применены и расширены именно на данном типе конструкции.

3. Применение фахверков позволяет больше экспериментировать с архитектурным обликом зданий. Фахверковое строительство имеет большое значение в этом направлении [20] Нынешняя тенденция к желанию обладать домом с совершенно особенным дизайном позволяет говорить о возможности очень широкого распространения фахверка.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баскаева Н. Фахверк: технология с 700 летней историей // Деревообрабатывающая промышленность. 2012. №4. С. 53-55.

2. R.Dhonju, B.D'Amico, A.Kermani, J.Porteous, B.Zhang. Parametric Evaluation of Racking Performance of Platform Timber Framed Walls // Structures. 2017. Volume 12. P.75-87.

3. Гавриков Д.С. Новейший российский фахверк: технологическое дерзновение и архитектурный традиционализм // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2014. №5 (184) С.52-55.

4. Алферов А.В. Фахверковый дом // Новые технологии в инженерии. 2014. С.43-47.

5. Мейер Ганс-Рудольф, Родионовская И.С.,. Фахверк в прошлом? Или к вопросу о сохранении архитектурного наследия и его адаптации в современном зодчестве // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2012. №3 (158). С.42-44

6. Гавриков Д.С. Экологические аспекты фахверковой архитектуры // Архитектон: известия ВУЗов. 2013. №41. С.6.

7. Гавриков Д.С. Экологические преимущества фахверковой техники строительства // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2013. №3 (170). С.38-41.

8. Michiel Vanpachtenbeke, Jelle Langmans, Jan Van den Bulcke, Joris Van Acker, Staf Roels Hygrothermal behaviour of timber frame walls finished with a brick veneer cladding // Energy Procedia. 2017 Volume 132. P.363-368.

9. Özgür Anil, Abdullah Togay, Ümmü Karagöz Işleyen, Cevdet Söğütlü, Nihat Döngel Hysteretic behavior of timber framed shear wall with openings // Construction and Building Materials. 2016. Volume 116. P.203-215.

10. Дидевич А. «Умный» фахверк // Кровельные и изоляционные материалы. 2013.№6. С. 16-17.

11. Гавриков Д.С. Фахверк в будущем // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2015. №5-6. С. 51-53.

12. Гавриков Д.С. Направления фахверкового зодчества // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2013. №11 (178). С.54-55.

13. Кухта А.В. Эстетические особенности фахверка: парадоксы и параллели // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2013. №9 (176). С.42-45.

14. Qinian Hu, Bart Dewancker, Tao Zhang, Tanaphoom Wongbumru Consumer Attitudes Towards Timber Frame Houses in China // Procedia - Social and Behavioral Sciences. 2016. Volume 216. P.841-849.

15. Katja Vogrinec, Miroslav Premrov, Erika Kozem Šilih Simplified modelling of timber-framed walls under lateral loads // Engineering Structures. 2016. Volume 111. P.275-584.

16. Elisa Poletti, Graça Vasconcelos, Jorge M.Branco, Aikaterini M. Koukouviki Performance evaluation of traditional timber joints under cyclic loading and their influence on the seismic response of timber frame structures // Construction and Building Materials. 2016. Volume 127. P.321-334.

17. F.Wanninger, A.Frangi Experimental and analytical analysis of a post-tensioned timber frame under horizontal loads // Engineering Structures. 2016. Volume 113. P.16-25.

18. Federica Germano, Giovanni Metelli, Ezio Giuriani Experimental results on the role of sheathing-to-frame and base connections of a European timber framed shear wall // Construction and Building Materials. 2015. Volume 80. P.315-328.

19. Katja Pintarič, Miroslav Premrov Mathematical modelling of timber-framed walls using fictive diagonal elements // Applied Mathematical Modelling. 2013. Volume 37. P.16-17.

20. Thomas Reynolds, Daniele Casagrande, Roberto Tomasi Comparison of multi-storey cross-laminated timber and timber frame buildings by in situ modal analysis // Construction and Building Materials. 2016. Volume 102. P.1009-1016.

УДК 72.025.5[719:72](470:23-25)

У. В. Попова, П. В. Яциневич
ФГАОУ ВО «СПбПУ», Санкт-Петербург, Россия
Popova U.V., Iatsinevich P.V.
FSAEI HL «SPbPU», Saint-Petersburg, Russia

НОВЫЕ ФУНКЦИИ ПАМЯТНИКОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ КАК РЕЗУЛЬТАТ РЕНОВАЦИИ
NEW FUNCTIONS OF OBJECTS OF CULTURAL HERITAGE AS A RESULT OF RENOVATION.

Аннотация. Статья посвящена проблеме редевелопмента территорий, включающих памятники культурного наследия. Авторами определены основные проблемы, проведен анализ российского и мирового опыта реновации промышленных объектов. На основе анализа предложены различные с функциональной точки зрения варианты адаптации памятников промышленной архитектуры к современным условиям.

Ключевые слова: строительство, реновация, промышленные территории, объекты культурного наследия.

Abstract. This article is devoted to redevelopment issue of areas having cultural heritage monuments. The main problems were revealed and the world experience of industrial facilities renovation was analyzed. Based on this analysis the various options in functional terms of adopting monuments of industrial architecture to current conditions were proposed.

Key words: construction, renovation, industrial area, objects of cultural heritage.

Санкт-Петербург – уникальный город, ежегодно привлекающий огромные туристические потоки. В центре города живет история, запечатленная в скульптурах, монументах и памятниках архитектуры. К последним относятся не только храмы, музеи и галереи, но и памятники промышленной архитектуры.

Около 43% территорий исторического центра Санкт-Петербурга занято промышленными территориями, образуя, так называемый, «Серый пояс». Большинство их них давно не используется по назначению и находятся в неудовлетворительном техническом состоянии. Именно поэтому проблема редевелопмента данных территорий стоит сегодня особенно остро. Необходимо привлечение значительных инвестиций, однако, с этим возникают проблемы. Многие объекты «Серого пояса» включены в список объектов культурного наследия и относятся к памятникам архитектуры, что влечет за собой большое количество ограничений для собственника. Такие объекты нельзя сносить, необходимо поддерживать неизменность облика памятника и организовывать свободный доступ к нему для всех желающих. Для объектов культурного наследия оптимальная перспектива – реновация.

Реновация – это способ обновления промышленных территорий, при котором проводится реконструкция и сохранение существующих объектов. После реконструкции возможно изменение функционального назначения объекта или сохранение исходной промышленной функции при полном обновлении оборудования.

«В большинстве европейских стран государство активно поддерживает инвесторов, реновирующих старые промзоны. Им предоставляются налоговые льготы, специальные государственные кредиты. К сожалению, в нашей стране такая политика практически отсутствует» [1]. Так, архитектурные памятники становятся «мертвым грузом», потому что у города недостаточно средств для их реставрации, а инвесторы предпочитают вкладывать деньги в данные территории только с целью сноса и застройки жилыми и коммерческими объектами.

Несмотря на это, реновация промышленных зон является экономически целесообразной и общественно полезной. Она позволяет снизить нагрузку на транспортные сети, улучшить экологическую обстановку, способствует развитию благоприятной городской среды [2] и позволяет сохранить и улучшить архитектурный облик города. Основываясь на анализе исследований по данной теме [1-6], можно выделить следующие пути использования данных объектов с функциональной точки зрения, подходящие для памятников архитектуры:

1. *Сохранение промышленной функции объектов*

Данный путь предполагает использование промышленных комплексов по их прямому назначению, в том случае, если производство не несет существенного вреда для экологии и является актуальным, либо перепрофилирование и использование для выпуска другой продукции. Для памятников промышленной архитектуры данный путь является особенно актуальным, потому что позволяет не только сохранить исторический облик объекта, но и использовать его производственные мощности для получения прибыли.

Примерами использования памятников архитектуры по назначению является фабрика Абрикосовых в Москве, принадлежащая сегодня Бабаевскому кондитерскому комбинату, и кондитерская фабрика «Ударница» на бывшем Шабаловском пивоваренном заводе. [7]

2. *Музейная функция*

Промышленные объекты Санкт-Петербурга имеют богатую историю и могут быть использованы для создания музеев на их основе. Данный путь может быть использован для небольших объектов.

Примером использования пространства промышленных зданий для музейной функции является галерея Тэйт Модерн в Лондоне (фото 1, 2).



Фото 1.



Фото 2.

Музей открыт в 2000 году в помещении бывшей электростанции Bankside Power Station [8]. Здание полностью сохранило первоначальный облик снаружи, внутри были сохранены все основные помещения и элементы. Сегодня там, где раньше размещались генераторы, выставляются масштабные проекты современного искусства, в бывших нефтяных баках

проходят временные выставки. В 2014 году галерея вошла в десятку самых посещаемых музеев мира. [8]

В Санкт-Петербурге, в здании Смольнинского хлебозавода было создано выставочное пространство «Этажи» (фото 3, 4). Сегодня это самый известный лофт-проект на территории города, стабильно привлекающий посетителей интересными временными выставками. В ходе реконструкции зданию придали современный вид с помощью декоративных вывесок и элементов, оставив при этом многие оригинальные элементы нетронутыми.



Фото 3.



Фото 4.

3. Жилая и смешанная функция

Организация жилых зон на территории бывших промышленных объектов возможна и без сноса существующих зданий. Сегодня в России все больше набирают популярность квартиры и апартаменты в стиле лофт – индустриальные помещения с большими панорамными окнами, высокими потолками и полным отсутствием внутренних стен и перегородок. В Москве по данному пути пошли девелоперы, выкупившие территорию Даниловской мануфактуры. Сегодня в корпусах бывшей ткацкой мануфактуры расположились квартиры бизнес-класса с потолками, высотой до 6 м, наряду с офисными помещениями, бизнес-центрами и отелем. [9]

В конце года сдаются апартаменты в жилом комплексе «Большевик», расположенном на территории бывшей одноименной кондитерской фабрики. На территории реконструированной фабрики также появился музей Русского импрессионизма, культурно-деловой центр. Кроме того, был сохранен магазин «Большевик» на его историческом месте [10]. Такой проект является отличным примером того, как можно сохранить дух и историю объекта и извлечь при этом из него прибыль.

4. Офисная функция

Бизнес-центр «Ткачи» (фото 5, 6), как пример реновации объекта культурного наследия в Санкт-Петербурге, в 2013 года в рамках Ежегодного городского смотра-конкурса на лучшее комплексное благоустройство территорий районов Санкт-Петербурга» победил в номинации «Самый благоустроенный объект культурного наследия (памятник истории и культуры)» [11].



Фото 5.

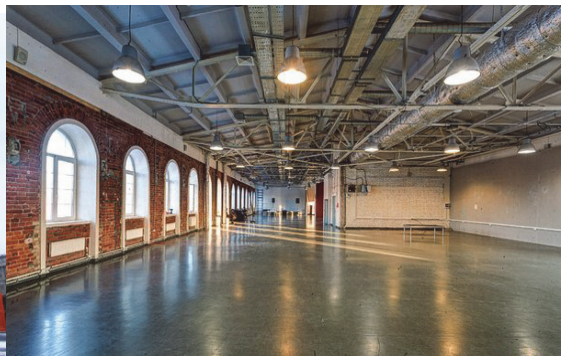


Фото 6.

В отреставрированном здании сегодня располагаются офисные помещения, магазины, а последний этаж отведен под выставочное пространство.

5.Культурно-развлекательная функция

Недавно в Санкт-Петербурге открыт «Планетарий №1» – планетарий с самым большим в мире куполом [12]. Он располагается в здании бывшего газгольдера, которое было заброшено в течение 120 лет и признано объектом архитектурного наследия только в 2001 году. Благодаря архитектуре и акустике, оно стало идеальным местом для планетария. В 2018 году в нем будет открыт «Менделеев парк», включающий обсерваторию и лектории (фото 7, 8).



Фото 7.



Фото 8.

Таким образом, примеров успешной реновации промышленных объектов и, в частности, объектов культурного наследия на сегодняшний день существует достаточно много. Рассмотренные варианты функционального изменения объектов подходят как для отдельных промышленных объектов, так и для крупных промышленных районов. Каждое промышленное здание уникально, и для определения оптимального варианта его реновации необходимо исходить из перечня определенных характеристик, включающих местоположение, объемно-планировочные решения, исторические особенности объекта и многие другие факторы.

Учитывая туристический поток Санкт-Петербурга, особенно в его центре, можно сказать, что реновация промышленных объектов – одна из первостепенных задач города. Упрощение процессов согласования изменений и субсидирование подобных проектов городскими властями может повысить инвестиционную привлекательность данных объектов и ускорить процесс реновирования «Серого пояса» Санкт-Петербурга.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Усольцева М.С., Волкова Ю.В. Реновация промышленных зон в Санкт-Петербурге/ Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 2 (29). С. 98-111.

2. Старкова Н. В., Грин И. Ю. Эффективные методы комплексного подхода к реновации промышленных территорий/ Современные тенденции и проблемы развития и реконструкции в архитектуре и градостроительстве. С. 230-234.

3. Береза А. Н. Реновация промышленных территорий/ Актуальные проблемы международных отношений в условиях формирования мультиполярного мира Сборник научных статей III Международной научно-практической конференции/ - М. 2015. С. 12-17.

4. Бакало Е. А. Принципы реновации промышленных территорий /Градостроительство и территориальное планирование: Науч.-техн. сборник – К., КНУБА, 2013. – Вып. 50. – С. 33-38.

5. Гайдук А.Р Реновация промышленных объектов и адаптация индустриальных зон городов к современным условиям (на примере г. Казань)/ Известия Казанского ГАСУ. 2016. № 4 (38). С. 83-88.

6. Дрожжин Р. А. Реновация промышленных территорий/ Вестник Сибирского государственного индустриального университета № 1 (11), 2015. С. 84-86.

7. Москва 24 [Электронный ресурс]: «Заводы стоят того: как реконструируют промышленные здания»/ Режим доступа: https://www.m24.ru/articles/rekonstrukciya/11012016/93606 (дата обращения 20.11.2017)

8. Википедия [Электронный ресурс]: «Современная галерея Тейт»/ Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Современная_галерея_Тейт (дата обращения 18.11.2017)

9. msk.novostroy-gid.ru [Электронный ресурс]: «Даниловская мануфактура»/ Режим доступа: http://msk.novostroy-gid.ru/novostroyka/ZhK__Danilovskaya_manufaktura_/?utm_source=Google&utm_medium=cpc&utm_campaign=MSK_GK&gclid=EAIaIQobChMInO3phtzS1wIVzsqyCh2m7wtrEAAYASAAEgJJe_D_BwE (дата обращения 20.11.2017)

10. mos.ru [Электронный ресурс]: Мармелад из яблок, какао и конфеты сафо: история кондитерской фабрики «Большевик»/ Режим доступа: https://www.mos.ru/news/item/24138073/ (дата обращения 20.11.2017)

11. Art1. Visual daily [Электронный ресурс]: «Пространство. «Ткачи»»/ Режим доступа: https://art1.ru/2014/01/21/prostranstvo-tkachi-30053 (дата обращения 20.11.2017)

12. Командир [Электронный ресурс]: «В Питере открыли самый большой в мире планетарий»/ Режим доступа: http://comandir.com/2017/11/20/248361-v-pitere-otkryli-samyj-bolshoj-v-mire-planetarij.html

13. Симанкина Т.Л., Попова О.Н. Квалиметрическая экспертиза при оценке состояния застройки урбанизированной территории. Строительство уникальных зданий и сооружений. 2013. № 7 (12). С. 71-78.

14. T. Simankina, N. Braila, S. Kanyukova Reclamation Trend of Underground Construction Original Research Article Procedia Engineering 2016 Volume 165, p. 1757-1765

15. Информационные методы оценки недвижимости: учебник для студ. учреждений высш. образования / С.А. Болотин, Н.В. Брайла, Т.Л. Симанкина. – М.: Издательский центр «Академия», Москва, 2014. – 208 с. ISBN 978-5-4468-0572-3

УДК 624.012.45

С. О. Постанен, А. Ю. Постанен
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
ФГАОУ ВО «СПбПУ»
Postanen S.O., Postanen A.Y.
Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, SPbPU

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ПЛИТЫ ПЕРЕКРЫТИЯ В ПК ЛИРА
COMPARISON OF METHODS OF MODELING A COMPOSITE SLAB IN PC LIRA

Аннотация. Дан обзор истории развития сталежелезобетонных конструкций. Проанализированы основные преимущества и недостатки применения сталежелезобетонных конструкций в современном строительстве. Приведены особенности конструирования сталежелезобетонных перекрытий по профилированному стальному настилу. Приведены результаты анализа методов моделирования сталежелезобетонной монолитной плиты в программном комплексе ЛИРА-САПР, путем сравнения их с результатами натурных испытаний.

Ключевые слова: сталежелезобетонные конструкции, монолитная железобетонная плита, профилированный настил, несъемная опалубка, СПН.

Abstract. This article presents the history of the evolution of Composite Steel-Concrete Structural elements. The principal advantages and disadvantages of using a Composite Steel-Concrete Structural element were analyzed. The design features of such constructions were described. Methods of creating a model of Composite Steel-Concrete Structural element in PC Lira were examined. This methods were compare with experiment results.

Key words: Composite Steel-Concrete Structural elements, cast-in-situ reinforced concrete slab, profiled decking, permanent formwork

Общие данные

Одним из материалов, эффективно совмещающим в себе положительные свойства стали и бетона, является сталежелезобетон.

Сталежелезобетонные конструкции появились позже, чем стальные, и раньше, чем железобетонные. Еще в XIX веке строителями было замечено, что железные балки, покрытые бетонной смесью, с целью повышения огнестойкости, имели повышенную несущую способность и жесткость. Экспериментально это подтвердилось в 1923 году, в Англии.

В 1929 году в Англии впервые было высказано мнение о целесообразности использования специальных соединительных деталей для обеспечения совместной работы стали и железобетона.

В 1939-40 годах, в Швейцарии была разработана конструкция двутавровой балки, объединенной с железобетонной плитой, при помощи приваренной к верхней полке спирали. Такая конструкция была названа балкой системы «Альфа».

В годы Второй мировой войны и послевоенные годы, для объединения стальной и железобетонной составляющей применялись гибкие упоры, в виде отрезков двутавров и швеллеров.

Во-второй половине 50-х годов в США началось применения гибких цилиндрических упоров с головками, привариваемыми к верхнему поясу балок специальными сварочными пистолетами. Такие конструкции широко применяются и сегодня в таких странах, как Великобритания, Франция, Чехия и др.

Монолитные перекрытия по стальному профилированному настилу (СПН) являются одной из разновидностей сталежелезобетона. В последнее время они получили широкое применение в экономически развитых странах мира.

Стальной профилированный настил [1], уложенный по стальным балкам, и прикрепленный к ним, является опалубкой для укладываемой в плиту бетонной смеси, а после набора прочности бетона, включается в работу в качестве нижней внешней арматуры.

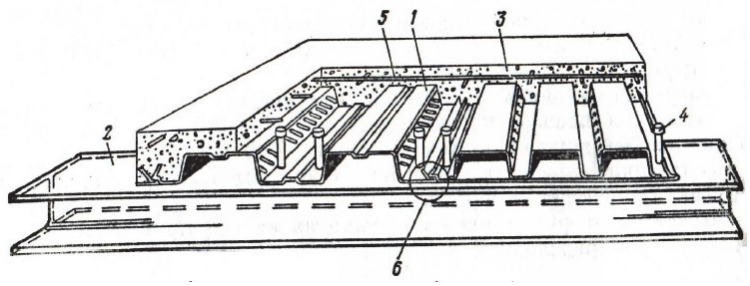


Рис. 1. Монолитная железобетонная плита, армированная профилированным настилом:
1 – стальной профилированный настил с рифленой боковой поверхностью;
2 – элемент балочной клетки; 3 – монолитный бетон перекрытия;
4 – стержневой анкер; 5 – сетка противоусадочного армирования;
6 – соединение гофрированных профилей между собой

По сравнению с традиционными сборными или монолитными перекрытиями из железобетона такая конструкция имеет следующие преимущества:

- снижение общей массы перекрытий;
- уменьшение строительной высоты перекрытий;
- сокращение трудозатрат опалубочных и арматурных работ;
- снижение металлоёмкости балок каркаса, за счет их совместной работы плитой;
- уменьшение расхода бетона;
- сокращение общих сроков строительства;
- повышение безопасности труда;
- легкость утилизации, реконструкции и расширения;
- возможность разводки коммуникаций в створе конструкции.

Все эти преимущества достигаются при правильном расчете и применении рационального сечения плиты.

Для применения СПН в качестве внешней рабочей арматуры плиты на стадии эксплуатации, необходимо обеспечить ее сцепление и совместную работу с бетоном следующими способами:

- при прокате профиля настила необходимо выполнить регулярную выштамповку (рифы) в виде вмятин или выпуклостей, глубиной 3-5мм;
- требуется установить анкерные упоры на опорах плиты, как правило, они представлены в виде вертикальных стержней, так называемые стад-болты, которые приваривают к стальным опорным балкам каркаса через профилированный настил.

Стад-болты представляют собой комбинированные стержни диаметром до 25 мм из стали с пределом текучести не менее 350МПа.

Не смотря на преимущества таких конструкций, отсутствие опыта их проектирования является сдерживающим фактором их широкого распространения в России.

Автоматизация проектирования строительных конструкций является очень актуальным вопросом, в том числе и для конструкций из сталежелезобетона. Применение современных САПР значительно упрощает работу проектировщика, а также сокращает сроки и затраты на проектирование.

Одним из наиболее распространенных программных комплексов для расчета строительных конструкций в России является ПК Лира-САПР.

Описания исследования

В ходе работы в ПК Лира-САПР 2013 двумя способами была смоделирована сталежелезобетонная плита по стальному профилированному настилу.

В качестве исходных данных для моделирования плиты по СПН были приняты данные натурных испытаний плиты, проведенных научным сотрудником Национального транспортного университета Киева, Ковалем М.П., изложенные в статье: «Испытания монолитных железобетонных плит, армированных стальным профилированным настилом Т57 с приварными пролетными анкерами» [2].

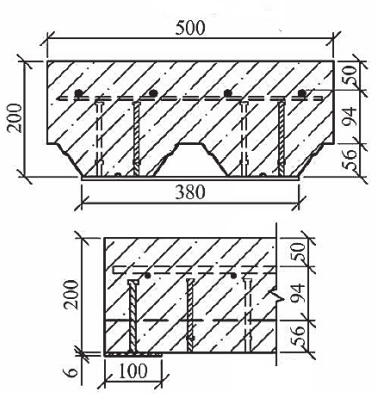


Рис. 2. Сечения испытываемых образцов

Образец имеет следующие размеры: длина - 1,5 м, высота - 0,2 м, ширина - 0,5 м. Изготовлен из тяжелого бетона класса В50. Армирование: арматурная сетка 4Ø12А500С–130/10Ø8А500С–150 1,47×0,46 м, расположенная в верхней зоне образца, с защитным слоем 5 см. При проведении опыта применен стальной профилированный настил Т57 компании «Прушинськи». Совместная работа настила с бетоном обеспечена приварными стад-болтами, представленными болтами М8, длиной 130мм, установленными с шагом 100мм.

Нагрузка прикладывалась в третях пролета, с шагом 10кН.

В первом способе исходная ребристая плита представлялась в виде эквивалентной плоской плиты с ортотропными характеристиками сечения. Для расчета характеристик исходной плиты применялся модуль "кон-

структор сечений" ПК ЛИРА САПР 2017. Эквивалентная толщина сечения составила 150мм [3а].

При втором способе исходная конструкция была замоделирована в виде железобетонной плиты, работающей совместно с ребрами, которые были представлены стержневыми КЭ [3б].

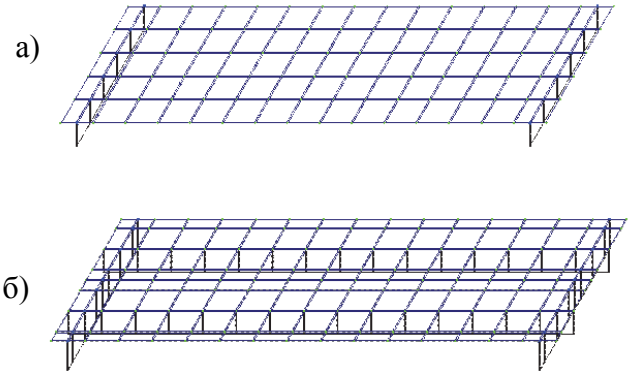


Рис. 3. Расчетная схема:
а – для первого метода моделирования плиты;
б – для второго метода моделирования плиты

В ходе проведения расчетов были получены следующие результаты: оба метода моделирования на первых ступенях нагружения показали близкие к экспериментальным данные. Однако, при превышении действующей на образец нагрузки в 50 кН, данные расходятся [4].

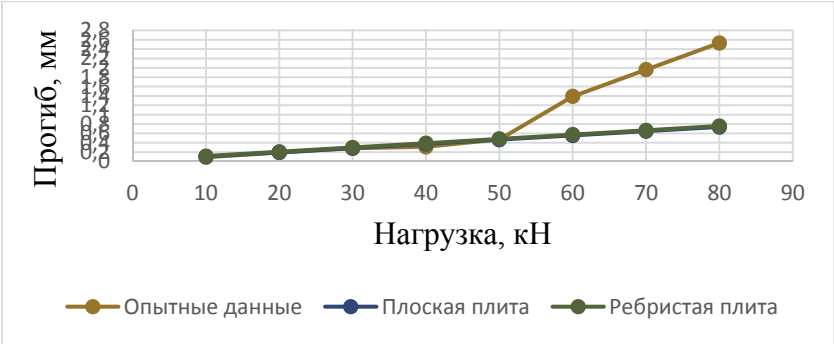


Рис. 4. Графики зависимости прогиба плиты от приложенной нагрузки

Согласно результатам натурных испытаний, описанных в статье М.П. Коваля, в этот момент, при нагрузке в 50кН, наступила потеря несущей способности плиты, вследствие отрыва анкеров, появились вертикальные трещины, которые достигли уровня расположения верхней арматурной сетки.

Связано это с малоэффективными средствами связи профнастила и бетона, а именно: отсутствие выштамповок на стенках гофров и малый диаметр стад-болтов

Это подтверждается результатами расчета прочности сцепления настила с бетоном, в соответствии с п 6.1.2.4 СП 266.1325800.2016:

$$M \le (T_{an} + T_{rif}) \cdot z_n + \gamma_{an} \cdot R_s \cdot A_s \cdot z_s = 218{,}6 \cdot 0{,}192 + 1 \cdot 43{,}5 \cdot 2{,}26 \cdot 0{,}042 = 48{,}6 кН \cdot м,$$

где M - расчетный изгибающий момент от действия внешних сил на ширину одного гофра настила;

T_{an} - сопротивление анкерных упоров сдвигу бетона по концам настила;

T_{rif} - сопротивление рифов, расположенных на стенках настила, сдвигу относительно бетона;

z_n, z_s - расстояния от равнодействующей усилия сжатия в сечении плиты до равнодействующей усилия растяжения в сечении настила и стержневой арматуре соответственно;

γ_{an} - коэффициент условий работы анкеровки стержневой арматуры.

Выводы

При создании корректной модели с характеристиками сечения, приближенными к реальным, применение вышеизложенных методов моделирования дает достаточно точные результаты, однако, не позволяет учесть относительные перемещения стального настила и железобетонной плиты относительно друг друга, поэтому данную проверку необходимо производить вручную, согласно методике СП 266.1325800.2016.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Замалиев Ф.С. Прочность и деформативность сталежелезобетонных изгибаемых конструкций гражданских зданий при различных видах нагружения. : Дис. доктора технич. Наук / Казанский государственный архитектурно строительный университет – Казань, 2013. – 379 с.

2. Айрумян Э.Л., Каменщиков Н.И, Румянцева И.А. Особенности расчета монолитных плит сталежелезобетонных перекрытий по профилированному стальному настилу // Промышленное и гражданское строительство. – 2015. – №9. – С. 21-26.

3. Айрумян Э.Л., Румянцева И.А. Армирование монолитной железобетонной плиты перекрытия стальным профилированным настилом // Промышленное и гражданское строительство. – 2007. – №4. – С. 25-27.

4. Коваль М.П. Испытания монолитных железобетонных плит, армированных стальным профилированным настилом Т57 с приварными пролетными анкерами // Наука и мир. – 2015. – №6 (22). – С. 42-47.

5. СП 266.1325800.2016 «Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования».

УДК 624.044

А. Ю. Постанен, С. О. Постанен
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
ФГАОУ ВО «СПбПУ»
Postanen A.Y., Postanen S.O.
Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, SPbPU

РАСЧЕТ ВЕТРОВОЙ НАГРУЗКИ СОГЛАСНО МЕТОДИКАМ ЕВРОПЕЙСКИХ И РОССИЙСКИХ НОРМ
WIND LOAD CALCULATION ACCORDING TO EUROPEAN AND RUSSIAN NORMS

Аннотация. Статья посвящена методикам расчета ветровой нагрузки, изложенным в российских и в европейских нормах. Дано описание расчетной схемы объекта – металлической опорной башни вентиляционной трубы. Подробно изложена последовательность сбора ветровой нагрузки согласно двум методикам. Проведен анализ полученных результатов на основе сравнения полученных предельных деформаций и усилий в элементах расчетной схемы.

Ключевые слова: ветровая нагрузка, российские нормы, европейские нормы, расчетная схема, металлическая опорная башня, деформации, усилия.

Abstract. This article presents the methods of the wind load calculation according to European and Russian norms. The analytical model of support tower of ventilation tube were described. The order of the wind load calculation according to two methods were represented in detail. The results of the calculation based on the deformations and stresses of the elements were analyzed.

Key words: wind load, Russian norms, European norms, analytical model, metal support tower, deformations, stresses.

Введение

В настоящее время нормативная база для расчета и проектирования строительных конструкций очень обширна. Причем, в каждой стране используются свои правила, методики, документы на основании которых ведется проектирование.

Основным документом для расчета нагрузок, действующих на строительные элементы и конструкции, в Российской Федерации является СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия». В Европейских странах, в свою очередь, действующими документами для расчета и проектирования являются еврокоды, которые используются совместно с национальными приложениями. Для расчета ветровой нагрузки, действующей на опорную башню, согласно требованиям Европы, применяются EN 1991-1-4 «Ветровые воздействия» и EN 1993-3-1 «Башни, мачты и дымовые трубы. Башни и мачты».

Анализ публикаций

Имеющиеся в настоящее время публикации описывают результаты расчета конструкций на действие нагрузок, рассчитанных по разным нормативным документам. При сравнении результатов сбора нагрузок согласно различным нормам наблюдаются некоторые различия. Причем, разность полученных результатов наблюдается при расчете даже снеговых и ветровых нагрузок, исходные данные для расчета которых достаточно просты, по сравнению, например, с сейсмической нагрузкой.

Ветровая нагрузка является одной из основных, создающих максимальные усилия и деформации, при расчете высотных сооружений.

Очевидно, что для таких конструкций ветровые воздействия будут играть определяющую роль, а пульсационная составляющая ветровой нагрузки будет коренным образом влиять на их работу.

Так как, в настоящее время, многие крупные российские компании и предприятия ведут свою деятельность не только на отечественных, но и на зарубежных площадках, сравнение расчета ветровой нагрузки согласно двум методикам и анализ полученных результатов представляет достаточно большой интерес.

Описание расчетной схемы

В качестве объекта, на основании расчета которого будет проводится анализ, рассмотрена вентиляционная труба. Данное сооружение состоит из двух конструктивных частей – опорной башни, выполненной в виде четырехгранной решетчатой металлической пирамиды, и вентиляционного ствола, выполненного из листовой стали.

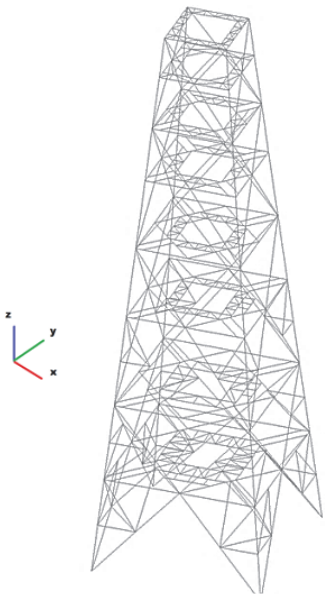


Рис.1. Конечно-элементная модель опорной башни, система координат

Вентиляционная труба располагается на кровле здания на отм.+38.700. Крепление конструкции происходит через закладные детали.

Сбор нагрузок на опорную башню и ствол вентиляционной трубы производится раздельно. Связано это с тем, что данные элементы отличаются по конфигурации, соответственно расчет нагрузок должен производиться для каждой части отдельно. В данной работе будет рассмотрен сбор нагрузок на опорную башню, без учета ствола.

Опорная башня имеет высоту 56,2 м (с отм.+38.700 до отм +94.900). На отм.+94.900 башня имеет в плане размер 6.2х6.2м, на отм.+38.700 - размер в плане 17.0х17.0м.

Конструктивные элементы башни моделировались стержневыми конечными элементами фермы. Модель соору-

жения жестко закреплена по всем шести степеням свободы в местах анкерного крепления башни к плите покрытия здания. Общий вид конечно-элементной модели и используемая система координат представлены на рисунке [1].

Ветровая нагрузка

Сбор ветровой нагрузки проводился:

Согласно EN 1991-1-4 «Ветровые воздействия» и EN 1993-3-1 «Башни, мачты и дымовые трубы. Башни и мачты»;

Согласно СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия».

Расчет производился в программном комплексе SCAD office 21.1.

Ветровая нагрузка согласно европейским нормам

По рекомендациям стандарта EN 1993-3-1 при расчете ветровых нагрузок на решетчатые башни следует разделять конструкцию на секции с одинаковыми (или практически одинаковыми) панелями. Опорная башня была разбита на пять секций, расчет ветровой нагрузки производился отдельно на каждую секцию. Моделируются два расчетных направления воздействия ветра: перпендикулярно грани башни (θ1 = 00) или под углом (θ2 = 450).

Согласно EN 1991-1-4 расчет ветрового воздействия следует производить в следующем порядке:

1. Определение пикового значения скоростного напора qp;
2. Расчет аэродинамического коэффициента cf;
3. Расчет конструкционного коэффициента cscd;
4. Расчет ветровой нагрузки на расчетные секции башни.

Результаты расчета по европейским нормам приведены в таблице 1.

Таблица 1

Ветровая нагрузка согласно европейским нормам

Секция	z_s, м	A_{ref}, $м^2$		c_f		$c_s d_s$	$q_p(z)$, кг/м2	F_w, кг	F_w, кН
		θ_1	θ_2	θ_1	θ_2				
1	56,2	55,22	78,2	1,710	1,952	1,076	131,24	13337,4	130,7
2	65,5	29,27	41,64	1,687	2,044	1,153	134,5	7655,7	75,0
3	72,5	18,31	25,36	1,798	2,217	1,198	136,68	5392,6	52,8
4	85,5	31,26	44,15	1,814	2,185	1,148	140,25	9128,8	89,5
5	94,9	26,26	37,2	1,756	2,071	1,214	142,53	7978,4	78,2

Ветровая нагрузка согласно российским нормам

Ветровая нагрузка, согласно нормам Российской Федерации, была посчитана при помощи модуля ВЕСТ программного комплекса SCAD office 21.1. Результаты расчета представлены в таблице 2.

Таблица 2

Ветровая нагрузка (статическая составляющая) согласно СП 20.13330.2016

Высота,м	Нормативная нагрузка, т/м2	Расчетная нагрузка, т/м2
38,7	0,263	0,368
56,2	0,295	0,413
65,5	0,31	0,434
72,5	0,32	0,447
85,5	0,336	0,47
94,9	0,346	0,484

Пульсационная составляющая ветровой нагрузки согласно СП 20.13330.2016 была посчитана автоматически программным комплексом SCAD office 21.1, так как данный ПК ориентирован под российские нормы.

Параметры расчета пульсационной составляющей ветра:

- Вид воздействия – ветровые воздействия;
- Преобразование статических нагрузок в массы – собственный вес с коэффициентом 0,9;
- Тип местности – А;
- Ветровой район – 3 (исходными данными для обеих методик являлось давление v_0^{50}=22,6м/с).

Анализ полученных результатов

В результате расчета на действие указанных выше нагрузок были получены следующие результаты: ветровая нагрузка, вычисленная согласно методике, изложенной в СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» превышает значения ветровой нагрузки, полученной при расчете по европейским нормам. Соответственно, значения максимальных перемещений и усилий в элементах, также различаются.

Значение максимальной сжимающей нагрузки в уровне опирания башни на монолитную железобетонную плиту приведены в таблице 3.

Таблица 3

Максимальные усилия в опорных элементах башни

№ элемента	Максимальное усилие в элементе, кН		Различие, %
	Вариант 1	Вариант 2	
68	287,0	381,0	25%
70	285,0	378,0	25%
72	287,0	381,0	25%
74	285,0	378,0	25%

В таблице 4 представлены значения максимальных горизонтальных перемещений от ветровой нагрузки.

Таблица 4

Максимальные горизонтальные перемещения

Секция	№ узла	Максимальное суммарное горизонтальное перемещение, мм		Различие, %
		Вариант 1	Вариант 2	
1	13	9,5	13,2	28%
	14	9,7	13,1	26%
	15	9,5	13,2	28%
	16	9,7	13,0	26%
2	17	17,1	23,1	26%
	18	17,2	23,0	25%
	19	17,1	23,1	26%
	20	17,2	23,0	25%
3	21	25,3	33,8	25%
	22	25,3	33,8	25%
	23	25,3	33,8	25%
	24	25,3	33,8	25%
4	29	39,8	52,6	24%
	30	39,9	52,6	24%
	31	39,8	52,6	24%
	32	39,9	52,6	24%
5	1	49,9	65,5	24%
	2	49,9	65,5	24%
	3	49,9	65,4	24%
	4	49,9	65,4	24%

В таблицах 3 и 4: вариант 1 – ветер согласно европейским нормам; вариант 2 – ветровая нагрузка согласно российским нормам.

Заключение

Согласно проведенному исследованию, можно сделать следующие выводы:

1) Ветровая нагрузка, вычисленная согласно требованиям СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия», больше, чем нагрузка, полученная согласно европейским нормам;

2) Максимальные горизонтальные перемещения узлов конструкции и усилия опорных элементов, полученные при приложении ветровых нагрузок, посчитанных по разным методикам, различаются по величине в среднем на 25%;

3) Для понимаю причины различия в величинах ветровых нагрузок необходимо провести сопоставительный анализ применяемых при расчете коэффициентов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия».
2. EN 1991-1-4:2005. Eurocode 1: Actions on structures. Part 1-4: General actions – Wind actions.
3. SFS-EN 1993-3-1 Eurocode 3: Design of steel structures - Part 3-1: Towers, masts and chimneys. Towers and masts.
4. Суслов М.С., Орлова К.А., Парамонов Д.В. Сравнение европейских и российских норм проектирования зданий со стальным каркасом на примере снеговых и ветровых воздействий // Поколение будущего: взгляд молодых ученых. — 2014. — С. 208-213.
5. Коржова Е. В., Белоножко, Н. П. Сравнительный анализ проектирования свайных фундаментов по Еврокоду 7 «Geotechnical design» и нормам российской федерации // Всероссийская конференция «Молодёжь и наука». – 2014.

УДК 69

Н. В. Санджиев, Д. А. Сердюков
ФГАОУ ВПО «СПбПУПВ», Россия
Sandzhiev N.V., Serdukov D.A.
FSEI HPL «SPbPU», Russia

ОБЗОР ИНОСТРАННЫХ BIM-СТАНДАРТОВ
OVERVIEW OF FOREIGN BIM STANDARDS

Аннотация. Статья посвящена рассмотрению иностранных BIM-стандартов. Рассмотрены и проанализированы Британские документы.

Ключевые слова: bim, информационное моделирование, сапр, автоматизированное проектирование.

Abstract. The article is devoted to consideration of foreign BIM-standards. British documents were examined and analyzed.

Key words: bim, information modeling, cad, cad automated design.

In the last decade, construction has changed a lot. Changes are made in the transition from the old ways of design of construction units to modern. For a long time, engineers charted and prepared working documentation on paper. With the creation of computers, the design process has become much easier and faster, but all the same the process was transfered to creating drawings on the "plane" in programs like AutoCAD.

Construction projects, for the most part, have a huge amount of different information. Each year projects become larger. Its could be explained with the development of new technologies and standards, their complexity increases, and the ina-

bility to quickly solve emerging problems as the project is implemented due to lack of necessary information leads to the problem of low construction efficiency. The general transition to the technologies of information modeling of buildings and structures (BIM-technologies) was an answer on the needs of building field [1].

BIM-technologies are common in the USA and countries of Europe and Asia. This is due to the fact that the state encourages, and somewhere commits to use these technologies. Singapore has already introduced mandatory electronic expertise on the BIM project model. And now, according to the legislation, all projects, regardless of the form of ownership and financing, with an area of more than 5 thousand m^2, are submitted for examination for a building permit only in the form of a BIM model [2]. In the Russian Federation, the transition to BIM began recently, but by 2020, the use of BIM-technologies may become an indispensable condition for obtaining state orders for the construction of the facility.

The company, which is moving to information modeling, should have its own BIM-standard. Usually, when creating a BIM-standards for information modeling, organizations use the experience of foreign specialists, because the leader in the BIM-technologies field is England. Let's look at its standards.

UK standards in the field of BIM are developed by the British Standards Institute (BSI). There are the following statuses for the developed documents: BS (British standard) - British Standard and PAS (Publicly Available Specification), the closest version in the Russian Federation is the Draft Standard. This interpretation is obtained from the description: the process of creating a PAS does not require a long agreement and approval, in contrast to the British Standard. This approach allows you to quickly develop a document that meets the needs of the industry. In the future, the development of PAS can be considered as a British standard or become a contribution of the UK to the development of the European or International Standard.

Below is a list of British standards and draft standards for BIM:

• PAS 1192-2:2013. Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling.

• BS 1192-4:2014. Collaborative production of information. Fulfilling employer's information exchange requirements using COBie. Code of practice.

• PAS 1192-3:2014. Specification for information management for the operational phase of assets using building information modelling.

• PAS 1192-5:2015. Specification for security-minded building information modelling, digital built environments and smart asset management.

• BS 1192:2007+A2:2016. Collaborative production of architectural, engineering and construction information. Code of practice.

• BS 8536-1:2015. Briefing for design and construction. Code of practice for facilities management (Buildings infrastructure).

In the works connected with information modeling, most often the standard BS 1192: 2007 is mentioned. However, in a detailed study of this document, you will not find enough information about information modeling, the terms

BIM (Building Information Modeling, building information modeling), AIM (Asset Information Model, information model of the object) and PIM (Project Information Model) mentioned in the document only 5 times. This is due to the fact that the standard BS 1192: 2007 is devoted only to organize common data environment (ODS), mainly on the basis of file storage. Thus, when studying the experience of English colleagues, it is proposed to pay more attention to the application documents PAS 1192-2: 2013 and PAS 1192-3: 2014.

Information management at the stage of capital construction using information modeling

This publicly available draft standard defines the requirements for achieving the 2nd level of information modeling (BIM). The requirements for this draft Standard are based on existing norms and rules for the joint production of architectural, engineering and design information defined in BS 1192: 2007. PAS 1192-2 pays special attention to the implementation of projects for which the majority of documents, graphic and non-graphic data, known collectively as the "Project Information Model" (PIM), accumulate as a result of design and construction work. The target audience of this Draft Standard includes organizations and persons responsible for procurement, design, construction, supply, operation and maintenance of buildings and infrastructure. The requirements of this draft standard start from the assessment point (for existing facilities) or from the consideration of the need for the object (for new construction), then gradually the work goes through the various stages of the information delivery cycle and ends with the release of the information model of the constructed object (AIM). The result is transferred to the customer by the contractor after the executive survey is reconciled with PIM [3].

Information management at the operational stage of the facility using information modeling

PAS 1192-3: 2014 is closely related to PAS 1192-2: 2013, there are many references to information modeling at the stage of capital construction. draft standard specifies requirements for information management to achieve Level 2 information modeling (BIM) in relation to the operation and maintenance of facilities (buildings and infrastructure). Data transmission processes are covered:

• creating an information model of the object (AIM) for an existing object or portfolio of objects;

• exchange of information about the object with the information model of the project (PIM);

• recording information related to the disposal, decommissioning and demolition of the facility;

• Using AIM to support organizational requirements;

• AIM revision when the object has changed;

• Using AIM as a resource for the organization.

The draft standard is intended for use by organizations and individuals responsible for the operation, maintenance and strategic management of facilities. It

will be useful for organizations transmitting information from PIM to the AMI, as well as for persons exchanging data throughout the life of the facility [4].

The draft standard defines the requirements for information management during the operation phase of facilities in four different ways.

1. Information management processes are established by which data and information are placed and retrieved from AIM and transferred or used in existing corporate systems where necessary to support organizational information requirements (OIR).

2. An integrated model is defined that contains the data and information needed for AMI. The relationship with PIM, which is defined in PAS 1192

3. The nature and types of data and information that will be used in information exchanges within AIM are determined.

4. The Draft Standard provides two detailed examples of processes for implementing a common data environment based on BS 1192 for various activities related to objects. In addition, it shows how high-level responsibility can be shared between various stakeholders involved in information management processes. Also it is recognized that the obligations are definitively determined in contracts and work orders. The distribution of responsibilities between individuals and organizations depends on the complexity of the object and the organization's management system. The goal of the Draft Standard is not to create new positions in the object management team, but an organization of gap analysis (GAP analysis) to assess the existing qualification taking into account the requirements defined in this Draft Standard [4].

BIM Standards play an important role in ensuring the wide application of collaborative technologies and BIM processes, ensuring that data will be valid and accessible to the entire chain of implementers. PAS 1192-2: 2013 and PAS 1192-3: 2014 play an important role in the implementation of BIM technologies in the field of facility management and production organization, which represent an important part of the construction process.

LIST OF REFERENCES

1. Ginzburg AV, Semernin DA, Kisel TN Evaluation of the application of BIM-technologies in construction: Report on the work under contract 32-C / 02-16 of February 10, 2016. Moscow: Institute of Economics, Management and Information Systems in Construction and Real Estate (IEEIS), 2016. 51 p.

2. Talapov V.V. The introduction of BIM in Singapore: an impressive experience. -M .: Special issue "Tools of the designer-technologist", 2016. 60-63 s

3. PAS 1192-2:2013 // The British Standards Institution. URL: http:// bsigroup.com (дата обращения: 23.9.2017).

4. PAS 1192-3:2014 // The British Standards Institution. URL: http:// bsigroup.com (дата обращения: 17.10.2017).

УДК 624.044

Д. О. Семашкина
ФГАОУ ВО СПбПУ, Россия
Semashkina D.O.
SPbPU, Russia

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДИАГОНАЛЬНЫХ СЕТЧАТЫХ ОБОЛОЧЕК В РАБОТЕ НА ВЕТРОВУЮ НАГРУЗКУ
EFFICIENCY OF DIAGRID STRUCTURES under WIND LOAD

Аннотация. Статья посвящена исследованию диагонального сетчатого оболочкового каркаса в работе на ветровую нагрузку и сравнению показателей его работы с рамным каркасом с регулярной сеткой колонн. Частично рассмотрены аспекты проектирования сетчатых оболочковых систем.

Ключевые слова: строительные конструкции, сетчатая оболочка, несущий каркас, рамный каркас.

Abstract. The article is devoted to the investigation of the diagrid shell frame in the work under wind load and comparison of the performance of its work with a frame with a regular grid of columns. Aspects of the design diagrid structures are partially considered.

Key words: building construction, structure, diagrid, frame.

В последние 10-20 лет так называемые сетчатые диагональные оболочки (англ.: diagrid structures) становятся все более популярным решением при выборе конструктивной схемы зданий с различным назначением, формой, высотой и пролетами. В таких конструкциях привычные вертикальные несущие элементы, колонны, по периметру здания заменяются наклонными элементами, образующими структурную оболочку здания с характерным ромбовидным узором. При этом внутренние колонны полностью или частично исключаются, а нагрузки от перекрытий и кровли несет балочная или ферменная система, которая передает их на оболочку. Также внутри здания могут создаваться дополнительные сетчатые элементы, которые образуют собой ядра жесткости. Полная замена колонн возможна благодаря тому, что сетчатые оболочки одинаково хорошо воспринимают как вертикальные, так и горизонтальные нагрузки на здание, а также уменьшают сдвиговые и изгибные деформации из-за характера работы наклонных элементов.

Основоположником конструктивных решений сетчатых оболочек стал выдающийся российский инженер В.Г. Шухов. Инженером Шуховым была разработана и построена первая в мире башня на основе сетчатой гипербалоидной оболочки. Однако, в наши дни возведение подобных кон-

струкций и основные разработки по данной тематике ведутся за рубежом. Активные исследования проводят Boake T.M., Moon K., Mele E.

Цель данной работы – определить эффективность работы на ветровую нагрузку сетчатых оболочек в качестве основной несущей конструкции многоэтажного невысотного здания общественного назначения в сравнении с традиционным рамным каркасом с регулярной сеткой колонн.

Для анализа вариантов конструктивной схемы было выбрано квадратное в плане здание размерами в осях 40х40 и высотой в 18 этажей по 4 метра каждый. Соотношение высоты к ширине здания – 1,8. Внутри здания предполагается устройство атриума размерами 10х10 м.

При данных параметрах были разработаны 2 схемы несущих конструкций: рамный каркас [рис.1а] и конструкция с сетчатой оболочкой [рис.1б].

Моделирование и расчёт конструкций произведен в ПК ЛИРА-САПР.

а) б)

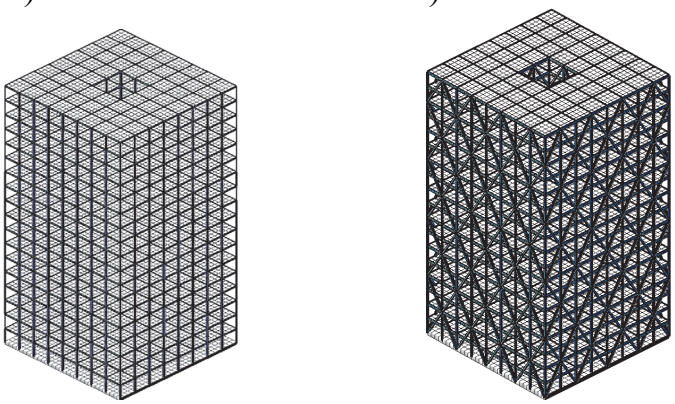


Рис. 1. Модели каркасов:
а – рамный; б – сетчатый

Характеристики рамного каркаса:

Шаг колонн в направлении оси Х и оси У - 5 м

Сечение колонн – двутавры колонного типа

Балочная сетка с размерами ячейки 5х5 м

Сечение балок – двутавры балочного типа

Примыкание балок к колоннам и колонн к фундаменту – жесткое

Фундаментная плита толщиной 1200 мм на абсолютно жестком основании

Перекрытия – пустотные плиты (приведенная толщина 120 мм)

Характеристики сетчатого каркаса:

Две оболочковых системы: по контуру здания и по контуру атриума

Угол наклона диагональных элементов к горизонту 58°

Сечение диагональных элементов – коробчатое сечение из двутавров колонного типа

Шаг дополнительных вертикальных элементов сетки 5 м

Сечение стоек – двутавры колонного типа

Балочная сетка с размерами ячейки 5х5 м

Сечение балок – двутавры балочного типа

Примыкание балок к оболочковым элементам и оболочки к фундаменту – жесткое

Фундаментная плита толщиной 1200 мм на абсолютно жестком основании

Перекрытия – пустотные плиты (приведенная толщина 120 мм)

Значения ветровой нагрузки получены в соответствии с методикой, описанной в СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» без учета пульсационной составляющей. Значения ветровой нагрузки приведены в табл. 1.

Ветровая нагрузка прикладывается по оси X с наветренной и подветренной сторон.

Таблица 1

Значения ветровой нагрузки на балки по контуру здания

№, п/п	Отметка перекрытия, м	Расчетное значение ветровой нагрузки, кН/м2		Высота этажа, м	Нагрузка, кН/м	
		Наветренная сторона	Подветренная сторона		Наветренная сторона	Подветренная сторона
1	+4,000	0.165	-0.124	4	0.660	-0.496
2	+8,000	0.194	-0.146	4	0.776	-0.584
3	+12,000	0.23	-0.173	4	0.920	-0.692
4	+16,000	0.259	-0.194	4	1.036	-0.776
5	+20,000	0.283	-0.212	4	1.132	-0.848
6	+24,000	0.304	-0.228	4	1.216	-0.912
7	+28,000	0.323	-0.243	4	1.292	-0.972
8	+32,000	0.341	-0.256	4	1.364	-1.024
9	+36,000	0.358	-0.268	4	1.432	-1.072
10	+40,000	0.373	-0.28	4	1.492	-1.120
11	+44,000	0.388	-0.291	4	1.552	-1.164
12	+48,000	0.401	-0.301	4	1.604	-1.204
13	+52,000	0.414	-0.311	4	1.656	-1.244
14	+56,000	0.427	-0.32	4	1.708	-1.280
15	+60,000	0.439	-0.329	4	1.756	-1.316
16	+64,000	0.45	-0.338	4	1.800	-1.352
17	+68,000	0.461	-0.346	4	1.844	-1.384
18	+72,000	0.472	-0.354	4	1.888	-1.416

Проанализируем результаты расчета моделей каркаса [рис.2].



Рис. 2. Деформированная схема каркасов:
а – рамный; б – сетчатый

Как видно из деформированных схем здания, рамный каркас испытывает большие изгибающие усилия, так как воспринимает ветровую нагрузку вертикальными элементами. Оболочковый каркас, напротив, воспринимает ветровую нагрузку наклонными элементами из-за чего создается эффект осевого действия, что значительно уменьшает деформации.

Проанализируем перемещения каркасов по оси X от ветровой нагрузки [рис.3].

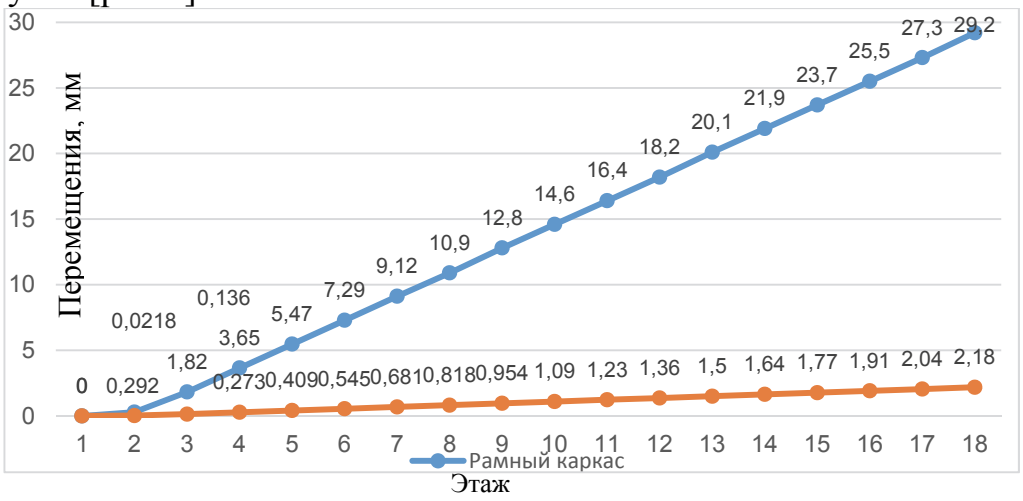


Рис. 3. График зависимости перемещений каркаса по оси X от этажа

Деформации рамного каркаса от ветровой нагрузки по оси X даже для невысотного здания превосходят деформации оболочкового каркаса более чем в 10 раз, при этом колонны рамного каркаса испытывают большие изгибающие моменты (максимальный изгибающий момент в рамном каркасе 6,03 т·м, в сетчатом 0,8 т·м). Однако для данной высоты здания максимальные перемещения по оси X для двух каркасов находятся в пре-

делах допускаемых значений (допускаемое перемещения для данной высоты здания – 144 мм по СП 20.13330.2016).

Как известно, изгибающие усилия от горизонтальных нагрузок в каркасе здания имеют квадратичную зависимость от высоты здания, а нормальные усилия пропорциональны высоте, таким образом при увеличении высотности большее значение будет иметь ветровая нагрузка, а следовательно, момент инерции каркаса здания. Для оболочкового каркаса распределение материала по сечению здания в плане как раз обеспечивает высокий момент инерции, который позволяет эффективно работать на горизонтальные нагрузки, однако для данной высоты здания эффективность такой работы не столь существенна.

Эффективность сетчатых оболочковых систем неоднократно была подтверждена на практике при строительстве уникальных зданий. Однако, при выборе данных систем в качестве основного несущего каркаса здания необходимо учитывать множество факторов, которые влияют не только на их конструктивную, но и экономическую эффективность применения данных конструкций. Особое внимание стоит обращать на геометрические особенности проектируемого здания, а также на экономическую целесообразность проектирования сетчатых оболочек, так как их конструктивные особенности требуют больших затрат всевозможных ресурсов на разработку каркаса в целом и его отдельных элементов, узлов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Grefe R., Perchi O., Shukhov F. V., Gappoyev M.M. Shukhov (1853-1939). Art of design. M., 1994. 192 p.

2. Elizabeth C. English. Vladimir Shukhov and the Invention of Hyperboloid Structures. Conference Information. Structures Congress. 2005. 9 p.

3. Boake T. M. Diagrid Structures: systems, connections, details. Birkhäuser, 2014. 184 p.

4. Boake T. M. Diagrid Structures: Innovation and Detailing. Structures and Architecture (New concepts, applications and challenges), London, Taylor&Francis Group, 2013. Pp. 991-998.

5. Moon K. Design and Construction of Steel Diagrid Structures. School of Architecture. Yale University. New Haven. USA. 2009. Pp. 398-405.

6. Ковалева Е.А., Ковалева Л.В., Афанасьев Д.Н. Гиперболоидные конструкции В.Г. Шухова – применение в современном строительном производстве // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. 2015. № 1. С. 157–160.

7. Ахметзянов Р.И., Данченко Л.В., Рыбалкина Р.И. Геометрические и конструктивные особенности гиперболоидных конструкций // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета.2014. № 4. С. 59–64.

8. Mele E., M. Toreno, G. Brandonisio, A. De Luca. Diagrid structures for tall buildings: case studies and design considerations. The Structural Design of Tall and Special Buildings Vol.2. 2012. Pp. 124-145.

9. Mele E., Montuori G.M., G. Brandonisio, A. De Luca Geometrical patterns for diagrid buildings: Exploring alternative design strategies from the structural point of view. Engineering Structures. Vol. 71. 2014. Pp. 112-127.

10. Дыховичный Ю.А., Жуковский Э.З. и др. Современные пространственные конструкции (железобетон, металл, дерево, пластмассы): Справочник. М.: Высшая школа, 1991. 543 с.

УДК 625.114

А. А. Сидоренко
ООО «Инжтехнология», Санкт - Петербург
Sidorenko A.A.
Ltd «Ingtechnology», St. Petersburg

СТАБИЛЬНОСТЬ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ ПРИ ДЕЙСТВИИ ВИБРОДИНАМИЧЕСКОЙ ПОЕЗДНОЙ НАГРУЗКИ
STABILITY OF THE SUBGRADE OF RAILWAY TRACK WITH THE ACTION OF VIBRODYNAMIC TRAIN LOAD

Аннотация. В данном докладе рассматривается влияние вибродинамической нагрузки от подвижного состава на стабильность основания земляного полотна железнодорожного пути.

Ключевые слова: коэффициент стабильности, несущая способность, устойчивость, земляное полотно, вибродинамическая нагрузка, железнодорожный путь.

Abstract. In this report, the influence of the vibrodynamic load of the rolling stock on the stability of the subgrade of the rail track is considered.

Key words: coefficient of stability, load-carrying capacity, stability, subgrade, vibrodynamic load, railway track.

Основание земляного полотна работает в очень сложных условиях. Оно находится под воздействием временной динамической нагрузки от проходящих поездов, веса насыпи и верхнего строения.

Под действием внешней нагрузки в основании возникает напряженное состояние, которое характеризуется нормальными и касательными напряжениями. При возрастании нагрузки в некоторых точках основания может возникнуть предельное напряженное состояние, при котором каса-

тельные напряжения в этих точках достигают сопротивления грунта сдвигу. По мере дальнейшего увеличения давления образуются площадки сдвигов грунта (фаза сдвигов), постепенно переходящие в некоторую поверхность скольжения. Грунт под нагрузкой по этой поверхности выпирает, происходит образование линий скольжения и, как следствие, обрушение насыпи. Фаза сдвигов может характеризоваться довольно сильными неравномерными местными просадками и сдвигами грунта, поэтому она также является недопустимой.

Для того чтобы не было выпирания грунта и сдвигов в грунтовом массиве, необходимо, чтобы в каждой точке имело место следующее условие стабильности грунта против сдвига:

$$\tau \leq f\sigma + c \qquad (1)$$

где – τ касательное напряжение по наиболее вероятной (критической) площадке сдвига; σ – нормальное сжимающее напряжение, действующее по той же площадке; $f = tg\varphi$ – коэффициент внутреннего трения; φ – угол внутреннего трения; c – удельное сцепление грунта.

Изложенный принцип был положен в основу метода оценки устойчивости и прочности основания насыпи, предложенного Г.М.Шахунянцем, который заключается в расчете коэффициента стабильности [1]:

$$K = \frac{f\sigma + c}{\tau} \qquad (2)$$

Решение данной задачи сводится к нахождению значения коэффициента стабильности в каждой точке основания. В случае, если в точке грунтового массива K < 1, то данная точка работает в упругой стадии, при K > 1, начинают развиваться пластические деформации. Если в точке K = 1, то в данной точке имеет место предельное равновесие. Отсутствие областей предельного равновесия и пластических деформаций (K > 1) в основании является безусловной гарантией его прочности и устойчивости [5].

Если определить главные напряжения для каждой точки основания (σ_1 и σ_2), при этом принимая сжимающие напряжения положительные и $\sigma_1 > \sigma_2$, то для любой площадки, наклоненной под углом α к направлению действия первого главного напряжения, будем иметь, следующие значения σ и τ [4]:

$$\begin{cases} \sigma = \sigma_1 cos^2\alpha + \sigma_2 sin^2\alpha \\ \tau = (\sigma_1 - \sigma_2)\sin\alpha\cos\alpha \end{cases} \qquad (3)$$

Подставляя (3) в формулу (2), получим:

$$\begin{cases} K = \dfrac{A}{\sin\alpha\cos\alpha} - f tg\alpha \\ A = \dfrac{f\sigma_1 + c}{\sigma_1 - \sigma_2} \end{cases} \quad (4)$$

Анализируя формулу (4) можно сказать, что коэффициент стабильности зависит от положения площадки действия главных напряжений, следовательно минимальное значение коэффициента стабильности (K_0) можно определить из следующих условий:

$$\begin{cases} \dfrac{dK}{d\alpha} = 0 \\ \dfrac{d^2K}{d\alpha^2} > 0 \end{cases} \quad (5)$$

$$\frac{dK}{d\alpha} = -\frac{A}{sin^2\alpha} + \frac{A-f}{cos^2\alpha} = 0$$

Отсюда:

$$tg\,\alpha = \pm\sqrt{\frac{A}{A-f}} = 0 \quad (6)$$

$$\frac{d^2K}{d\alpha^2} = \frac{Acos\alpha}{sin^3\alpha} + \frac{(A-f)\sin\alpha}{cos^3\alpha} = \frac{tg\,\alpha\,(Acos^4\alpha + (A-f)sin^4\alpha)}{sin^4\alpha\,cos^2\alpha} \quad (7)$$

Так как все величины в выражении (7), кроме tgα, всегда являются величинами, большими нуля, то $\frac{d^2K}{d\alpha^2}$ будет больше нуля, если tgα > 0.

Преобразуем выражение (4) к функции зависящей от tgα $tg\alpha$, используя выражение $1 + tg^2\alpha = \frac{1}{\cos^2\alpha}$:

$$\frac{A}{tg\,\alpha\cos^2\alpha} - f tg\alpha = \frac{A(1+tg^2\alpha)}{tg\,\alpha} - f tg\alpha = \frac{A + Atg^2\alpha - f tg^2\alpha}{tg\,\alpha} = \frac{A}{tg\,\alpha} + tg\,\alpha\,(A-f) \quad (8)$$

Подставив найденное значение tgα из выражения (6) в выражение (8) получим:

$$K_0 = \frac{A\sqrt{A-f}}{\sqrt{A}} + \frac{\sqrt{A}}{\sqrt{A-f}}(A-f) = \frac{A\sqrt{A-f} + A\sqrt{A-f}}{\sqrt{A}} = 2\sqrt{A(A-f)}$$

Таким образом, минимальное значение коэффициента стабильности принимает вид:

$$\begin{cases} K_0 = 2\sqrt{A(A-f)} \\ A = \dfrac{f\sigma_1 + c}{\sigma_1 - \sigma_2} \end{cases} \quad (9)$$

При определении коэффициента стабильности следует учитывать, что во время движения поездов в основании земляного полотна возникают пульсации напряжений, являющиеся причиной возникновения колебаний (вибраций), которые снижают прочностные свойства грунтов [6], слагающие основание земляного полотна, вследствие чего c и f, в зависимости от уровня вибродинамического воздействия, передающегося грунтам основания, будут не постоянны по величине и требуют отдельного расчета.

Для определения в дальнейшем прочностных характеристик грунтов основания земляного полотна с учетом вибродинамического воздействия необходимо установить зависимость распространения амплитуд колебаний в теле земляного полотна и за его пределами. Практика инженерных расчетов показала, что наилучшую сходимость расчетных амплитуд с опытными значениями дает формула Прокудина И.В. [6]:

$$A_{zy} = A_0 * e^{z \lg \delta_1 - (y-1.35)\delta_2'' - \varphi(y)*\delta_2' + h_i*\delta_3}, \text{мкм} \quad (10)$$

где A_o – максимально вероятная результирующая амплитуда колебаний грунта основной площадки, мкм; z,y – координаты рассматриваемой точки во вертикали и горизонтали при расположении центра координат по оси пути на основной площадке, м; δ_1 – коэффициент затухания колебаний в вертикальной плоскости, 1/м; δ_2' – тоже в горизонтальной плоскости в пределах зоны проявления пульсации напряжений, 1/м; δ_2'' – тоже в горизонтальной плоскости вне зоны проявления пульсации напряжений, 1/м; δ_3 – коэффициент затухания колебаний в откосе, 1/м

$$\delta_3 = \frac{\lg \delta_1}{1.5 * ctg\ \alpha_1} \quad (11)$$

где α_1 – угол заложения насыпи или выемки, град.; h_i – высота откоса над рассматриваемой точкой, м

$$h_i = \begin{cases} 0 \\ (y - 0.5B_{пл})tg\alpha_1 \end{cases} \quad (12)$$

$B_{пл}$ – ширина основной площадки земляного полотна, м.

$$\varphi(y) = \begin{cases} (y - 1.35), \text{при } y \le 9 \text{ м} \\ 7{,}65, \text{при } y > 9 \text{ м} \end{cases} \quad (13)$$

Для расчета величины удельного сцепления и угла внутреннего трения в зависимости от уровня вибродинамического воздействия, передаю-

щегося грунтам земляного полотна, Прокудиным И.В. были получены аналитические зависимости [6]:

$$C_{\text{дин}} = C_{\text{ст}}(K_c^{`} + K_c\ e^{\left(-K(A_{zy}-A_{\text{н}})\right)}) \tag{14}$$

$$\varphi_{\text{дин}} = \varphi_{\text{ст}}(K_\varphi^{`} + K_\varphi\ e^{(-KA_{zy})}) \tag{15}$$

где: $C_{дин}$, $\varphi_{дин}$ – прочностные характеристики грунтов, определенные при действии динамической нагрузки; $C_{ст}$, $\varphi_{ст}$ – то же, при действии статической нагрузки; K'_c, K'_φ - минимальные показатели соотношения характеристик сцепления и внутреннего трения: $K'_c = \frac{C_{\min}}{C_{ст}}$ и $K'_\varphi = \frac{\varphi_{\min}}{\varphi_{ст}}$; $A_н$ – начальная амплитуда колебаний, при которой снижение характеристик не превышает 3-5 %, мкм; C_{min}, φ_{min} – наименьшие величины, соответственно, сцепления и угла внутреннего трения, определяемые экспериментально при наибольшем вибродинамическом воздействии; K_c, K_φ - максимальные величины показателей относительного снижения прочностных характеристик: $K_c = 1 - K'_c$ и $K\varphi = 1 - K'_\varphi$; K – коэффициент виброразрушения.

Тогда с учетом вибродинамического воздействия формула (9) примет вид:

$$\begin{cases} K_0 = 2\sqrt{A(A - f_{\text{дин}})} \\ A = \dfrac{f_{\text{дин}}\sigma_1 + c_{\text{дин}}}{\sigma_1 - \sigma_2} \end{cases} \tag{16}$$

где $\varphi_{дин}$ и $C_{дин}$ определяются формулами (14) и (15) соответственно.

Определяя напряжения по методу упругого полупространства, рассмотрим влияние вибродинамической нагрузки на значение коэффициента стабильности основания земляного полотна.

Исходные данные:

Насыпь высотой 2,5 м;

Ширина основной площадки 6,6 м, с откосами 1:1,5;

Объемный вес грунта насыпи: $\gamma_{нас}$ = 1,85 т/м^3;

Объемный вес грунта основания: $\gamma_{осн}$ = 1,35 т/м^3;

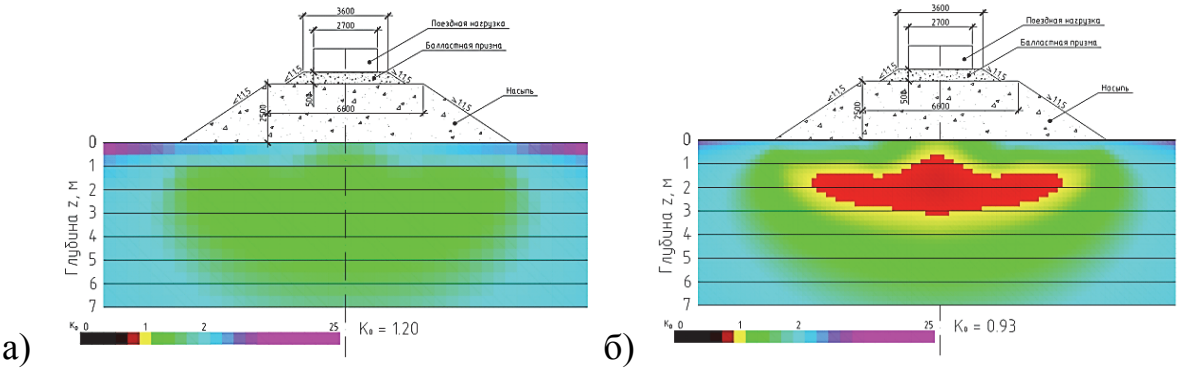
Удельное сцепление грунтов основания в статике: $c_{ст}$ = 1 т/м^2;

Угол внутреннего трения грунтов основания в статике: $\varphi_{ст} = 9^0$

Начальная амплитуда колебаний на основной площадке: A_0 = 350 мкм,

δ_1= 0,37 1/м, $\delta`_2$= 0,005 1/м, $\delta``_2$= 0,06 1/м, K_c = 0.4, K_φ = 0.3, K = 0,02

При статическом расчете коэффициента стабильности (рис. 1а) с заданными параметрах получаем, что Kmin = 1,20. Все основание находится в стабильном состоянии с нормативным запасом. Основание работает в упругой стадии, зон пластических деформаций не имеется.



а) б)

Рис. 1. Расчет коэффициента стабильности в статике

При динамическом расчете (рис.1б) минимальный коэффициент стабильности в основании Kmin = 0,93, что на 23% меньше чем при статическом расчете. Отчетливо видна зона с пластическими деформациями (в этих точках К0 < 1) на глубине до 3х метров от поверхности основания.

Результаты расчета свидетельствуют о существенном влиянии вибродинамической нагрузки на несущую способность основания земляного полотна. Если при статическом расчете обеспечивается полная стабильность основания с запасом, то при расчете с учетом вибродинамического воздействия несущая способность основания не обеспечивается.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шахунянц Г.М. Земляное полотно железных дорог. - М.: Транспорт, 1953, - 827 с.

2. Шахунянц Г.М. Железнодорожный путь: учебное пособие для вузов железнодорожного транспорта - М.: Транспорт, 1987, - 479 с.

3. Цытович Н.А. Механика грунтов. – 1983, - 288 с.

4. Феодосьев И.В. Сопротивление материалов. – МГТУ: 2000, - 589 с.

5. Евгеньев И.Е., Казарновский В.Д. Земляное полотно автомобильных дорог на слабых грунтах – М.: Траспорт, 1976, - 270 с.

6. Прокудин И.В**.** Прочность и деформативность железнодорожного земляного полотна из глинистых грунтов, воспринимающих вибродинамическую нагрузку: Дис. докт.техн.наук. - Л., 1982. - 455 с.

УДК 625.141.1

А. А. Сидоренко
ООО «Инжтехнология», Санкт - Петербург
Sidorenko A.A.
Ltd «Ingtechnology», St. Petersburg

БЕЗБАЛЛАСТНАЯ КОНСТРУКЦИЯ ВЕРХНЕГО СТРОЕНИЯ ПУТИ RHEDA 2000
BALLASTLESS TRACK SYSTEM RHEDA 2000

Аннотация. При переходе на высокоскоростное движение железнодорожного транспорта необходимо совершенствовать и улучшать конструкцию верхнего строения пути, заменяя традиционное щебеночное основание на бетонное. На протяжении десятилетий в Германии развивалась безбалластная конструкция Rheda 2000, которая позволила пускать поезда со скоростями до 400 км/ч.

Ключевые слова: верхнее строение пути, безбалластная конструкция верхнего строения пути, высокоскоростное движение, железнодорожный путь.

Abstract. When transitioning to high-speed rail transport, it is necessary to improve the design of the superstructure by replacing the crushed stone ballast section with concrete. For decades, the Rheda2000 ballastless track design has developed in Germany, which allowed trains with speeds of up to 400 km / h.

Key words: superstructure, ballastless track system, railway track, high-speed rail.

Надежность железнодорожного пути определяется сохранением его геометрических характеристик в течение длительного периода времени. От этого зависят работоспособность системы колесо — рельс и эффективность использования железнодорожной инфраструктуры. Важнейшая роль в обеспечении безотказной работы пути принадлежит подшпальному основанию. На направлениях, где реализуются высокие скорости или осевые нагрузки подвижного состава, путь на балласте подвергается интенсивному вибродинамическому воздействию. Возникающая повышенная динамика приводит к снижению прочности отдельных элементов пути, в частности, щебеночного балласта и основной площадки земляного полотна. Важным фактором в этой ситуации является наличие требуемых запасов несущей способности последних. При существующих конструкциях верхнего строения пути и земляного полотна такой резерв (запас) не всегда присутствует. Таким образом, повышение эксплуатационной нагрузки на путь за счет роста скоростей движения (в том числе до 250-400 км/ч), повышения

осевой и погонной нагрузки приведет к повышению уровня деформативности железнодорожного пути. Как следствие этого процесса уменьшается межремонтный цикл для поддержания пути в надлежащем состоянии. Этим объясняется многочисленность попыток за рубежом, а также в бывшем СССР использования новых конструкций пути. Многое сделано, в частности, в области пути на плитном основании.

Фундаментальные требования к конструкции пути экономичной в течение всего срока службы, формулируются достаточно просто: устойчивость, безопасность и сохранение геометрических параметров в течение длительного времени. В отношении последнего аспекта путь на плитном основании по данным зарубежных ученых и специалистов выгодно отличается от пути на балласте, поскольку он намного дольше сохраняет стабильное положение [1,2]. Особенно в этом направлении отличаются железные дороги Германии, где применение безбалластных монолитных конструкций пути началось с начала 70-х годов прошлого столетия и продолжается до настоящего момента. Лидирующие позиции здесь занимает компания RAIL.ONE [3].

RAIL.ONE является одним из ведущих производителей бетонных шпал в Европе, поставляет инновационные путевые системы для дальнего и местного сообщения по Германии и всему миру. Наряду с обширным спектром различных шпальных систем для различного применения, компания RAIL.ONE особенно успешна на мировом рынке благодаря своей технологии производства монолитных путевых систем на базе системы RHEDA 2000.

Первая конструкция безбалластного пути, RHEDA Classic, была уложена в 1972 г. на линии Билефельд – Хамм на станции Реда. На данном участке использовалась конструкция [рис.1], состоящая из четырех монолитных слоев бетона и железобетонных шпал.



Рис. 1. Конструкция RHEDA Classic

В основании конструкции лежал несущий теплоизоляционный слой, поверх которого укладывалась монолитная железобетонная плита. После её твердения по слою бетонной подготовки укладывались железобетонные шпалы, которые заливались бетоном. Данная конструкция отличалась достаточной трудоемкостью по сравнению с традиционным путем на балласте с железобетонными шпалами, а также требовала большого количества времени на укладку. Следующим этапом развития конструкции стало заключение железобетонных шпал в бетонный лоток, который заливался монолитным бетоном [Рис.2а]. Данная конструкция была уложена в 1988 году на участке Ганновер – Берлин.



а) б)

Рис. 2. Конструкция RHEDA а - Zengeberg; б - Berlin HGV V1

Исследователем Lechner B. [4] отмечалось, что из-за малого расстояния между верхом лотка и низом шпалы оставалось воздушное пространство, которое приводило к образованию концентраций напряжений и как следствие трещин в лотке. Для того чтобы исключить появления пустот, между лотком и шпалой вместо шпал стали укладывать специальные заготовленные полушпалы [рис.2б]. Как следствие, уменьшилось количество готовых железобетонных конструкций, необходимое для укладки пути.

Опыт эксплуатации конструкции RHEDA с полушпалами показал, что между лотком и бетоном продолжают возникать продольные трещины. Попытка решить эту проблему привела к идее безлоточной конструкции RHEDA. Эта конструкция была реализована с применением одноблочных шпал на участке высокоскоростной магистрали Берлин-Ганновер в городе Ратенов. В результате обощения опыта применения конструкции RHEDA-BERLIN и безлоточной конструкции RHEDA была предложена безлоточная конструкция со шпалами на решётчатых балках B355 M [Рис.3]. На сегодняшний день монолитная безбалластная конструкция пути в данном исполнении явилась результатом поиска наиболее эффективного конструктивного решения.



Рис. 3. Конструкция RHEDA 2000

Главной особенностью RHEDA 2000 является изменяемая геометрия поперечного сечения несущей конструкции. Толщина и ширина несущей бетонной плиты, гидравлически связанного слоя и морозозащитного слоя определяется индивидуально в зависимости от типа движения поездов и грунтов подплитного основания, что делает данную конструкцию универсальной для проектирования и строительства. Однако по официальным данным компании RAIL.ONE GmbH [5], отмечалась проблема трещинообразования в несущей бетонной плите. Их мнение заключалось в том, что трещины на поверхности несущей плиты образуются вследствие усадки бетона и температурного расширения монолитной конструкции. В связи с этим в конструкцию были добавлены продольные арматурные стержни, благодаря которым трещины в системе RHEDA 2000 распределяются равномерно, а ширина их не более 0,5 мм.

Для решения проблемы неконтролируемого трещинообразования по всей длине несущей бетонной плиты компанией RAIL.ONE GmbH была предложена конструкция RHEDA 2000 без сквозного армирования.

В данной конструкции, чтобы добиться контролируемого образования трещин, применяются поперечные ложные швы. От этих швов впоследствии идут трещины, которые образуются вследствие усадки бетона и температурного воздействия [5]. Таким образом, в случае с ложными швами места образования трещин являются планируемыми, причём технологией предусмотрено, чтобы растрескивание всех поперечных ложных швов происходило как можно равномернее вскоре после затвердения бетона. Контролируемого растрескивания удаётся добиться с помощью надрезов в свежем бетоне глубиной до 30% от толщины плиты. Затем производится гидроизоляция швов, чтобы сократить или предотвратить проникновение воды внутрь конструкции. Передача поперечного усилия достигается с помощью закладываемых в свежий бетон поперечных дюбелей. Дюбели закрепляются ближе к середине бетонной плиты на решётчатой балке шпалы под каждым швом. Учитывая вышеизложенное, можно констатировать,

что при разработке безбалластной конструкции верхнего строения пути немецким специалистам пришлось столкнуться с проблемой трещинообразования, которую они пытались решать, внося изменения в конструктивное решение. В работах Mitchas G. [3], Yang S.Y. [4], Bastin R. [6] указывается, что на трещинообразование в стыках плитных конструкций безбалластного пути существенно влияет состояние грунтов земляного полотна. Также отмечалось, что в случае залегания в основании слабых грунтов появление трещин происходило чаще, чем при наличии в основании грунтов с более высокими деформативными характеристиками.

Для обеспечения требуемой прочности и деформативности основания под несущей бетонной плитой в конструкции RHEDA 2000 применен так называемый гидравлически связанный несущий слой. Он представляет собой слой тощего бетона толщиной 300 мм. Альтернативой данному решению является конструкция на щебёночном несущем слое. Для достижения необходимых требуемых деформативных свойств основания несущей бетонной плиты устраивается щебёночный несущий слой толщиной 300 мм. Чтобы добиться достаточного распределения нагрузки на основную площадку, ширина бетонной плиты увеличивается до 3,2 метра, высота до 300 мм.

Результаты многолетнего использования безбалластной монолитной конструкции RHEDA 2000 показали, что конструкция пути чрезвычайно чувствительна к погрешностям, допущенным при изготовлении. По мнению немецких специалистов [5], путь типа RHEDA требует высочайшей точности при строительстве, в том числе при приготовлении, транспортировке и укладке бетонной смеси. Также особое внимание уделяется качеству грунтов основания и степени их уплотнения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Путь на плитном основании [Текст] // Железные дороги мира — 2006, № 4. – С. 14-16

2. Huesmann H. High Speed railways [Text] // Railway Technical Review, 2005, № 3, p. 13 – 19.

3. Michas G. Slab track system for High Speed railways [Text] // Royal Institute of Technology (KTH), Sweden, Stockholm. – 2012. – 107 p.

4. Jang S.Y., Lee H.S. Development of prefabricate concrete slab track system and trial installation on revenue line [Text] // Korea railroad research institute – South Korea, Uiwang – 2008. – 68 p.

5. Rail One. RHEDA 2000 Ballastless Track System. Germany, Neumarkt. – 2011. – 20 p.

6. Bastin R. Development of German non-ballasted track forms. ICE. UK. 2005.

УДК 69.07

А. В. Смоленкова, А. Н. Кононова, В. И. Корсун
ФГАОУ ВО СПбПУ, Россия
Petrov A.N., Petrov G.N.
FSAEI HE SPbPU, Russia

УСИЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ УГЛЕПЛАСТИКОМ
STRENGTHENING OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES ELEMENTS BY CFRP

Аннотация. В данной статье рассмотрены основные способы усиления железобетонных конструкций композитными материалами на основе углеродных волокон

Ключевые слова: элементы железобетонных конструкций, изгиб, внецентренное сжатие, усиление, углепластик, несущая способность.

Abstract. This article describes the basic methods of strengthening reinforced concrete structures by composite materials based on carbon fibers.

Key words: elements of reinforced concrete structures, bending, eccentric compression, strengthening, carbon fiber-reinforced plastic (CFRP), bearing capacity.

Проблемы ремонта строительных конструкций из железобетона становятся все более значимыми и требуют возрастающих затрат. Для России эти проблемы особенно остры. [1,2].

За рубежом для усиления железобетонных конструкций успешно применяют композитные материалы на основе высокопрочных углеродных волокон, которые обладают рядом уникальных свойств. Во многих случаях усиление конструкции углепластиками оказывается конкурентоспособно по сравнению с традиционными методами, как по срокам производства работ, так и по стоимости [3].

Углеродный композиционный материал (УКМ) или CFRP (от англ. carbon fiber reinforced polymers – углеродные фиброармированные полимеры) – многосложная структура, состоящая из углеродных волокон (армирующие элементы, обеспечивающие необходимые характеристики материала) и матрицы (связующее, обеспечивающее совместную работу армирующих элементов) [4,5].

Важным документов в Российской Федерации является СП 164.1325800.2014 «Усиление железобетонных конструкций композитными материалами» [6]. В нём представлена методика расчета усиленных железобетонных балочных конструкций по двум группам предельных состояний, а также описаны конструктивные требования [7].

Для эффективной работы системы усиления углепластик должен работать на растяжение. На сжатие такие элементы усиления работают хуже, так как приводит к их разрушению от деформаций поперечного растяжения, потери устойчивости волокон на микроуровне или от среза [1].

В данной работе рассматриваются усиления, которые выполняются при помощи углеродных ламинатов и тканей.

Основные области усиления железобетонных элементов по условиям работы конструкции [1,2,8,9]:

– увеличение несущей способности изгибаемой железобетонной балки или плиты;

– увеличение несущей способности сечения балок на действие поперечной силы;

– увеличение несущей способности внецентренно сжатых колонн.

При восстановлении или увеличении несущей способности изгибаемого элемента возможны несколько вариантов усиления [9]:

- усиление плит в направлении действия максимального изгибающего момента по всей длинной стороне (рис.1);
- усиление мест действия сосредоточенной силы (рис.2);
- усиление предварительно напряженными КМ.

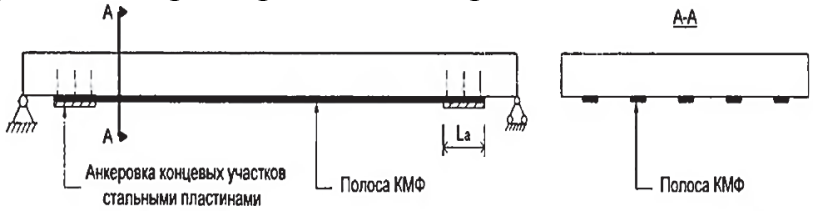


Рис. 1. Усиление ЖБ плиты в направлении действия максимального изгибающего момента [9]

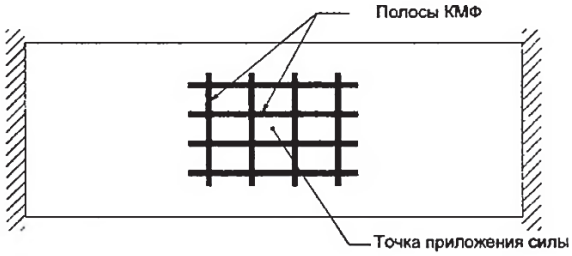


Рис. 2. Усиление плит при действии сосредоточенной силы [9]

В некоторых случаях для усиления изгибаемых ЖБ конструкций возможно использование предварительно напряженных КМ [1,2,9]. Этот метод имеет ряд преимуществ и недостатков. В данной работе способ предварительного напряжения не рассматривается.

Основные причины разрушения изгибаемых элементов железобетонных конструкций, усиленных внешним армированием композиционными материалами [9]:

– «классический»: работоспособность усиленной конструкции сохраняется вплоть до начала разрушения бетона в сжатой зоне или разрушения растянутого углепластика;

– разрушение конструкции наступает ранее из-за отслоения композиционного материала от бетона.

В приопорной части конструкции главные растягивающие и сжимающие напряжения действуют на площадка, расположенных под углом, близким к 45°, относительно оси усиливаемого элемента. Расположение элементов углепластиком выполняется перпендикулярно оси усиливаемой конструкции или с некоторым углом к ней (рис.3) [9].

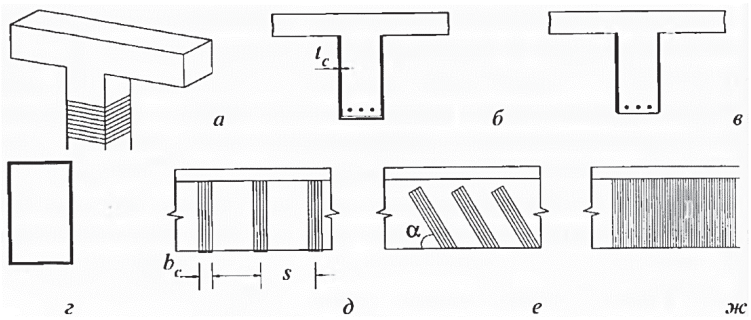


Рис. 3. Схемы усиления колонн и балок углеродными композиционными материалами [9,10]: а – усиление колонны; б – усиление балки U-образным КМФ; в – усиление балки по сторонам; г – охватывающее по всему сечению усиление прямоугольной формы; д – вертикальные ленты; е – наклонные ленты; ж – усиление по длине

Для усиления сжатых и внецентренно-сжатых конструкций применяют устройство внешнего армирования в виде обойм (бандажей) по периметру сечения элементов с волокнами, расположенными перпендикулярно продольной оси усиливаемого элемента (рис.4). Такое усиление создает ограничение деформаций в поперечном направлении и оказывает возрастающее пассивное давление на бетонный элемент. Переход напряженно-деформированного состояния колонны из одноосного в трехосное сжатие увеличивает ее несущую способность [1,8,9].

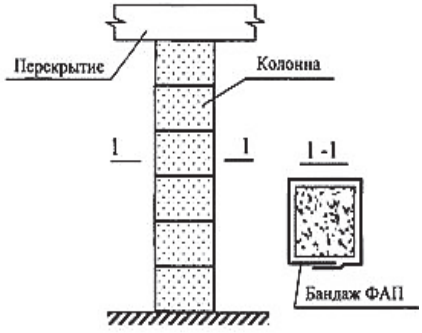


Рис. 4. Принципиальная схема усиления колонны углепластиком [8]

Основными задачами усиления колонн внешними обоймами из углепластика являются [1,9,10]:

- повышение несущей способности и деформативности бетона (рис.5,а);
- предотвращение разрушения колонн в местах соединения продольной арматуры с выпусками арматуры из фундамента (рис.5,б);
- обеспечение боковой устойчивости продольных стержней арматуры (рис.5,в);
- предотвращение разрушения защитного слоя бетона.

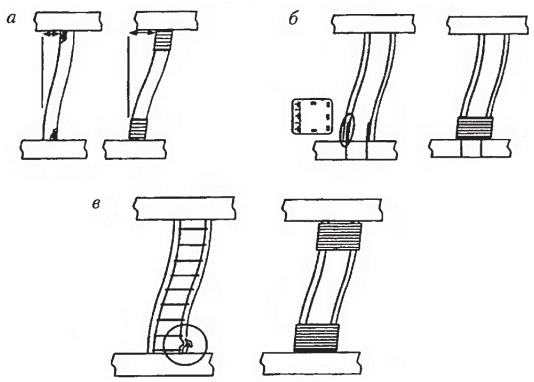


Рис. 5. Усиление колонн обоймами из углепластика [9]

Круглые колонны усиливают с применением внешних холстов КМ непрерывно по всей длине колонны (рис.6,а), в виде отдельных обручей, устраиваемых через определенные промежутки (рис.6,б), или путем спиральной навивки холстового КМ (рис.6,в) [9,10].

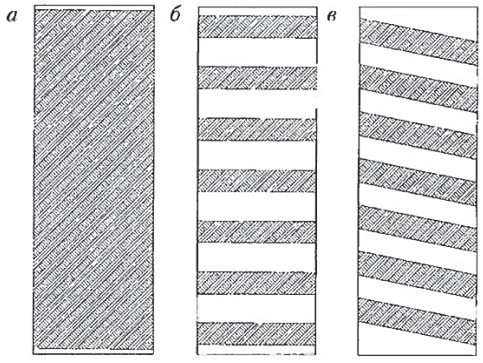


Рис. 6. Основные способы усиления круглых колонн [9]

Экспериментальные исследования показывают, что эффективность усиления колонн прямоугольного поперечного сечения составляет около 50% от усиления круглых колонн [10].

При усилении внецентренно-сжатых конструкций происходит приклеивание полос углепластика в растянутой зоне сечения аналогично изгибаемым элементам, ориентация волокон соосна с направлением действия главных растягивающих напряжений (вертикально) [9,10].

Одним из перспективных направлений использования углепластика для усиления является установка полос ламината в специально подготовленные щели или пазы (рис.7) [10].

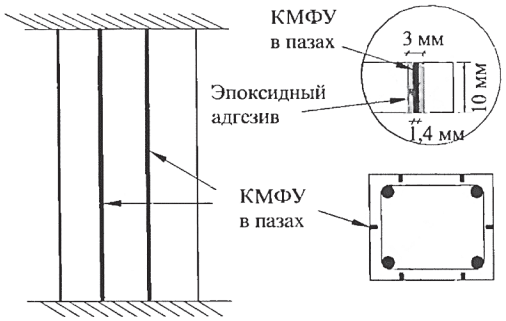


Рис. 7. Усиление железобетонной колонны установкой углеродных полос в пазы [10]

Возникновение новых строительных материалов и технологий связано с поиском эффективных и экономически выгодных способов усиления конструкций. Разработка и применение композиционных материалов на основе углеродного волокна является растущей тенденцией в современном строительстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Есипов, С.М. Композитные материалы для усиления строительных конструкций/ С.М.Есипов, С.И.Меркулов // Образование, наука, производство. - 2015. – С. 2475-2479

2. Есипов, С.М. Анализ и перспективы усиления жбк композитными материалами / С.М.Есипов // Национальная ассоциация ученых. - 2015. - №7(12). – С. 62-65

3. Параничева, Н.В. Усиление строительных конструкций с помощью углеродных композиционных материалов / Н.В. Параничева, Т.В. Назмеева // Инженерно-строительный журнал. - 2010. - №2. – С. 19-22

4. Васильев, В.В. Механика конструкций из композиционных материалов / В.В.Васильев. –М.: Машиностроение, 1988. – 272 с.

5. Бондалетова, Л.И. Полимерные композиционные материалы (часть 1): учебное пособие / Л.И. Бондалетова, В.Г. Бондалетов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 118 с.

6. СП 164.1325800.2014 Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. Правила проектирования. – М.: Минстрой России, 2015. – 52 с.

7. Неволин, Д.Г. Усиление железобетонных конструкций зданий и сооружений различного назначения полимерными композиционными материалами / Д.Г. Неволин, Д.Н. Смердов, М.Н. Смердов. – Екатеринбург: УрГУПС, 2017. – 151 с.

8. Руководство по усилению железобетонных конструкций композитными материалами / Разработано в развитие СП 52-101-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры». - М.: НИИЖБ, 2006. - 48 с.
9. Шилин, А. А. Внешнее армирование железобетонных конструкций композиционными материалами/ А. А. Шилин, В. А. Пшеничный, Д. В. Картузов. – М. : Стройиздат, 2007. – 184 с.
10. Шилин, А. А. Усиление железобетонных конструкций композитными материалами / А. А. Шилин, В. А. Пшеничный, Д. В. Картузов. – М. : Стройиздат, 2004. – 139 с.

УДК 365.48

А. А. Старицына, Н. В. Брайла
ФГАОУ ВО «СПБПУ Петра Великого», Россия
Staritcyna A.A., Braila N.V.
Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, Russia

ИЗМЕНЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К КАЧЕСТВУ ЖИЛЬЯ В РОССИИ
CHANGE OF REQUIREMENTS TO QUALITY OF HOUSING IN RUSSIA

Аннотация. В данной статье рассмотрен актуальный на сегодняшний день вопрос изменения требований к качеству жилья в России. По результатам проведенного анализа сделан вывод о том, что по мере улучшения экономической ситуации и уровня жизни населения требования к качеству жилья растут. Отмечается многообразие современных домов от эконом-класса и выше, что в совокупности с домами построек более ранних эпох позволяет потребителю приобрести жилье, соответствующее собственным требованиям и финансовым возможностям.

Ключевые слова: жилое помещение, качество, эконом-класс, комфорт-класс, бизнес-класс, элитное жилье.

Abstract. In this article the author considers a question of change of requirements to quality of housing in Russia which is very relevant today. Conclusion about a measure of improvement of an economic situation and the standard of living of the population of the requirement to quality of housing grow it is made by results of the carried-out analysis. The variety of modern houses from economy class above in total with houses of constructions of earlier eras allows the consumer to get housing conforming to own requirements and financial opportunities.

Key words: housing, quality, economy class, comfort class, business-class, elite housing.

Сегодня жилище – квартиру, дом, окружающую его территорию – рассматривают как части системы «человек – среда обитания». В качестве основы для оценки жилья используют его физико-строительные и архитектурно-пространственные особенности, но главное – критерии комфортности. К ним относят восприятие среды людьми, обеспечение ресурсами, удаление продуктов жизнедеятельности и удобства управления этими процессами.

Оценка качества жилого здания или помещения базируется на методах квалиметрии – науки, своими корнями уходящей в гуманитарные, медико-санитарные, экологические и специальные технические дисциплины. С точки зрения психологии, первичные потребности человека вытекают из интуитивных нужд организма и определенного видения проблемы личностью. Отсутствие у жилья некоторых важных свойств может вызвать различные заболевания и стрессы, а полноценная среда обитания является не только непременным условием хорошего физического и психического состояния человека, но и стимулирует такие философские абстракции, как потребность в красоте, истине и самовыражении.

Все эти потребности объединены в интегральном понятии «качество», т. е. в совокупности свойств, характеризующих степень пригодности зданий к использованию по назначению и удовлетворение запросов потребителя. По мере перехода на более высокий уровень показатели качества разбивают на частные, последовательно уточняя содержание свойств каждого из них. Так, уже на втором уровне комплексное понятие делят на рациональность и комфортность.

В современных условиях рациональность приобретает особый смысл. Ее закладывают в основу бизнес-плана на самом раннем этапе изучения идеи проекта. На следующем уровне понятие рациональности разделяют на две группы свойств: экономичность и капитальность. Экономические требования являются дополнительным условием качества.

Наиболее емкое понятие, характеризующее качество жилья, – это комфортность. В разные исторические эпохи к жилью предъявляли неравнозначные требования. С ростом технических и экономических возможностей поднимался уровень и увеличивалось количество требований к комфортности. В некоторых случаях изменялась и их функциональная направленность. Например, кухня превратилась не только в место приготовления пищи, но и ее приема, т. е. в кухню-столовую.

В настоящее время комфортность рассматривается как совокупность таких групп свойств как гигиена, функциональность и безопасность.

Наиболее традиционная составляющая комфортности – это гигиена. Обычно под основным показателем гигиены подразумевается тепловлажностный режим в помещениях, который связан с теплотехническими свойствами ограждающих конструкций. Однако, изучения влияния на человека только тепловлажностного режима недостаточно. Необходимо более широ-

кое исследование таких факторов, как экологическая чистота внутренней и наружной среды, звуковой и зрительный комфорт.

В 2014 г. Россия ввела рекордный за всю свою историю объем жилья – 81 млн. кв. м, увеличив показатели почти на 15 % по сравнению с 2013 г. и побив рекорд РСФСР 1987 г. К 2020 г. планируется довести ввод нового жилья до 140 млн. кв. м в год.

По данным ОЭСР, 62 % россиян удовлетворены своим жильем, что является сравнительно низким показателем (в Германии - 93 %), при этом в России один из самых высоких в мире показателей доли населения, живущего в собственном жилье, что стало результатом приватизации в 1990-е и 2000-е гг.

Рассмотрим основные преимущества жилого фонда России:

- По сравнению с Европой и США, дома в России отличаются большей прочностью и лучшей приспособленностью под суровые погодные условия. Дома имеют толстые стены и не рушатся от непогоды, как это часто происходит в США.
- В России повсеместно в городах доступно централизованное горячее водоснабжение в любое время года и централизованная канализация. Эти факторы существенно улучшают санитарное состояние. В той же Италии, для получения горячей воды необходимо тратить дорогую электроэнергию, а отсутствие централизованной канализации приводит к периодическому затоплению улиц нечистотами, которые своевременно не вывезли из выгребных ям.
- Полноценное отопление позволяет россиянам переживать зиму с комфортом, в теплых квартирах, а не в полухолодных помещениях, как часто приходится делать европейцам с их крайне высокой стоимостью коммунальных услуг. А также с их более мягкими зимами, что приводит к тому, что во многих районах вообще практически полностью отказываются от отопления, а осенне-весенние холода и редкие случаи мороза терпят как неизбежное бедствие – по дому ходят и спят в теплой одежде.
- Коммунальные расходы в России в денежном эквиваленте в разы ниже, чем на Западе. Средние расходы российской семьи на жилищно-коммунальные услуги составляют 5000 руб./мес. (2013 г.), что вдвое ниже, чем в Норвегии (11 тыс. руб./мес.) или в Германии (9 тыс. руб./мес.), а расходы на электроэнергию и вовсе в 3-4 раза ниже, чем в большинстве европейских стран. При этом для малоимущих граждан расходы на ЖКУ в значительной мере субсидируются.

Несмотря на то, что более половины россиян удовлетворены своим жильем, имеются и минусы:

- Теплоснабжение в России часто неэффективно из-за устаревшей инфраструктуры, а значительную долю жилищных расходов (около трети от всех расходов) граждан составляют именно расходы на отопление. Впрочем, в 2010-е гг. предпринимаются активные усилия по модернизации теплосетей.

- Низкое качество городской среды. Типично для большинства так называемых «спальных районов» в российских городах, что связано со сложившимися с советских времен негативными традициями застройки, а также с не всегда честной по отношению к будущих жильцам позицией строительного бизнеса, который порой стремится выжать максимум прибыли с участка за счёт повышения плотности застройки и экономии на благоустройстве.

В качестве примера по изменению требований к качеству жилья в России предлагается рассмотреть, как выглядел дом петербургской элиты сто лет назад, и что изменилось на сегодняшний день?

Как именно выглядел дом в дореволюционные времена можно понять по многочисленным описаниям в художественных произведениях. Примером может послужить повесть Толстого «Детство. Отрочество. Юность»: «…и мы вместе пошли вниз. Парадные комнаты, через которые мы прошли, были чрезвычайно велики, высоки и, кажется, роскошно убраны, что-то было там мраморное, и золотое, и обвернутое кисеей, и зеркальное. Ивина в одно время с нами из другой двери вошла в маленькую комнату за гостиной».

Квартира могла принадлежать семье, а могла быть арендована в «доходном доме» – в те времена договоры аренды заключались, как правило, на долгие годы, и часто сам хозяин дома жил в одной из квартир, поддерживая приятельские отношения с жильцами.

Вместе с тем, стоит отметить, что более низкие слои населения, особенно приехавшие в город искать свое счастье, могли арендовать даже не комнату, а всего лишь угол, то есть уровень жилья серьезно отличался в зависимости от дохода горожанина.

Что же было дальше? После 1917 года доходные дома и другую частную собственность «национализировали», а проживающих на «лишних» квадратных метрах стали уплотнять, подселяя в большие квартиры к учителям и инженерам людей более низкого статуса – очень часто это были люди из деревень, бежавшие от голода. Так появились советские коммуналки. Нового жилья почти не строили.

В 1930-е годы стали появляться первые «сталинки» – сперва в стиле конструктивизм, постконструктивизм, а в послевоенные годы – больше в стиле «сталинский ампир». Сочетание классицизма, барокко ампира и еще других стилей. Рассуждая о плюсах жизни в СССР до сих пор некоторые говорят про «сталинки» с особым благоговением, забывая при этом о том, что по сравнению с дореволюционными домами они претерпели самую настоящую деградацию.

Средняя площадь квартир была уменьшена с 200-300 кв. м до 60-90 кв. м, количество комнат с 5-10 уменьшилось до 2-3, в подъезде вместо 4-7 стало по 10-20 квартир, высота потолков уменьшилась с 3,5-4,5 м в дореволюционных постройках до 2,9-3,2 м в «сталинках».

Тем не менее, жить в четырёхкомнатной «сталинке» считалось достойным министра, хотя по сути это была половина обычной дореволюци-

онной квартиры учителя или служащего. Кроме того, так называемые, «рядовые сталинки» изначально строились как коммуналки, и в одну квартиру заселялось несколько семей. К достоинству же домов сталинского периода можно отнести полную обеспеченность инженерными коммуникациями (водопроводом, канализацией и отоплением). Хотя и этот показатель сильно рознился в зависимости от типа дома: наибольшая комфортность обеспечивалась жителям «номенклатурных сталинок», пользующихся спросом у покупателей и сейчас, а вот в «рядовых сталинках», предназначенных для рабочих, все было совсем по-другому.

Далее последовало время «хрущевок». Первые серии этих домов еще пытались строить из кирпича, урезав и уменьшив всё возможное и невозможное. Но затем перешли на более дешевые (как тогда казалось) панели. На бумаге всё было учтено – дома не требовали каркаса и сложных геодезических исследований. Быстро собирались из стандартных плит и не требовали сложного ухода. На деле всё превратилось в немалые расходы по транспортировке панелей на стройки, огромный ущерб для дорог и прочие побочные проблемы. Не говоря уже о просто колоссальной энергонеэффективности зданий.

Из-за тотальной экономии в послевоенное время и стремления обеспечить жильем большее количество населения были уменьшены и урезаны все возможные параметры жилья в СНиП. Высота помещений в «хрущевках» уменьшилась с 2,9-3,2 до 2,3-2,5 м (были даже варианты с потолками 2,2 м). Минимально допустимая площадь комнаты уменьшилась с 14 до 7-8 м2, окошки стали крохотными. А кухня стала таких размеров, что было сложно развернуться двум взрослым людям средней комплекции. Тем не менее, именно дома хрущевской эпохи стали первыми, где обеспечение всеми инженерными коммуникациями было обязательным, чем был задан «новый усредненный уровень обеспечения удобствами».

В 1970-1980-е годы было строительство многоэтажных панельных домов (чаще всего, по 9-16 этажей), которые в народе иногда называют «брежневками». Впрочем, это название прижилось не везде, потому что эти дома строились и в более поздние периоды. А кое-где продолжат строиться до сих пор. По какой-то из причин «брежневки» считаются более качественным жильём, чем «хрущёвки», хотя на деле разница минимальна. Площадь «двушки» в типичной панельной «брежневке» составляет 45-48 кв. м в сравнении с 37-45 кв. м в «хрущевке», и есть раздельный санузел (как и в ряде серий «хрущевок»). Чуть более толстые стены, лифт и потолки не менее 2,5 м.

Что касается сегодняшних дней, то разнообразие жилья по годам постройки и степени комфортности позволяет удовлетворить потребности покупателя практически с любой суммой денег.

Заниматься на государственном уровне классификацией жилья закончили в 1989 году, за два года до распада СССР. Тогда был принят последний ГОСТ, который разделял все дома на общежития и многоквартирные. С тех пор в России никто данному вопросу внимания не уделял. В жи-

лищном кодексе эта тема также не поднимается. Так как федеральные и муниципальные чиновники занимаются преимущественно программами, направленными на улучшение жилищных условий для людей с достатком ниже среднего, им такая классификация тоже без надобности. Кроме того, соотношение критериев в классификации жилья время от времени меняется, а в случае утверждения ее на законодательном уровне ему придется застыть на месте. Следовательно, на создание унифицированной классификации в обозримом будущем рассчитывать не приходится. Так что покупателю, выбирающему свой новый дом в той или иной категории, остается полагаться лишь на собственный здравый смысл.

В данной статье в таблице 1 приведена классификация современного жилья, составленная на основе сравнения различных источников и статей, в частности материалов [1-3].

Таблица 1

Классификация современного жилья

	Эконом	**Комфорт**	**Бизнес**
1 к.кв	От 28 кв. м	От 34 кв. м	От 45 кв. м
2 к.кв	От 44 кв. м	От 50 кв. м	От 65 кв. м
3 к.кв	От 56 кв. м	От 60 кв. м	От 85 кв. м
кухня	До 8 кв. м	От 8 кв. м	От 12 кв. м
Высота потолков	До 2,7 м	Минимум 2,7 м	От 2,75 м
Благоустройство	Минимально-стандартное	Детская площадка, ограждение территории	Ограждение территории, подземный паркинг, охрана
Прочее	-	Консьерж	Консьерж, 2 санузла

Для чего вообще нужна классификация жилья? Дело в том, что ее отсутствие может стать определенной лазейкой для недобросовестного застройщика: например, очевидный комфорт-класс будет позиционироваться как бизнес и выставляться на продажу по завышенным ценам. А ведь разница между этими классами, как видно из таблицы выше, довольно значительна.

В заключение можно сказать, что качество жилья за столь долгий период менялось как в худшую сторону, так и в лучшую. Рассмотрев историю изменения качества жилья на примере петербургской элиты разных эпох, можно все-таки сказать о том, что требования, предъявляемые на сегодняшний день к жилью, направлены в первую очередь на удовлетворение потребностей и интересов граждан России.

На сегодняшний день четкая и объективная классификация, безусловно, поможет всем, кто причастен к первичному рынку, ориентироваться в разнообразии строящегося сегодня жилья. Совершенно ясно представляя себе требования, предъявляемые к определенным классам, потребитель будет знать, что он вправе ждать от компании, позиционирующей свои дома в том или ином сегменте.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Константинов В.Д., Проблема качества жилья в современных условиях: социологические аспекты, Вестник Саратовского Государственного Технического Университета, 2006, 1(16). с. 184-189.
2. Ефимова Н.В., Формирование системы потребительских качеств здания как условия реализации национального проекта «доступное и комфортное жилье – гражданам России», Актуальные вопросы экономических наук, 2008, 1, с. 124-128.
3. Токарев Ю.А., Гужова О.А., Динамика объема и качества жилья в России, Экономические аспекты управления строительным комплексом в современных условиях, 2015, сборник статей, с. 154-158.
4. Тарабукина С.Ю., Симанкина Т.Л., Кирилкина А.А., Эффективность теплоблока в качестве наружной ограждающей конструкции, Строительство уникальных зданий и сооружений, 2017, 3(54), с. 47-62.
5. Simankina T., Braila N., Functional performance of piece of property with account for its level of environmental security, Applied mechanics and materials, 2014, Vol. 584-586, pp. 723-727.

УДК 69.07

Д. А. Страхов, Е. Г. Иванова, А. А. Кутина, А. С. Жеренок
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Россия
Strakhov D.A., Ivanova E.G., Kutina A.A., Zherenok A.S.
Peter the Great Saint-Petersburg Polytechnic University, Russia

СОВМЕСТНАЯ РАБОТА СТАЛЬНЫХ БАЛОК ПЕРЕКРЫТИЯ И СВОДОВ
COLLABORATION OF STEEL FLOOR BEAMS AND VAULTS

Аннотация. В статье исследуется несоответствие результатов традиционных расчетов и действительного характера работы перекрытий в виде стальных балок и сводов. Приводятся рекомендации по расчету несущей способности балки при совместной работе её со сводчатым перекрытием.

Ключевые слова: конструкции; совместная работа стальных балок перекрытия и сводов; балки подвальных перекрытий; прочность и жесткость.

Abstract. The article investigates the discrepancy between the results of traditional calculations and the actual nature of the work of the collaboration of steel floor beams and vaults. Recommendations are given on the calculation of the bearing capacity of the beam when it is operated together with vaults.

Key words: design; collaboration of steel floor beams and vaults; beams of basement overlappings; durability and rigidity.

Конструкции в виде сводчатого перекрытия появились еще в Древнем Риме. Данное изобретение не только преобразовало архитектурный облик зданий, а так же стало свершением в области сопротивления материалов. Так как относительно опор возникла сила, действующая нормально к их направлению, сводчатое перекрытие стало воспринимать нагрузку не только от вертикальных усилий.

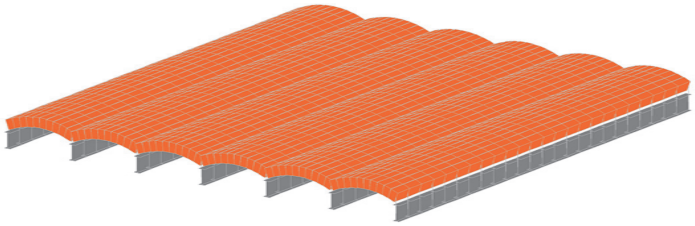
В строительной деятельности использовались различные виды наката и типа сводчатого перекрытия, ведь свод – это, прежде всего, прочная и надежная конструкция. На сегодняшний день в России сохранилось очень много старых зданий с накатом из бетона или кирпичной кладки в виде цилиндрических сводиков по стальным балкам, и многие из них входят в список памятников архитектуры [1]. Особое внимание уделяется их реставрации, но замена элементов в таких исторических конструкциях нежелательна.

В существующих нормативных документах нет методики совместного расчета стальных балок перекрытия и сводов [2]. В практике проектирования принято рассчитывать данную конструкцию традиционным для инженерной практики методом. Балки рассматриваются как независимый элемент системы, а свод прикладывается как нагрузка [3,4,5,6]. При таких расчетах работа сводов не учитывается, это приводит к неудовлетворительному результату расчета перекрытия, тогда как в действительности его несущая способность обеспечивается [7,8]. В данном методе расчета большие погрешности, которые влекут за собой ошибочные выводы и лишние работы по усилению или замене конструкций [9,10,11].

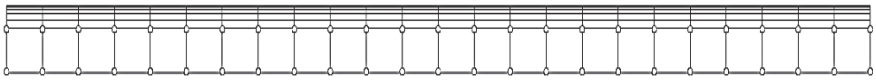
Таким образом, необходимо изучить несоответствие результатов традиционных расчетов и действительного характера работы перекрытий в виде стальных балок и сводов, разработать рекомендации по расчету несущей способности балки при совместной работе её со сводчатым перекрытием [2]. Рассмотрим приближенную модель конструкции, реализованную при использовании программного комплекса «SCAD» [рис.1, а], для определения фактического напряженно-деформированного состояния.

Если предположить отсутствие трения между стальными балками и сводами, то для исследования взаимодействия этих элементов используем расчетную модель, в которой связи между балками и сводами моделируются стержневыми элементами с шарнирами на концах [рис.1, б, в]. В таких связях не возникают поперечные силы, что и соответствует отсутствию трения в реальной конструкции.

а)



в)



б)



Рис. 1. Приближенная расчетная модель конструкции, реализованная в «SCAD»: а – «3-D» модель; б – модель в продольном направлении; в – модель в поперечном направлении

Для данной расчетной схемы исследуем влияние жесткости различных элементов на распределение моментов.

1. Исследование влияния жесткости стоечек на распределение моментов

Для данного исследования используем расчетную схему [рис. 2].

Исходные данные:
Толщина свода 0,13 м;
Шаг пластинок оболочки 20 см;
Двутавр №20, L=6м;
Шаг балок L1=0.93 м

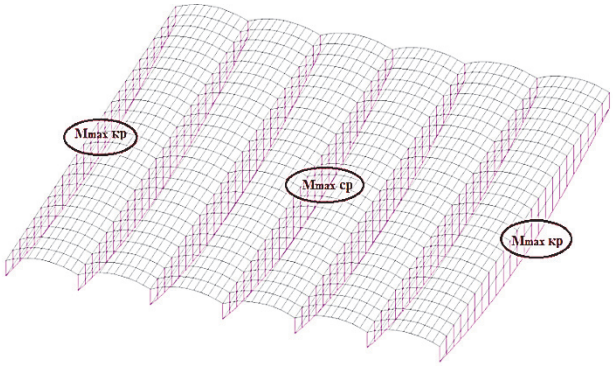


Рис. 2. Распределение изгибающих моментов в двутавровой балке при различных сечениях стержней

Произведен расчет для стоечек с различным сечением, результаты расчета приведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты расчета стальных балок перекрытий при различных сечениях стержней

№	Сечение стержня, см	Значение изгибающего момента по результатам расчета в SCAD, Т·м	
		«Max» в крайней балке	«Max» в средней балке
1	0,2x0,2	2,7	3,63
2	0,3x0,3	2,7	3,62
3	0,4x0,4	2,7	3,62
4	0,5x0,5	2,7	3,61

На [рис. 3] приведен график зависимости изгибающих моментов от жесткости металлических стоечек по результатам табл.1.

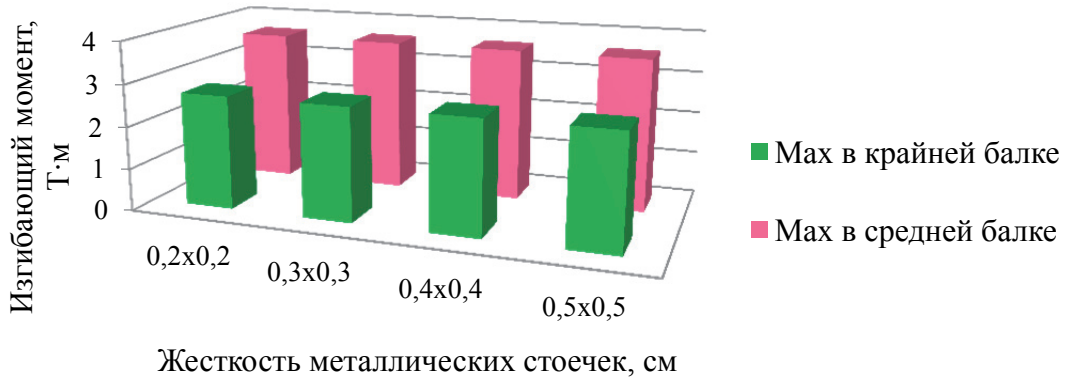


Рис. 3. График зависимости изгибающих моментов
от жесткости металлических стоечек

Вывод: Как видно на [рис.3], от жесткости металлических стоечек мало что зависит, так как в стержнях не возникает изгибающих моментов и поперечных сил, а сама модель не передает трения.

2. Исследование влияния шага пластинок оболочки на распределение моментов

Для данного исследования используем расчетную схему [рис. 4].

Исходные данные:
Толщина свода 0,13 м;
Двутавр №20, L=6м;
Шаг балок L1=0.93 м;
Сечение стержней 0,2x0,2 см;
Шаг пластинок оболочки: S, см.

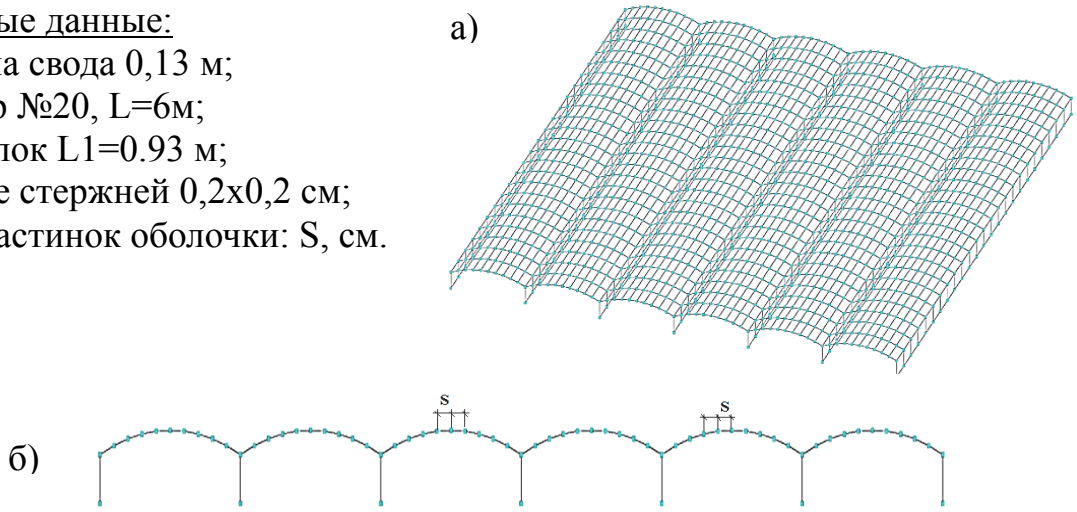


Рис. 4. Приближенная расчетная модель конструкции
при шаге пластинок свода S, см: а – «3-D» модель;
б – в поперечном направлении

Расчет произведен для пластинок оболочки с различным шагом, результаты расчета приведены в табл.2.

Таблица 2

Результаты расчета стальных балок
перекрытий при различном шаге оболочки

№	Шаг пластинок, мм	Значение изгибающего момента по результатам расчета в SCAD, Т·м	
		«Max» в крайней балке	«Max» в средней балке
1	200	2,7	3,63
2	100	2,7	3,65
3	50	2,7	3,65

На [рис. 5] приведен график зависимости изгибающих моментов от шага пластинок оболочки по результатам полученных данных в табл.2.

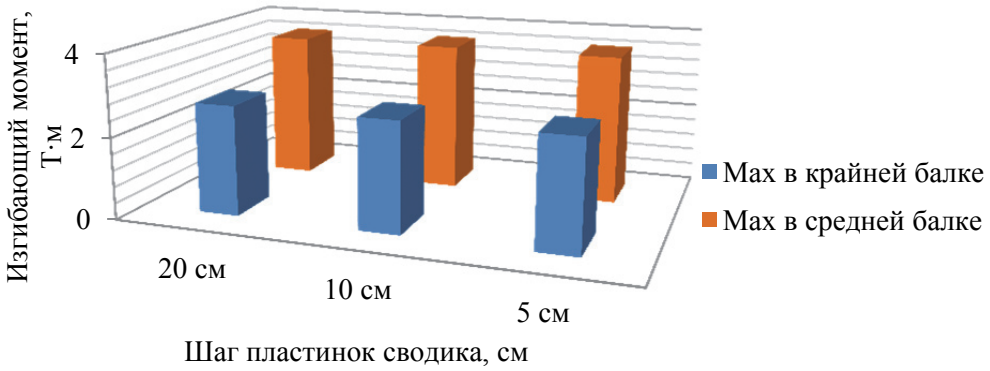


Рис. 5. График зависимости изгибающих моментов
от шага пластинок оболочки

Вывод: Согласно [рис.5], шаг пластинок оболочки не влияет на распределение изгибающих моментов в балке.

3. Исследование влияния количества пролетов на распределение моментов в двутавровых балках №14 и №20

3.1 Для данного исследования используем расчетную схему [рис. 6].

Исходные данные:
Толщина свода 0,13 м;
Шаг пластинок 20 см;
Сечение стержней 0,2х0,2 см;
Двутавр №14, L=6м;
Шаг балок L1=0.93 м.
Кол-во пролетов N шт.

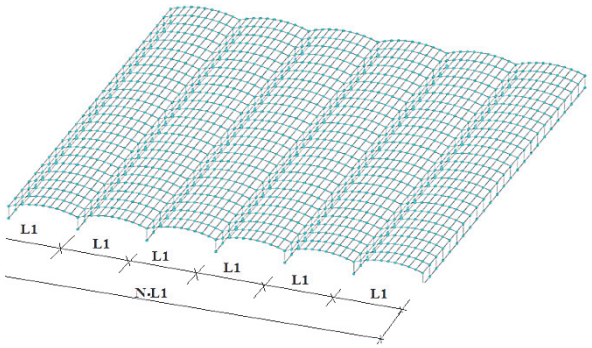


Рис. 6. Приближенная расчетная модель конструкции
при N-ом количестве пролетов

Расчет произведен для двутавровых балок №14 при различном количестве пролетов, результаты расчета приведены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты расчета стальных балок
перекрытий при различном количестве пролетов

№	Кол-во пролетов, шт	Значение изгибающего момента по результатам расчета в SCAD, Т·м	
		«Max» в крайней балке	«Max» в средней балке
1	*2*	*3*	*4*
1	6	2,35	2,53
2	5	2,34	2,44
1	*2*	*3*	*4*
3	4	2,31	2,35
4	3	2,24	2,22
5	2	2,07	2,04
6	1	1,67	1,67

3.2 Для данного исследования используем расчетную схему [рис. 7].

Исходные данные:
Толщина свода 0,13 м;
Шаг пластинок 20 см;
Сечение стержней 0,2х0,2 см;
Двутавр №20, L=6м;
Шаг балок L1=0.93 м.
Кол-во пролетов N шт.

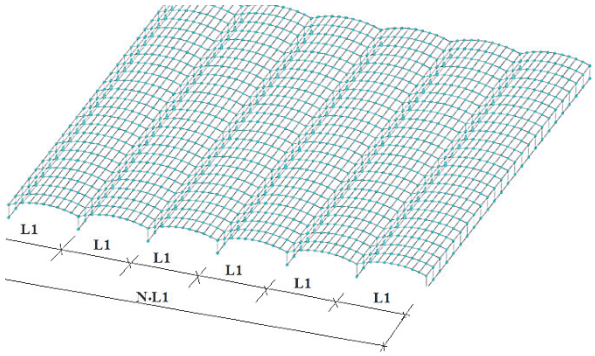


Рис. 7. Приближенная расчетная модель конструкции
при N-ом количестве пролетов

Расчет произведен для двутавровых балок №20 при различном количестве пролетов, результаты расчета приведены в табл. 4.

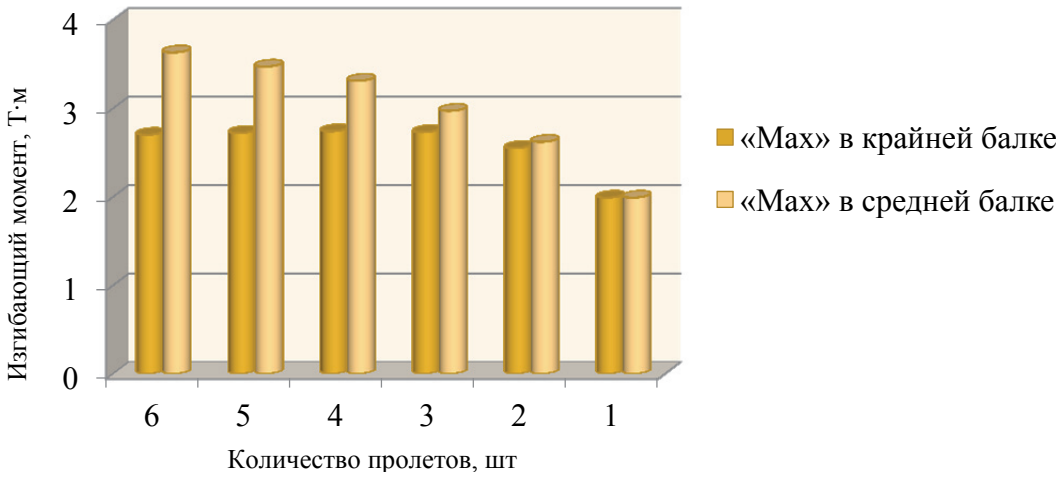
Таблица 4

Результаты расчета стальных балок
перекрытий при различном количестве пролетов

№	Кол-во пролетов, шт	Значение изгибающего момента по результатам расчета в SCAD, Т·м	
		«Max» в крайней балке	«Max» в средней балке
1	6	2,7	3,63
2	5	2,72	3,47
3	4	2,74	3,31
4	3	2,73	2,97
5	2	2,55	2,62
6	1	1,99	1,99

На [рис. 8] приведен график зависимости изгибающих моментов от количества пролетов для двутавровой балки №14 и№20 по результатам полученных данных табл.3 и табл.4.

а)



б)

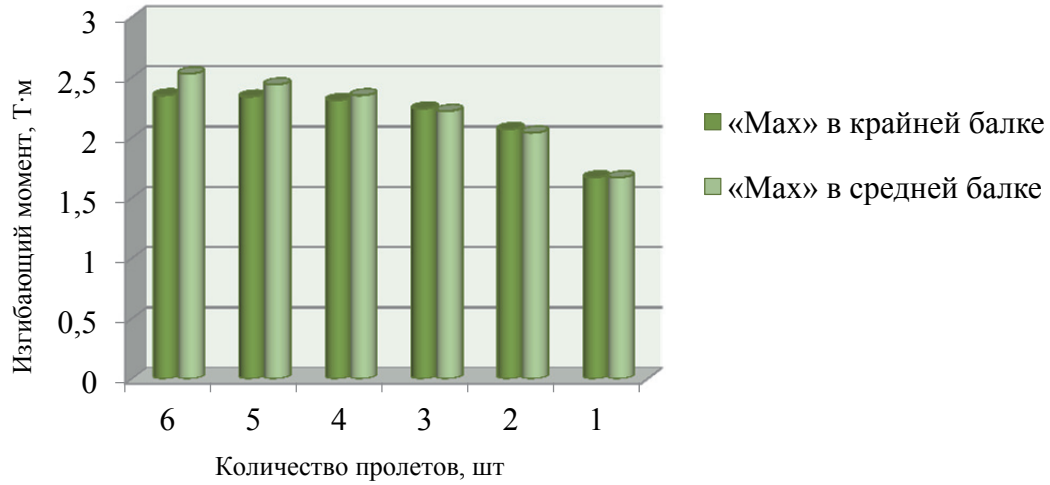


Рис. 8. Графики зависимости изгибающих моментов
от количества пролетов:
а – график для двутавра №14; б – график для двутавра №20

Вывод: Сравнив графики, можно сделать вывод, что при двутавре №20 свод имеет меньшую роль (т.к. двутавр жесткий). При двутавре №14 своды берут на себя большую часть моментов, и больше, чем при двутавре №20. Следовательно, количество сводов нужно принимать во внимание.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Григорьев Ю. С., Фатеев В. В. Анализ напряженно-деформированного состояния сводчатого перекрытия здания, расположенного на улице Почаинской 17 в Нижнем Новгороде // Успехи современного естествознания, 2012. №6. С. 162-167.

2. Страхов Д.А., Иванова Е.Г., Безгин А.А., Захаров Ф.А. Совместная работа стальных балок перекрытия и сводов // Синергия наук. 2016. № 6. − С. 265 − 275.

3. Лахтин Н.К. Расчет арок и сводов. Руководство к аналитическому и графическому расчету арочных и сводчатых перекрытий. М.: Типография Т-ва И. Н. Кушнерев и К, 1911. С.493.

4. Бернгард В.Р. Арки и своды. Руководство к устройству и расчету арочных и сводчатых перекрытий. СПб.: Типография Ю.Н. Эрлих, 1901. С 128.

5. Разживин А.В. Учет несущей способности бетонных сводов при поверочных расчетах сталебетонных перекрытий // Промышленное и гражданское строительство, 2013. №3. С. 45-46.

6. Справочник проектировщика промышленных сооружений. Том IV. Железобетонные конструкции. М.: Главная редакция строительной литературы, 1935. 813 с.

7. СП 16.13330.2011 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*. М., 2011.

8. СП 13-102-2003 Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений. М., 2003.

9. Улыбин А. В., Лаптев Е. А. Особенности обследования перекрытий по стальным балкам с накатом в виде сводиков // Обследование зданий и сооружений: проблемы и пути их решения: материалы VI межд. науч. – практич. конференции – СПБ.: Изд-во Политехнического ун-та, 2015. – С.95-105.

10. Лаптев Е. А., Улыбин А. В., Соколов В. А. Оценка несущей способности перекрытий по стальным балкам с накатом в виде сводиков в зданиях Санкт-Петербурга // Выпускная квалификационная работа магистра, 2016.

11. Улыбин А.В. О качестве инструментального обследования зданий / Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании: Сборник материалов Международной науч. конф.-М.: Изд-во МГСУ, 2015. С. 222-228.

УДК 331.1

Е. О. Сысоев, Е. И. Галкин
ФГБОУ ВО «КнАГУ», Россия
Sysoev E., Galkin E.I.
FGBOU IN "KnAGU", Russia

ВНЕШНИЕ ФАКТОРЫ ВЛИЯЮЩИЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАКАЗЧИКА
EXTERNAL FACTORS AFFECTING THE EFFICIENCY OF THE WORK OF THE TECHNICAL CUSTOMER

Аннотация: В работе рассмотрены главные функции и задачи технического заказчика в строительстве, а также приведены основные внешние факторы, влияющие на эффективную работу технического заказчика и организацию процесса взаимодействия участников строительства на этапах реализации проекта.

Ключевые слова: технический заказчик, застройщик-инвестор, объект капитального строительства, саморегулирующие организации, внешние факторы.

Abstract: The main functions and tasks of the technical customer in construction are considered in the work, as well as the main external factors affecting the effective operation of the technical customer and the organization of the interaction process of the construction participants at the project implementation stages.

Key words: technical customer, developer-investor, the object of capital construction, self-regulating organizations, external factors.

В современных условиях развития строительного комплекса и значительного роста инвестиционной активности, прежде всего на переднем плане необходимо выделить роль такого участника, как технический заказчик.

Определение технический заказчик (далее – Техзаказчик) регламентировано Градостроительным кодексом Российской Федерации. [1]

Для объективной оценки понимания значимости Техзаказчика в строительстве выделяют следующие его функции и основные задачи:

- техническое сопровождение предпроектной и проектной документации, управление проектом на стадии его разработки и согласования;
- организация процесса взаимодействия всех участников, задействованных в реализации проекта, осуществление основной связи между застройщиками-инвесторами, проектировщиками, подрядчиками и согласующими инстанциями;

- осуществление строительного контроля на предмет соответствия выполняемых подрядной организацией строительно-монтажных работ требованиям проектной/рабочей документации, строительных норм и правил.

Учитывая интересы застройщика-инвестора и технического заказчика, последний берет на себя полную ответственность за то, чтобы объект был сдан вовремя и в соответствии с утвержденной документацией.

Для достижения поставленных целей и задач на этапах организации работы технического заказчика формируются определенные внешние факторы, которые задействованы в процессе реализации проекта (рис. 1).

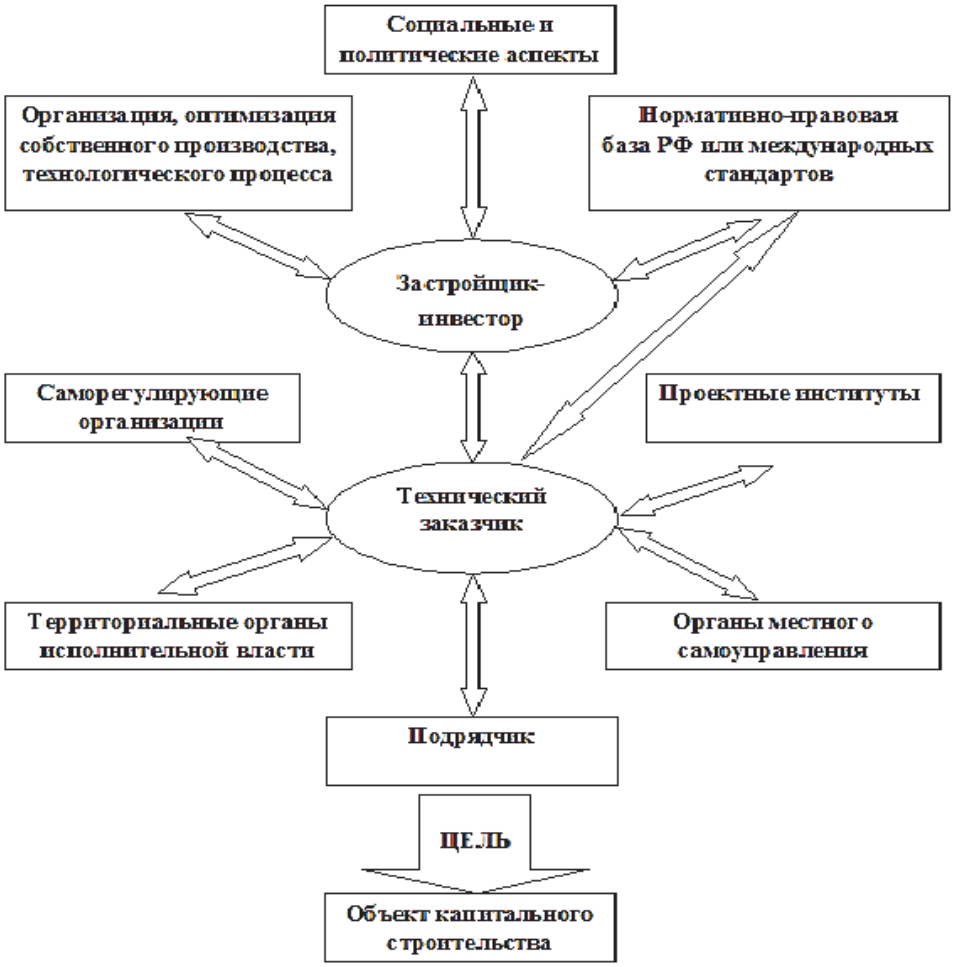


Рис. 1. Схема взаимодействия Техзаказчика

Анализируя вышеуказанную схему необходимо отметить следующие внешние факторы, влияющие на работу Техзаказчика.

Саморегулирующие организации (далее – СРО). Согласно ФЗ [3] функции технического заказчика с 01.07.2017 могут выполняться только членом саморегулируемой организации в области инженерных изысканий, архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта объектов капитального строительства. Данные

изменения в Градостроительном кодексе существенно изменяют финансовую нагрузку организаций осуществляемых функции Техзаказчика, а также обеспечивает дополнительный контроль со стороны СРО. Отсутствие членства в СРО влечет за собой наложение административного штрафа и как следствие аннулирование договоров Техзаказчика.

Проектные институты (организации). Выбор проектной организации осуществляется в строгом соответствии с ФЗ [4] и [5], а также в условиях жестких ограничений на этапе тендерных процедур. Ошибка в выборе компетентной проектной организации может существенно ухудшить параметры инвестиционного проекта, а также получить некачественные проектные решения. Что в свою очередь приведет к затягиванию процесса согласования и утверждения проектной и рабочей документации со стороны Техзаказчика (вплоть до привлечения дополнительных специалистов по входному контролю документации), а в процессе строительства может привести к дополнительным затратам и неоправданным переделкам.

Органы местного самоуправления. При взаимодействии с органами местного самоуправления следует обратить внимание на сроки предоставления пакета документов для получения разрешительной документации на проведение строительно-монтажных работ. Проведение строительных работ в отсутствие разрешения на строительство влечет за собой наложение административного штрафа или приостановку деятельности организации до нескольких месяцев.

Территориальные органы исполнительной власти (Госстройнадзор, Ростехнадзор, Госпожнадзор и т.д.). В случае некачественного исполнения функций Техзаказчика в рамках контроля за подрядными организациями, существует риск наложения со стороны органов исполнительной власти штрафных санкций, а в наихудшем варианте – приостановку реализации проекта, что в свою очередь приведет к срыву ввода объекта в эксплуатацию. Кроме того стоит учесть необходимость своевременного получения от представителей исполнительной власти заключений экспертиз проектной документации, а также заключений о соответствии (ЗОС) объекта капитального строительства проектной документации.

Подрядчик. В соответствии с Федеральными законами о закупках [4] и [5] выбор специализированной подрядной организации осуществляется на конкурсной основе (подрядные торги, тендеры) в условиях существенных ограничений и требований к строительной организации. При заключении договоров на выполнение строительно-монтажных работ, подрядные организации обязуются в установленный договором срок построить определенный объект либо иные строительные работы, а Техзаказчик обязуется создать подрядчикам необходимые условия для выполнения работ. Наличие в штатном расписании Техзаказчика высококфаллифицированного персонала по строительному контролю и организации строительства обес-

печит усиленный контроль за подрядными организациями соблюдения строительных норм и правил, а также выпуска качественной строительной продукции.

Застройщик-инвестор. Немаловажную роль в стабильной работе технического заказчика и всех взаимосвязанных участников проекта играет обеспечение своевременного открытия и непрерывного финансирования строительства и оплаты выполненных работ со стороны застройщика- инвестора. Ограничение такого финансирования может привести к снижению оборотных средств подрядчика и как следствие к приостановке выполнения строительно-монтажных работ.

Нормативно-правовая база РФ или международных стандартов. Изменение нормативно-правовых документов зачастую ведет к дополнительному анализу и пересмотру инвестиционного климата реализации проекта, процессу организации строительства, технологии строительства и т.д. В целях соблюдения законодательства РФ и международных стандартов, Техзаказчику приходится своевременно контролировать изменения в нормативных документах, а также прогнозировать риски, связанные с введением новшеств.

В заключении стоит подчеркнуть, что технический заказчик является не только профессионалом в области строительства, но и компетентным организатором, способным адаптироваться к любым воздействиям внешних факторов, влияющих на его эффективную деятельность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации: фед. закон от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 29.07.2017).

2. Рассоленко К.В., Манухина Л.А. Исследование роли технического заказчика в строительстве // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 10-1. – С. 33-35.

3. Федеральный закон Российской Федерации от 03.07.2016 N 372 «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации».

4. Федеральный закон Российской Федерации от 18..07.2011 N 223-ФЗ (ред. от 07.06.2017) «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц».

5. Федеральный закон Российской Федерации от 05.04.2013 N 44-ФЗ (ред. от 29.07.2017) "О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд

УДК 69.007-05

Л. В. Талипова, Е. Д. Косяков
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Россия
Talipova L.V., Kosyakov E.D.
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬНЫХ УНИВЕРСИТЕТАХ
APPLICATION OF INTERACTIVE METHODS OF TRAINING IN BUILDING UNIVERSITIES

Аннотация. В данной статье рассмотрена проблема обучения студентов комплексному мышлению. Предложен один из методов обучения – интерактивный метод обучения. Рассмотрены варианты использования данных методов. Проведен опрос студентов и выпускников строительных вузов в целях выявления информированности о данном методе образования. Произведен анализ полученных результатов, а также анализ зарубежных практик по использованию интерактивного обучения.

Ключевые слова: интерактивное образование, метод кейсов, деловые игры, бенчмаркинг, стипендиальные программы.

Abstract. In this article the problem of teaching students complex thinking is considered. One of teaching methods is offered – an interactive method of training. Options for using of these methods are considered. Survey of students and graduates of building higher education institutions is conducted for detection of knowledge of this method of education. The analysis of the obtained results is carried out as well as the analysis of foreign practices on use of interactive training.

Key words: interactive education, case study, business games, benchmarking, scholarship programs.

В современном мире мышление высшего порядка совершенно необходимо для понимания и решения сложных практических задач. Не менее важной является способность доносить до широкой публики сложную, специализированную информацию. В эпоху больших данных сложились оптимальные условия для разработки новых исследовательских процессов, которые позволят глубже изучить различные системы и человеческое окружение. Через Интернет ежедневно проходят огромные массивы информации, и во многих отраслях эти бесчисленные наборы данных используются для интерпретации и разрешения сложных проблем. В результате в одной только Великобритании спрос на специалистов по обработке дан-

ных вырастет в следующие пять лет на 243% (данные SAS) [1]. В таких условиях вузы должны обучать студентов использованию новейших инструментов и методов, помогающих в решении сложных проблем и позволяющих систематически влиять на ситуацию посредством правильной коммуникации. Другие новейшие технологии, включая, помимо прочего, семантически структурированные сети и программные средства моделирования, помогают создавать экспериментальные условия, в которых учащиеся могут научиться комплексно и системно мыслить.

Термин «комплексное мышление» описывает способность понимать сложные вещи или разбираться в работе систем, чтобы найти решение проблемы. Комплексное мышление является частным случаем системного мышления, которое определяется как умение понять взаимодействие отдельных элементов целой динамичной системы, работа которой подчиняется определенным временным закономерностям. Еще одним высшим мыслительным навыком является вычислительное мышление, дополняющее комплексное мышление и охватывающее логический анализ и организацию данных, моделирование, абстрагирование и создание симуляций, а также выявление, проверку и реализацию возможных решений. Акцент на этих подходах в образовательном процессе помогает сформировать у учащихся навыки, необходимые для понимания работы реально существующих систем и разрешения комплексных проблем в глобальном масштабе. Трудность этой задачи состоит в том, чтобы обучить комплексному мышлению студентов, ранее не сталкивавшихся с подобными методами решения проблем и связанными с ними техниками коммуникации.

Главным инструментом обучения комплексному мышлению является применение интерактивных методов обучения. К данным методам относятся деловые игры, решение бизнес-кейсов, участие в конвейере проектов, федеральных форумах и т.п.

Целью исследования является выявление вовлеченности студентов в интерактивное образование, а также с помощью метода опроса узнать информированность студентов и выпускников об «инновационном образовании».

В опросе приняло участие 76 студентов и выпускников строительных вузов, из них 51 – в возрасте от 17 до 23 лет, 25 – от 23 и старше.

По результатам данного опроса было выявлено, что у 54 человек (что составляет 71% от общего числа опрошенных) во время учебы применялись интерактивные методы обучения [рис. 1]. Можно сделать вывод, что у большинства студентов и выпускников преподаватели были открыты к инновационному образованию.

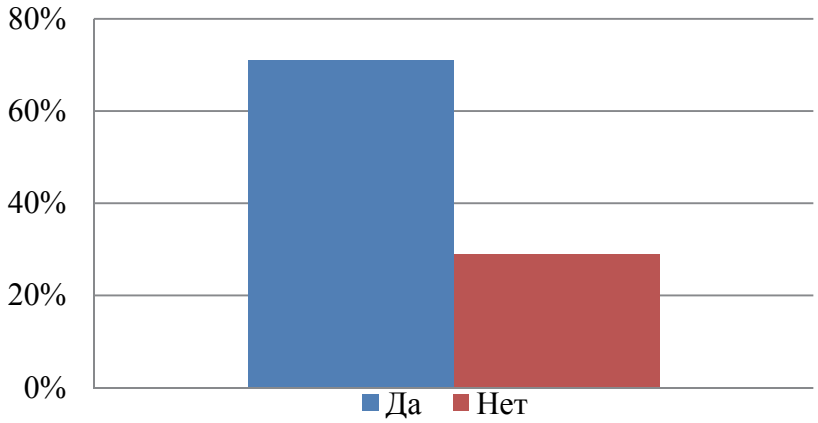


Рис. 1. Результаты опроса о применении интерактивных методов обучения

Далее вопросы были на углубленное выявление методов, с которыми сталкивались опрошенные [рис.2].

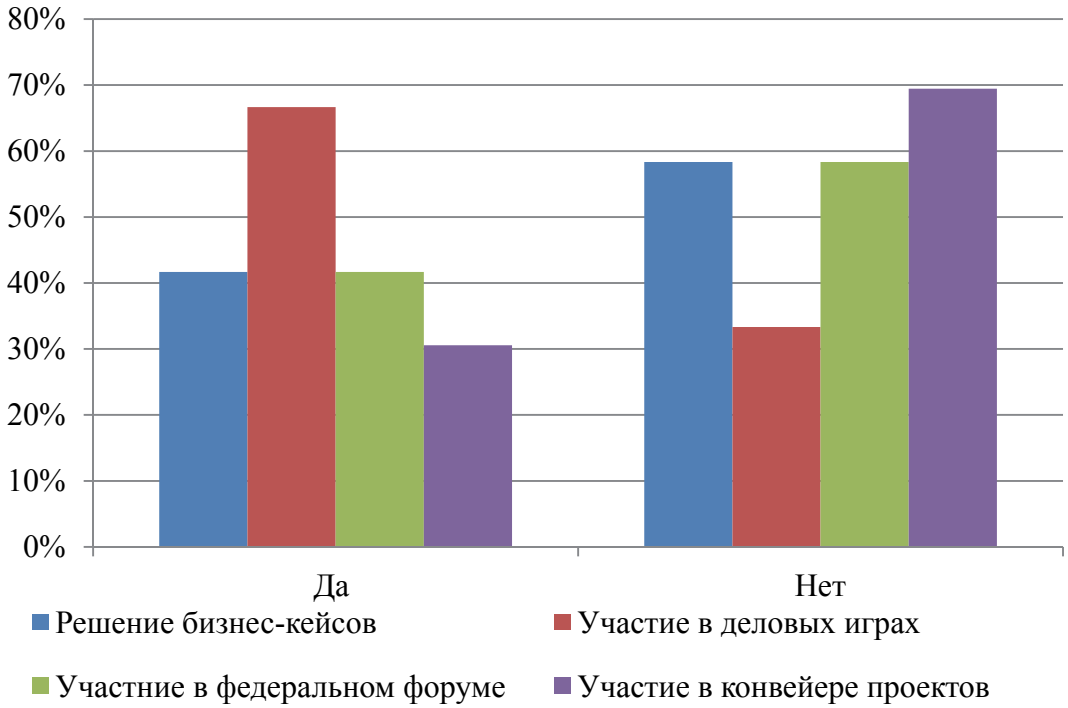


Рис. 2. Результаты опроса о соотношении методов интерактивного обучения

Метод кейсов (англ. Case method, метод ситуационного анализа) — техника обучения, использующая описание реальных экономических, социальных и бизнес-ситуаций. Обучающиеся должны исследовать ситуацию, разобраться в сути проблем, предложить возможные решения и выбрать лучшее из них. Кейсы основываются на реальном фактическом материале или же приближены к реальной ситуации.

Деловые игры – это эффективная форма интерактивного обучения, являющаяся частью карьерных треков, которые способствуют наращиванию деловых компетенций: предприимчивости, командности, проектного мыш-

ления, инновационности студентов. Игры также способствуют повышению делового социального капитала; становлению и развитию надпредмпетных и межпредметных связей, развитию общей командной деятельности.

Деловые игры являются триггером, дающие возможность проявить себя, обнаружить в себе профессиональные и дополнительные личностные преимущества, компетенции, что выступает в качестве профессиональных проб и может быть использовано в дальнейшем инструментом вовлечения и работы с абитуриентами.

Каждый из интерактивных методов обучения дает большое конкурентоспособное преимущество. Они развивают нестандартное мышление, умение находить выход из любой ситуации. Навыки коммуникативного общения, распределение обязанностей, работы в команде, можно развить у студентов применяя инновационное образование.

По данным опроса было выявлено, что деловые игры являются наиболее актуальным методом нестандартного образования, т.к. в нем принимало участие 49 опрошенных, что составляет 66,67% от общего числа. В решении бизнес-кейсов и участие в федеральном форуме принимали участие одинаковое количество опрошенных – 34, что составляет 41,67% от общего числа опрошенных. Самым нераспространенным методом стал конвейер проектов, всего 25 опрошенных (30,56%) проходили через эту процедуру. Конвейер проектов – одна из важных методов интерактивного образования. Данный метод учит защищать свою идею, презентовать ее. Быть готовым внести изменения на любой стадии развития проекта, а также отказаться от своей идеи, либо объединить усилия с другой командой подобного проекта. Данная процедура очень полезна студентам-инноваторам.

Опыт работы в команде имеется у 80% опрошенных (61 человек).

Далее были заданы вопросы – «Знаете ли вы какие форумы пройдут этим летом (2017г)?», «Знаете ли вы что такое бенчмаркинг тур?», с целью выяснить, какой процент опрошенных владеет информацией о некоторых категориях инновационного образования. Опрос показал, что 41,67% опрошенных знают о предстоящих форумах и собираются принять участие в них, всего 19,44% знают, что такое бенчмаркинг тур. Эти данные говорят о том, что даже имея во внешнем мире бесчисленное множество информации, многие студенты не обращают внимание на возможности всестороннего развития личности. Мало кто интересуется вопросом «Где и при каких условиях я могу получить инновационное образование?». Данный фактор (нежелание студентов развиваться, их заблуждение, что имея лишь теоретические знания можно «выжить» во внешней среде) не дает условий для скорого развития инновационного образования, при том, что государство создало для этого все условия.

Бенчмаркинг – один из способов исследования, предполагающий изучение передового опыта в отрасли. Результат бенчмаркинга – подборка

лучших практик от компании-лидера, которые можно использовать в своей деятельности.

Заключительным вопросом исследование был «Являетесь ли вы получателем именной стипендии?». Именная стипендия назначается не только за достижения в образовании, науке и спорте. Для того, чтобы получить именную стипендию нужно пройти немало этапов, показав при этом умения решать кейсы, работать в команде. Лишь 16,67% опрошенных являются обладателями именных стипендий.

Интерактивные методы обучение – это не будущее. Это настоящее, это способность повысить свою конкурентоспособность. Также одним из действующих механизмов инновационного образования является участие студентов и выпускников в стартап-проектах. В настоящее время в России создано достаточно платформ для развития своей идеи.

Интерактивные методы обучения являются основой для создания комплексного мышления. На данный момент существует достаточно механизмов для инновационного образования. Одной из причин игнорирования студентами получения данных навыков – это незаинтересованность в получении образования за пределами университета.

При применении методик интерактивного обучения, вместо монотонных лекций преподаватели смогут добиться заинтересованности студентов в данном предмете, а также повысить их знания. При нестандартном обучении информация усваивается во много раз быстрее. Данный вид обучения являются не столько теоретическим, сколько практическим. При выходе из институтов студенты будут иметь практический багаж знаний, что позволит повысить их конкурентоспособность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Data Scientist. [Электронный ресурс]. SAS Global Certification Program. [Б.м.], 2017. URL: https://www.sas.com/en_us/certification/credentials/advanced-analytics/data-scientist.html (дата обращения: 16.11.2017)

2. Data Journalism Handbook. [Электронный ресурс]: [Б.м.], 2017. URL: http://datajournalismhandbook.org/1.0/en/index.html (дата обращения: 16.11.2017)

3. Современные проблемы строительной науки, техники и технологии. Брайла Н.В., Лазарев Ю.Г., Романович М.А., Симанкина Т.Л., Улыбин А.В. Учебное пособие / Санкт-Петербург, 2017.

4. Управление недвижимостью [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н. В. Брайла, О. Н. Попова, М. А. Романович, Т. Л. Симанкина; Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Инженерно-строительный институт, Кафедра "Строительство уникальных зданий и сооружений".– Электрон. текстовые дан. (1 файл: 6,10 МБ).–

Санкт-Петербург, 2017– Загл. с титул. экрана .– Свободный доступ из сети Интернет (чтение, печать, копирование).– Текстовый файл.– Adobe Acrobat Reader 7.0.– <URL:http://elib.spbstu.ru/dl/2/s17-183.pdf>.– URL:http://doi.org/10.18720/SPBPU/2/s17-183

5. Кластеры – основа формирования эффективной инновационной системы Санкт-Петербурга. Талипова Л.В., Косяков Е.Д., Усова М.К., Семёнов Д.А. В сборнике: Наука и инновации в XXI веке: актуальные вопросы, открытия и достижения. Сборник статей победителей IV Международной научно-практической конференции: в 3 ч. 2017. С. 290-294.

6. Methods for converting industrial zones. L Talipova L., Kosyakov E. and Polyakova I. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science Vol. 90 (2017).

7. Создание бизнес-инкубатора при строительном вузе, как один из современных методов коммерциализации инновационного продукта на строительном рынке. Талипова Л.В., Ельцов Д.С., Ибрагимов Р.А., Кутина А.А. В сборнике: World science: problems and innovations сборник статей победителей V международной научно-практической конференции. 2016. С. 484-488.

УДК 69.07

А. А. Трусова, П. А. Начкина, В. Ф. Мущанов
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский Политехнический университет Петра Великого», Россия
ГОУ ВПО «ДонНАСА», Украина
Trusova A.A.; Nachkina P.A.; Mushchanov V.F.
FSAEI HL «Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University», Russia
SEI HPL «DonNACA», Ukraina

РАЦИОНАЛЬНЫЕ ФОРМЫ ПЛОСКИХ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ СТАЦИОНАРНЫХ ПОКРЫТИЙ НАД ТРИБУНАМИ РЕКОНСТРУИРУЕМЫХ СТАДИОНОВ
RATIONAL FORMS OF THE FLAT BEARING CONSTRUCTIONS OF STATIONARY COVERINGS OVER THE STANDS OF RENOVATED STADIUMS

Аннотация. В данной статье проведено исследование двух типов плоских несущих конструкций (рамно-консольной и ванто-балочной), применяемых в схемах стационарных покрытий над трибунами стадионов. Осуществлено построение моделей конструкций в вычислительном комплексе SCAD. Проведен анализ полученного напряженно-деформированного состояния

конструкций, в результате которого были подобраны сечения и проведено сравнение технико-экономических характеристик рассматриваемых конструкций.

Ключевые слова: плоские несущие конструкции, рамно-консольная схема, ванто-балочная схема.

Abstract. In this article a study of two types of flat-bearing structures (frame-cantilevered and braced-beam), used in the schemes of stationary covering over the stands of stadiums. Modelling structures in computing complex SCAD was done. The analysis of the obtained stress-strain state of the structures and comparison of the technical-economic characteristics of considered structures were carried out.

Key words: flat bearing structures, frame-cantilevered scheme, braced-beam scheme.

В соответствии с требованиями международных футбольных организаций возведение покрытий над трибунами стадионов является необходимым критерием эффективной эксплуатации спортивных сооружений. Крыша-навес служит для защиты зрителей от солнечных лучей и атмосферных осадков [1]. Соблюдение этого требования создаст комфортные условия для просмотра матчей. Конструктивные решения самых больших стадионов мира, отвечающих этим требованиям, различны и могут быть отнесены к следующим типам схем: консольные и рамные покрытия, ванто-балочные покрытия, подвешенные оболочки и структуры, стержневые оболочки покрытий, висячие покрытия (вантовые сети и мембранные оболочки) [2]. Ниже представлены наиболее известные стадионы с описанием конструктивных схем покрытий, которые в этих проектах были применены.

1. Олимпийский стадион в Берлине, реконструированный последний раз в 2004г., имеет поддерживающие конструкции покрытия в виде легких консольных стальных конструкций, выступающих над трибунами. В верхних уровнях трибун конструкции покрытия, парящего над стадионом, поддерживают 132 внешних стальных опоры и 20 тонких стальных колонн, размещенных в трибунах, имеющих диаметр основания 250 мм.

2. Покрытие стадиона Олд Траффорд, также лежит на консольных опорах, которые начали устанавливать на стадионе в 1965 году на Северной и Южной трибунах взамен старых. Последняя реконструкция по расширению вместимости завершилась весной 2006 года.

По конструктивному решению наиболее часто применяются балочные и рамные покрытия, которые и были выбраны для исследования в данной статье.

Главной задачей для реконструкции стадионов является приведение их технико-экономических показателей в соответствии с требованиями и

рекомендациями ФИФА, что позволит помимо продления срока службы сооружения, обеспечить его надежность, функциональность и снижение затрат на его эксплуатацию.

Исследованию, анализу и расчету большепролетных покрытий, какими и являются покрытия спортивных сооружений, посвящены работы Еремеева П.Г. и др. авторов [4-7]. Однако решение по выбору конструктивных схем покрытий, которые могли бы использоваться при проектировании навесов над типовыми маломестными стадионами с технико-экономическим обоснованием целесообразности применения тех или иных видов конструкций при различной длине вылета, в них предложено не было. Поэтому авторы ставят целью настоящей статьи – определение и обоснование экономической целесообразности применения различных конструкций навесов для разработки оптимальных решений покрытий для относительно малых стадионов различной вместимости. Для этого решаются несколько задач: определение расхода материалов при заданной ширине навеса; сравнение основных технико-экономических показателей плоских несущих конструкций на примере покрытий стадионов относительно малой вместимости.

Решение поставленной задачи представляет собой многовариантное проектирование.

Были разработаны конструктивные схемы для навеса над трибунами с уклоном 30°, являющимся оптимальным для обзора игрового поля [1].

Для получения результатов были рассмотрены 2 варианта конструктивных решений навесов на отдельно-стоящем фундаменте с опиранием в верхней части опоры навеса на несущие конструкции трибун при заданных вылетах консоли 10 и 20 м, с шагом опорных стоек 7,2 м, и высотой 11,5 м.

Для рамно-консольной схемы, представленной на рисунке 1 используем консольное покрытие со стальными опорами, расположенными по внешнему контуру спортивной арены. На опоры установлены главные консольные фермы. Главные фермы имеют треугольное поперечное сечение и выполняются сварными из профильных труб.

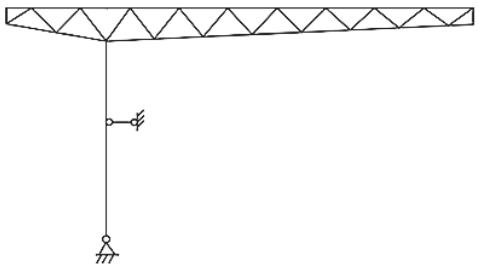


Рис. 1. Рамно-консольная схема

Для ванто-балочной схемы в качестве опор используем мачты, на которые через стальные тросы (ванты) передается нагрузка от конструкций покрытия.

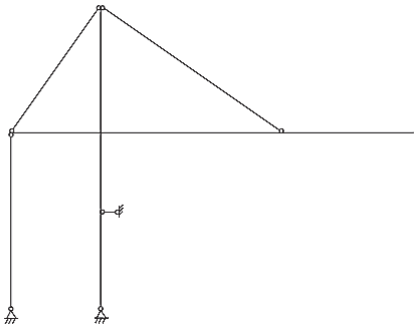


Рис. 2. Ванто-балочная схема

Оба типа расчетных схем были созданы в программном комплексе SCAD. Элементы покрытия заданы стержневыми конечными элементами.

В конструкции кровельного пирога в качестве несущего слоя кровли используем листы профилированного настила марки Н70-750-0.7. На профнастил укладываем слой пароизоляционной пленки. В качестве звукоизоляции используем плиты из минерального волокна. Внешний слой покрытия - полимерная мембрана.

Выбор данного типа покрытия обусловлен его универсальностью и возможностью применения даже при малом уклоне, способностью выдержать значительные ветровые и снеговые нагрузки. Суммарная расчетная нагрузка от веса данного типа кровли составляет 12,25 кг/м2.



Рис. 3. Конструкция кровли, принятая для расчета

Нагрузки на покрытие от веса снега и действия ветра были приняты для Санкт-Петербурга. Расчетные значения вычислены по СП 20.13330.2016 [3] для типа местности В, принимая во внимание, что именно в районах с неплотной и невысокой городской застройкой будет являться актуальным сооружение крытых трибун, улучшающих как архитектурное восприятие, так и функциональность сооружения. Еще одно принятое допущение – возможность установки конструкции покрытия по всему периметру игрового поля. Таким образом, в расчетах была принята снеговая нагрузка величиной 166 кг/м2.

Так как в данной статье рассматривается горизонтально расположенный навес, то для определения величины ветрового воздействия на конструкции, были рассмотрены 2 типа схем [3] при отрицательном давлении ветра, являющихся наиболее неблагоприятными с точки зрения действия изгибающих моментов в несущих конструкциях покрытия. Значения аэродинамических коэффициентов для данных схем представлены на рисунке 4.

Одним из преимуществ схемы [рис.4, а] является положительная работа ветра на НДС конструкции: ветровые потоки направлены в противоположную сторону от собственного веса конструкций.

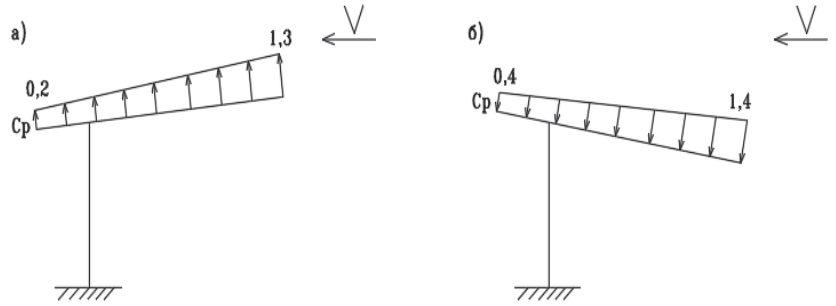


Рис. 4. Аэродинамические коэффициенты при:
а – отрицательном давлении ветра; б – положительном давлении ветра

В действительности, ввиду отсутствия в нормах схожих с рассматриваемыми конструкций, для более точного определения характера действия ветра, требуется проведение аэродинамических испытаний. Также в настоящей статье авторы не затрагивают вопрос использования защитных экранов, которые, по результатам эксперимента, выравнивают давление по ширине навеса [2].

Сечения элементов конструкции были подобраны из анализа их напряженно-деформированного состояния. Максимальное продольное усилие в элементе верхнего пояса фермы составило 308 т для схемы с вылетом консоли равном 20 м.

Результат подбора сечений позволил определить расход материала для каждого из рассматриваемых видов конструкции, показатели для всех рассматриваемых схем сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Расход стали на несущие конструкции навесов

Схема	Конструктивное решение покрытия	Расход стали на несущие конструкции, т	
		при вылете консоли, м	
		10	20
1 вариант	Рамно-консольная	8,53	17,81
2 вариант	Ванто-балочная	3,97	9,15

Расход стали на прогоны и настил, а также на связевые элементы между элементами конструкций в общем каркасе сооружения, в расчете не учитывались.

Полученные результаты показали, что для рассматриваемых в настоящей работе вылетов консоли навеса более экономичным решением с точки зрения расхода стали будет применение второго варианта конструкции. Однако, стоит отметить, что при уменьшении длины вылета, масса ферменных конструкций существенно снижается, главным образом за счет уменьшения числа элементов фермы. Кроме того, такая конструкция предполагает установку большего числа связей, в том числе, по нижнему поясу фермы для обеспечения устойчивости. Дальнейшее развитие и поиск универсального решения, применимого для более широкого диапазона длин, предполагает изучение большего числа вариантов с различной длиной вылета.

Также в перспективе изучения вопроса оптимизации рассматриваемых конструктивных схем авторы ставят разработку и учет расхода материала на детали и крепежи узловых соединений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Футбольные стадионы. Технические требования и рекомендации. Официальная публикация ФИФА, 5-е полностью переработанное издание. – FIFA-Strasse 20 P.O. Box 8044 Zurich. Switzerland. – 2011. – 442 с.

2. Горохов Е. В., Мущанов В. Ф., Кинаш Р. И., Шимановский А. В., Лебедич И. Н. Конструкции стационарных покрытий над трибунами стадионов. – Макеевка, РИО ДонНАСА, 2008. – 404 с.

3. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85.

4. Еремеев П.Г. Разработка, исследование, проектирование и возведение большепролетных металлических конструкций уникальных зданий и сооружений //Вестник НИЦ Строительство. – 2009. – №1. – С. 107-122.

5. Еремеев П.Г. Особенности проектирования уникальных большепролётных зданий и сооружений //Современное промышленное и гражданское строительство. – 2006. – Т. 2. № 1. – С. 5-15.

6. Ляхович Л.С., Перельмутер А.В. Некоторые вопросы оптимального проектирования строительных конструкций //International Journal for Computational Civil and Structural Engineering Т. – 10. № 2. – С. 14-23.

7. Kinash R., Kopylov O., Walaszczyk J. Research on the influence of stadium’s roof shape on its aerodynamic load //Environmental effects on buildings, structures, materials and people. – 2007. – PP. 97-109.

УДК 331.1

Е. А. Тулинова, Е. О. Сысоев
ФГБОУ ВПО «КнАГУ», Россия
Tulinova E.A., Sysoev O.E.
FSEIHPL «KnASU», Russia

ОСНОВНЫЕ ФОНДЫ КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОСТИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
KEY FUNDS AS THE FACTOR OF THE SUSTAINABILITY OF A BUILDING ENTERPRISE

Аннотация. В статье раскрывается теоретическая и практическая сущность основных фондов и их роли при формировании финансовой устойчивости строительного предприятия. Рассмотрены понятия основных фондов и их места в структуре активов предприятия. На основе анализа подведены итоги с заключением оценки влияния основных фондов на устойчивость строительного предприятия.

Ключевые слова: основные фонды; строительное предприятие; финансовая устойчивость; финансовый менеджмент.

Abstract. The article reveals the theoretical and practical essence of fixed assets and their role in the formation of financial stability of a construction enterprise. The concepts of fixed assets and their place in the structure of the enterprise's assets are considered. Based on the analysis, the results were summed up with the assessment of the impact of fixed assets on the stability of the construction enterprise.

Key words: fixed assets; Construction company; Financial sustainability; financial management.

Современные условия национальной экономики России имеют многочисленные риски, влияющие на все отрасли производства, включая и сектор строительства. Среди основных негативных факторов девальвация рубля, высокие процентные ставки на денежно-кредитном рынке и снижение уровня покупательной способности потребителей. Для того, чтобы финансовая устойчивость предприятия строительной отрасли была на высоком уровне, руководству предприятия необходимо уделять особое внимание своей структуре активов, среди которых основные фонды.

Основные фонды – это совокупность производственных, материально-вещественных ценностей, которые действуют в процессе производства в течение длительного периода времени, сохраняют при этом на протяжении всего периода натурально-вещественную форму и переносят их стоимость на продукцию по частям по мере износа в виде амортизационных отчислений [1].

Согласно общероссийской практики, основные фонды разделяются на две ключевые группы [2]:

- материальные основные фонды;
- нематериальные основные фонды.

К ним же относятся различные объекты, средства, инструменты и активы, которые и формируют весь объем основных фондов. Но, поскольку наша статья касается обеспечения финансовой устойчивости строительного предприятия, обратим внимание на отдельные элементы основных фондов, которые столь важны в данной отрасли бизнеса.

Наиболее важными комплектующими основных фондов для строительной компании являются производственные сооружения, здания, машины и оборудования, инвентарь, транспортные средства и промышленные технологии. Тем самым, именно эти активы принимают активное участие во время строительства.

Основные производственные фонды предприятий совершают хозяйственный кругооборот, который состоит из следующих стадий: износ основных фондов, амортизация, накопление средств для полного восстановления основных фондов, их замена путем осуществления капитальных вложений [3].

Любые объекты основных фондов подвержены физическому и моральному износу, т.е. под влиянием физических сил, технических и экономических факторов они постепенно утрачивают свои свойства, приходят в негодность и не могут далее выполнять свои функции. По этой причине, руководству любого строительного предприятия необходимо уделять весомое внимание вопросу об замене составляющих основных фондов. В случае, если это не делать, будет возникать все больший уровень морального и физического износа, что повлияет на производительность основных средств.

Далее, износ и снижение производительности основных фондов, что стоит называть фондоотдачей, приводит к снижению объема производства, производительности труда, экономических показателей (объем продаж и выручки), и в конечном итоге, становится причиной для возникновения финансового кризиса на уровне предприятия.

Фондоотдача рассчитывается по данной формуле:

$$Ф_о = \frac{В}{Ф_{осн}}$$

где В – выручка, $Ф_{осн}$– основные средства.

Также, для экономического анализа используется показатель фондоемкости, который имеет обратную формулу:

$$Ф_е = \frac{Ф_{осн}}{В}$$

где $Ф_{осн}$– основные средства, В – выручка.

Поэтому, для повышения устойчивости строительного предприятия необходимо повышение уровня фондоотдачи, что, как правило, возможно с помощью таких мер:

- оптимизация структуры парка машин и оборудования;
- ускорение темпов обновления парка машин и оборудования;
- сокращение простоев оборудования.

В результате, с помощью данных мер будет повышена эффективность работы основных фондов, которые, в свою очередь, повлияют и на фондоотдачу, и на финансовую устойчивость любого предприятия строительной отрасли.

Вывод: главной рекомендацией по улучшению финансовой устойчивости предприятия это устранение дисбаланса в активах и пассивах предприятия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Волков О.И., Скляренко В.К. Основные фонды предприятия: понятие, классификация, учет и оценки // ИнтерСервис. URL: http://interservis.info/lib/i7/12_1.html (дата обращения 06.07.2017).
2. Основные фонды // Grandars. URL: http://www.grandars.ru/student/statistika/osnovnye-fondy.html (дата обращения 06.07.2017).
3. Грибов В., Грузинов В. Основные фонды предприятия // Центр креативных технологий. URL: https://www.inventech.ru/lib/predpr/predpr0023/ (дата обращения 06.07.2017).

УДК 72.025.5

Е. А. Тучин, А. А.Кирилкина, В. В. Комиссаров
Санкт-Петербургский Политехнический университет Петра Великого, Россия
Tuchin.E.A., Kirilkina A.A., Komissarov V.V.
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Russia

МЕТОДИКА ВЫБОРА БУДУЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ РЕФУНКЦИОНАЛИЗИРУЕМОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ОБЪЕКТА
METHOD OF CHOOSING THE FUTURE DESIGNATION OF RE-FUCTIONALIZED INDUSTRIAL OBJECT

Аннотация. В статье из спектра возможных вариантов дальнейшего использования промышленного здания выделяется процесс рефункционализации, приводится методика, согласно которой возможен выбор наиболее наилучшего варианта использования по другому назначению.

Ключевые слова: рефункционализация, перепрофилирование, промышленные здания.

Abstract. In the article, from the range of possible options for further use of an industrial building, the process of re-functionalization is singled out, a procedure is adopted, according to which the choice of the best variant of use for a different purpose is possible.

Key words: structure, re-fuctionalization, re-profiling.

В настоящее время, в крупных городах и мегаполисах, большинство предприятий, располагаемых в историческом центре и других важных для развития города территориях, переводятся за пределы города, или их работа прекращается. Данный процесс, как правило, стимулируется органами государственной и муниципальной власти. Например, в Санкт-Петербурге, согласно Постановлению №495, от 23 июня 2014 года одним из основных направлений (приоритетов) государственной политики Санкт-Петербурга в части инновационно-технологического развития промышленности и агропромышленного комплекса Санкт-Петербурга является: «Содействие реструктуризации промышленности Санкт-Петербурга с учетом необходимости ее более рационального территориального размещения, формирования и развития кластеров».

В связи с данной тенденцией, встает вопрос о принятии решений по дальнейшему использованию промышленных территорий и расположенных на них зданий.

Среди всех возможных вариантов дальнейшего использования промышленного здания после окончания его срока эксплуатации возможно множество вариантов [1]. Каждое из состояний промышленного объекта предопределено управляющим решением, выносящимся уполномоченным на то лицом. С точки зрения изучения, ввиду неоднозначности принимаемого решения и сложности процесса, наиболее интересен для изучения процесс рефункционализации (выделен на схеме красным).



Рис. 1. Схема возможных состояний промышленного здания после окончания срока эксплуатации

Для проведения полноценного анализа всех возможных вариантов будущего назначения следует собрать все необходимые входные данные. Необходимый перечень таких данных приведен ниже:

1. Задокументированное принятие решения о рефункционализации или исследовании процесса рефункционализации.

2. Законодательные и нормативно-правовые акты:

- Законы, указы, постановления, распоряжения президента, правительства, министерств РФ;
- Постановления, указы, распоряжения губернатора, правительства СПб;
- Нормативные документы: ГОСТ, СП, СНиП и др.

3. Ограничения Заказчика по:

- стоимости проведения рефункционализации;
- сроку реализации проекта;
- спектру возможных назначений перепрофилирования;
- миниимальному сроку окупаемости, чистому дисконтрованному доходу;
- другое.

4. Данные об объекте исследования:

- Технический паспорт здания;
- Градостроительный план участка;
- Паспорт культурного наследия;
- Результаты предыдущих изысканий (в т.ч. обследований);
- Проектная документация;
- другое.

Анализ выбора будущего назначения перепрофилируемого промышленного объекта может быть начат только тогда, когда все возможные данные из вышеуказанного перечня будут собраны.

Первый этап исследуемого процесса является – **анализ факторов, влияющих на рефункционализацию**.

Факторы, учитываемые при проведении перепрофилирования разбиты на три функциональные группы и приведены ниже в табл.1.

Таблица 1

Градостроительный фактор	**Объемно-планировочный фактор**	**Экономический фактор**
1. Анализ местоположения. 2. Градостроительные требования (ПЗЗ и ЗРЗ).	1. Охранный статус и предмет охраны. 2. Анализ объемно-планировочных характеристик. 3. Анализ конструктивной системы и технического состояния.	1. Анализ конкурентной среды. 2. Анализ плана экономического развития региона. 3. Стоимость обязательных восстановительных мер.

На основе анализа вышеуказанных факторов методикой предусматривается следующие выводы:

1. Выделение основных вариантов перепрофилирования, например:

– жилая функция;
– общественно-деловая функция;
– учебно-образовательная функция;
– музейно-выставочная функция;
– спортивно-оздоровительная функция;
– логистическая функция;
– другие варианты функционального назначения.

Рекомендуется выделять не более пяти возможных назначений рефункционализации.

2. Постановка требований к объекту перепрофилирования:
– требования к территории;
– требования к внешнему облику здания.
– требования к несущим конструкциям.
– требования к объемно-планировочным решениям.

Второй этап исследуемого процесса является – **анализ наложения вариантов перепрофилирования на существующий объект**.

Анализ наложения вариантов перепрофилирования на существующий объект предусматривается проводить в три фазы.

1. Создание таблицы основных требований вариантов перепрофилирования (табл.2).

Требования компилируются из результатов анализа факторов, влияющих на рефункционализацию и подразделяются на две основные категории: градостроительные требования; объемно планировочные и технические требования. При этом требования к архитектурным решениям фасадов относятся к градостроительной категории, а внутренние архитектурные решения к объемно-планировочным требованиям.

Таблица 2

Вариант функционального назначения	**Градостроительные требования**	**Объемно-планировочные и технические требования**
Назначение 1	Требование 1.1 Требование 1.2 … Требование 1.i	Требование 1.1’ Требование 1.2’ … Требование 1.i’
Назначение 2	Требование 2.1 Требование 2.2 … Требование 2.j	Требование 2.1’ Требование 2.2’ … Требование 2.j’
…	…	…
Назначение m	Требование 3.1 Требование 3.2 … Требование m.k	Требование 3.1’ Требование 3.2’ … Требование 3.k’

2. Создание общей планировочной схемы.

Создание общей планировочной схемы является визуализированным представлением ограничений, предъявляемых к объекту перепрофилирования и универсальных решений, относящимся ко всем потенциальным решениям по рефункционализации исследуемого здания. В ходе составления общей планировочной схемы решаются следующие задачи:

– разделение исследуемого объекта по функциональным зонам;

– создание блок-схемы с основными требованиями к перепрофилированию здания;

– отображение универсальных решений по рефункционализации здания.

3. Создание таблицы основных решений вариантов перепрофилирования (табл. 3).

Основные решения вариантов перепрофилирования выносятся на основе проделанного анализа факторов, влияющих на рефункционализацию, требований вариантов перепрофилирования и созданных общих планировочных схем.

Таблица 3

Вариант функционального назначения	**Решения по реорганизации территории**	**Решения по внешнему облику**	**Объемно-планировочные решения**	**Конструктивные решения**	**Степень экономической потребности**	**Приоритет**
Назначение 1	Решение 1.1 Решение 1.2 … Решение 1.i	Решение 1.1’ Решение 1.2’ … Решение 1.i’	Решение 1.1’’ Решение 1.2’’ … Решение 1.i’’	Решение 1.1’’’ Решение 1.2’’’ … Решение 1.i’’’	Решение 1*	*
Назначение 2	Решение 2.1 Решение 2.2 … Решение 2.j	Решение 2.1’ Решение 2.2’ … Решение 2.j’	Решение 2.1’’ Решение 2.2’’ … Решение 2.j’’	Решение 2.1’’’ Решение 2.2’’’ … Решение 2.j’’’	Решение 2*	*
…	…	…	…	…	…	…
Назначение m	Решение m.1 Решение m.2 … Решение m.k	Решение m.1’ Решение m.2’ … Решение m.k’	Решение m.1’’ Решение m.2’’ … Решение m.k’’	Решение m.1’’’ Решение m.2’’’ … Решение m.k’’’	Решение m*	*

* Приоритет выставляется на основе экспертного мнения

Вывод: таким образом была разработана методика выбора будущего назначения рефункционализируемого промышленного объекта на основе двух этапного исследования: 1 этап – анализ факторов, влияющих на рефункционализацию, 2 этап – анализ наложения вариантов перепрофилирования на существующий объект. Согласно этой методике предполагается выбор оптимального назначения объекта перепрофилирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Развитие промышленности, инновационной деятельности и агропромышленного комплекса в Санкт-Петербурге» на 2015-2020 годы: Постановление правительства Санкт-Петербурга от 23 июня 2014 г. №495 // СПС КонсультантПлюс.

УДК 699.86

А. С. Фидрикова, Ю. В. Быкова, М. В. Гравит
ФГАОУ ВО СПбПУ» Петра Великого, Россия
Fidrikova A.S., Bykova I.V., Gravit M.V.
Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, Russia

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УРОВНЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ И СТРУКТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИЗОЛЯЦИИ PIR
IMPROVEMENT OF ENERGY EFFICIENCY LEVEL OF BUILDINGS AND STRUCTURES BY USING INSULATION PIR

Аннотация. В статье рассмотрена возможность повышения уровня энергоэффективности жилого здания с использованием пенополиизоцианатной пеноизоляции (ПИР) в конструкции крыши. Представлено сравнение наиболее популярных видов изоляции: каменная вата, экструзионный пенополистирол и ПИР. Были определены возможные преимущества последних, особое внимание было уделено показателям воспламеняемости и долговечности. Для модели жилого многоэтажного здания был составлен расчет трех вариантов кровельных систем с использованием различной изоляции, был идентифицирован наиболее выгодный вариант кровельного пирога.

Ключевые слова: теплоизоляционные материалы, кровельные материалы, пенополиизоцианурат, энергоэффективность.

Abstract. In the article the possibility of increasing the level of energy efficiency of a residential building by using a polyisocyanurate foam insulation (PIR) in a roof structure has been considered. Comparison of the most popular types of insulation: stone wool, extrusion expanded polystyrene and PIR is presented. Possible advantages of the latter were identified, special attention paid to

the indicators of flammability and longevity. Calculation of three versions of roofing systems with the use of different insulation was made for the model of a residential multi-storey building, the most advantageous variant of the roofing pie was identified.
Key words: thermal insulating materials, roofing materials, polyisocyanurate foam, energy efficiency.

Nowadays, special attention is paid to energy saving in construction, it is beneficial for developers, both from the environmental point of view, and as a way to reduce the material consumption and labor intensity. Energy consumption in Russia needs to be rationed and reduced - in case of energy efficiency in the housing and public utilities sector; our country lags far behind the world leaders. According to the general opinion of experts, the main factor hampering the introduction of energy-saving technologies was and still is the non-enforcement of the Federal Law and State program ("Energy saving and energy efficiency improvement for the period until 2020"). In construction, a significant part of the expense occurs during the operational phase. In our days, the actual specific energy consumption of multifamily housing in Moscow exceeds the normative by 60-70%. In (the Order of the Ministry of Economic Development five years ago (№61 dated February 17, 2010)) the entire list of practical measures in the field of energy saving was approved, including the insulation of the enclosing structures of houses and public spaces.

It is possible to achieve a reduction in the amount of consumed resources used to operate buildings using an integrated approach to improving energy efficiency, taking into account architectural and planning, organizational, technological and constructive solutions. The basic principle of an energy efficient building is to eliminate heat losses through the enclosing structures by eliminating all «thermal bypass», forming a closed and hermetic contour. Heat losses occur through the enclosing structures in the following ratio: walls - up to 40%, roofs - up to 20%, ventilation - about 25% and basement - about 15%. It is necessary to select the effective insulation and its parameters qualitatively, which will significantly improve the energy efficiency of houses and use the maximum heat efficiently.

The aim of the work is to investigate the possibility of increasing the level of energy efficiency of a residential building by using a foam based on polyisocyanurate (further PIR) insulation in a roof structure.

To do this, it is nessesary perform the following tasks:

1. Describe the PIR material in terms of energy efficiency;
2. Identify the possible advantages of insulation PIR in comparison with other most popular types of insulation: stone wool (SW) and extruded polystyrene foam (XPS);
3. Perform a comparative calculation of heat losses of roofing structures;
4. Analyze the advantages of PIR insulation.

The effectiveness of the insulation is directly related to its thermal conductivity. The lower this index, the better the insulation, respectively, the more heat it can store and use as intended. One of the most modern materials with the lowest thermal conductivity is the PIR material.

Penopolyzocyanurate (PIR) - is a modified polyurethane foam (PUR), obtained as a result of the reaction of polyol and isocyanate in a certain ratio. Due to its chemical continuity, PIR retains all the good properties of polyurethane. If you compare PIR with PUR, the former is more resistant to harmful substances and solar radiation. According to GOST 30244-94, PIR is classified as a flammability group G1 (low-combustible) and inflammable to group B1 (hardly flammable) according to GOST 30402-96. The material does not support burning, self-extinguishing when there is no source of flame. The coefficient of thermal conductivity (λ) is 0,021 W / (m · ° K), which distinguishes PIR from other insolation. In addition, the material has high mechanical strength for compression and bending, low water absorption, durability of more than 50 years [1].

The main characteristics are represented by the example of three types of insulation, manufactured by TECHNONICOL: stone wool, extruded polystyrene foam and polyisocyanurate foam:

Table 1

The main characteristics of thermal insulation materials

	Stone wool (TEHNORUF V60)	Extruded polystyrene foam (XPS TECHNONICOL CARBON PROF 300)	Polyisocyanurate foam (LOGICPIR)
Flammability	NG	G3-G4	G1
Thermal conductivity at (25 ± 5), W / mK, not more than	0,041	0,028	0,021
Density, kg / m3, not less than	165-195	28-35	30-35
Water absorption,%, not more than	1,5	0,2	0,1
Compressive strength at 10% linear deformation, not less than, kPa	60	300	120
Durability, years	от 20 до 35	От 25 до 50	От 50
Price, rub / m3 (for St. Petersburg)	6800	4500	8000
The thickness of the insulation with the same thermal resistance R = 3 m2 · K / W, mm	114	84	72
Operating temperature, ° C	-60 +450	-70 +75	-65+110

For comparison, the most advantageous indicators in each category are highlighted in color. As can be seen from the table, PIR is better for some characteristics than for stone wool and extruded polystyrene foam, but you can see more clearly if it is economical after the calculation. The goal is to choose the optimal energy-efficient insulation with the lowest value of its thickness.

For the calculation, consider the model of a high-rise residential building, executed in the REVIT program (Fig. 1). According to the project the building is located in St. Petersburg, height of 9-13 floors, reinforced concrete framework. The roof is flat and multilayered, the area is 1366 m2.

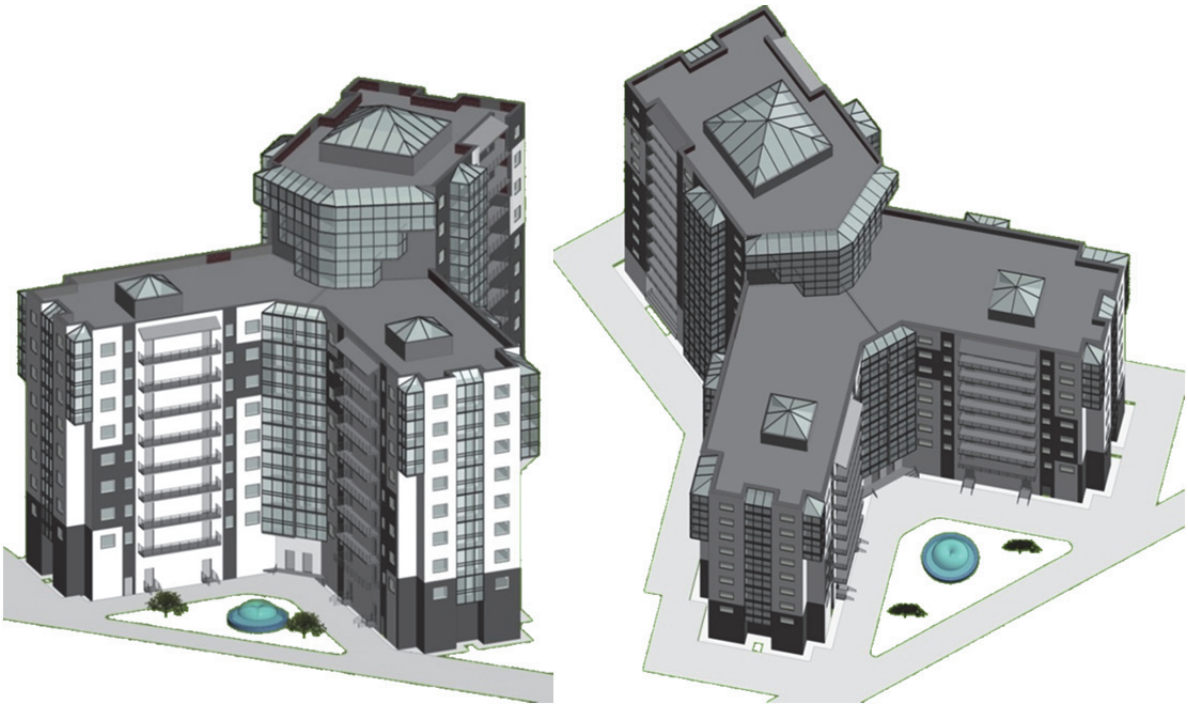


Fig. 1. Model of a high-rise residential building

The calculation of three types of roofing systems with application of a various insulation was made. Roof material:

- base - reinforced concrete slab, 200 mm;
- vapor barrier layer - "Bipole";
- waterproofing layer - LOGICROOF V-RP 1,5 mm;
- heat-insulating material.

The following materials were considered as insulation: stone wool "TECHNORUF V60", extruded polystyrene foam "XPS TECHNONICOL CARBON PROF 300", foamed polyisocyanurate "LOGICPIR".

To determine the most effective material of a heater, a calculation was made. Heating degree-day (HDD) [2] and the required thermal resistance of heat transfer for the enclosing structures [3] are presented in Table 2.

Table 2

Calculation of the required thermal resistance of heat transfer

Types of design parameters	t_v, °C	t_{heat}, °C	z_{heat}, day	HDD, °C·day	Ro, $м^2$·°C/Вт
Annual planning period	20	-1.8	220	4800	4.6

For each variant of the roof covering, the thickness of the thermal insulation layer is calculated and the cost of the material application is given (Table 3).

Table 3

Calculation of the required thickness of the thermal insulation layer

Name of material	Thickness of material, mm	Resistance to heat transfer, m2 • ° C / W	The actual resistance to heat transfer of the structure, m2 • ° C / W	Cost of insulation of the required thickness, thousand rubles	Ratio
Stone wool (TEHNORUF V60	210	4.973	4.745	1950.6	1,98
Extruded polystyrene foam (XPS TECHNONICOL CARBON PROF 300)	160	5.000	4.770	983.5	-
Polyisocyanurate foam (LOGICPIR)	120	5.000	4.770	1311,6	1,33

It can be seen from the table that XPS has the minimum cost, 30% more expensive PIR and the greatest cost is SW insulation

However, for a set of important performance indicators, you can see that the most promising material is PIR. This follows from the following factors.
The most important characteristics are the flammability of the material. Extruded polystyrene foam belongs to the flammability group G3-G4, according to SP 17.13330.2016 table 4 [4] roof with this insulation and a layer of waterproofing carpet having a group of flame spread (RP1) and flammability (B2), have area restrictions and can only be used with the device of fire-prevention cuttings. While Penopolyzocyanurate has a group of flammability G1, which allows the application without restrictions on the area and without additional protection from fire. In fact, the material provides an almost unique opportunity for the construction of roofless, non-stick systems. And as we know, the distributing screed not only significantly complicates and lengthens the terms of installation works, but also contributes the most to the cost of the roof itself and heavily heavier the structure.

Another important advantage of Penopolyzocyanurate is its durability. According to the results of tests and observation data, after 50 years the plates continue to fully comply with the declared parameters (geometric stability, thermal conductivity, fireproof characteristics, etc.). It should be noted that for PIR, the compressive strength increases with time. For several decades, this indicator can grow for two or more times.

Among other things, Penopolyzocyanurate has a low weight. The use of PIR makes it possible to significantly shorten the installation time, and also to simplify the lifting of material to the roof. During the reconstruction, new requirements for snow load are easily maintained [5].

Thus, it can be concluded that there are many advantages of using Penopolyzocyanurate as a heat insulator and its superiority in combining the qualitative characteristics (thermal conductivity, durability, strength, water absorption, fireproof properties) in comparison with other kinds of heat-insulating materials. The cost calculation on the model of a residential building showed the benefit of using Penopolyzocyanurate. Despite the fact that there are cheaper heaters, based on a number of important performance indicators, such as flammability and durability, more promising material can be considered Penopolysocyanurate PIR.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сэндвич-панели с утеплителем PIR – гарантия качества и энергосбережения [Electronic resource] http: http://stroytovaroteka.radidomapro.ru/publi/sendvitch-paneli-s-uteplitelem-pir-ae-garantiia-1036-6621.php (reference date: 10.11.2017)

2. Строительная климатология Справочное пособие к СНиП 23-01-99* Москва НИИ строительной физики РААСН 2006

3. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003

4. СП 17.13330.2016 Кровли. Актуализированная редакция СНиП II-26-76

5. Территория надежной теплоизоляции. ТЕХНОНИКОЛЬ [Electronic resource] http: http://www.tn.ru/logicpir/ (reference date: 10.11.2017)

УДК 624.04:5393

С. Ф. Хакимов, А. Н. Петрова, М. Р. Петров
ФГБОУ ВПО «КнАГУ», Россия
Khakimov S.F., Petrov A.N., Petrov M.P.
FSEI HPL «KnASU», Russia

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРУБЧАТОГО СТЕРЖНЯ ИЗ ГИПЕРЭЛАСТИЧНОГО МАТЕРИАЛА
DETERMINATION OF STRENGTH CHARACTERISTICS TUBULAR ROD HYPERELASTIC MATERIAL

Аннотация. Статья посвящена исследованию характеристик стержней из гиперэластичного материала, например, каучука или силикона для расчета шарнирно-стержневых конструкций с большими перемещениями узлов, например, вантовых конструкций, либо гидробиотехнических сооружений. Расчеты любых конструкций в с помощью программных комплексов требуют определения зависимости напряжения, возникающего в стержне от относительной деформации. В случае с гиперэлстичного материала определение таких характеристик связано с трудностью определения площади поперечного сечения стержня, которая изменяется в процессе деформации. С статье приводится методика определения площади поперечного сечения стержня.

Ключевые слова: Характеристики гиперэластичного материала, нелинейный характер, аппроксимация, график зависимости, бесконтактный метод, закон сохранения объема.

Abstract. The article is devoted to the study of the characteristics of rods from hyperelastic material, such as rubber or silicone for the calculation of articulated-frame structures with large displacements of nodes, for example, cable-stayed structures, or hydrobiotechnical constructions. Calculations of any structures with the help of software systems require the determination of the dependence of the stresses occurring in the rod by the relative deformation. In the case of giperatsidnogo of material to the determination of such characteristics is the difficulty of determining the cross sectional area of the rod, which varies during deformation. With the article a method of determining the cross sectional area of the rod.

Key words: Characteristics hyperelastic material, nonlinear, approximation, graph of, non-contact method, the law of conservation of volume.

В строительной механике перед началом расчета любой конструкции необходимым является определение зависимости напряжения, возникающего в элементе конструкции от его относительной деформации. Данная зависимость может быть определена экспериментально (рис. 1, 2)



Рис. 1

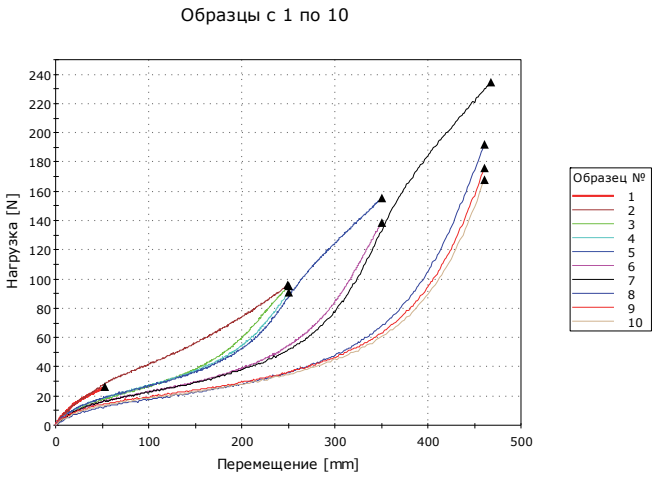


Рис. 2

На рисунке 2 приведена серия кривых зависимости перемещения (деформации) гиперэластичного стержня в зависимости от приложенной нагрузки. Проведение серии экспериментов необходимо из-за того, что эластомер - это материал, состоящий их длинных полимолекул, которые в процессе деформации стержня изменяют свое положение, благодаря чему характеристика материала в первые 5-10 нагружений изменяются. Как видно из графика, только в последних опытах (8-10) получаются устойчивая характеристика стержня. Далее для составления математической модели конструкции может понадобиться аппроксимация полученного графика некоторой математической функцией. Возможна кусочно-линейная аппроксимация (рис. 3).

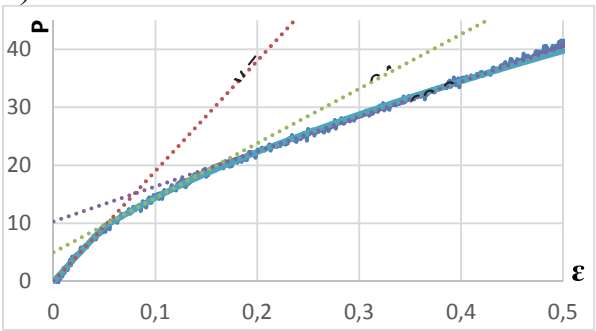


Рис. 3

Дальнейшая трудность при исследовании гиперэластичного материала заключается в том, что для определения напряжения внутри стержня, исследователь необходимо знать площадь его поперечного сечения в процессе деформации, которая постоянно изменяется. В случае трубчатого строения стержня проблема усугубляется тем, что внутренний диаметр стержня так же изменяется. Метод применения окраски внутренней поверхности стержня и применения фотокамеры не дал положительного результата из-за того, что в силиконе цвет краски рассеивается и затруд-

нительно определить границу между внутренней и внешней поверхностью (рис. 4,5). Исходя из того, что окраска внутренней поверхности не дает желаемого результата, необходимо применение закона сохранения объема при деформациях.

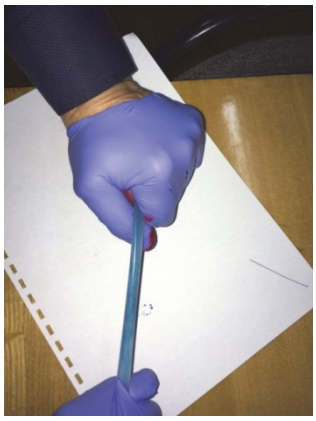


Рис. 4

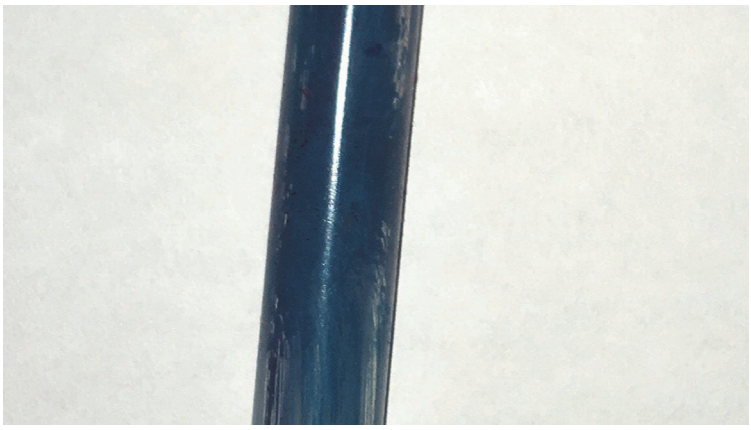


Рис. 5

Было выведено уравнение, связывающее между собой внутренний и наружный диаметр стержня и его начальную и текущую длину:

$$\boldsymbol{d}_{\text{внутр}} = \sqrt{\boldsymbol{d}^{\boldsymbol{2}}_{\text{наруж}} - \frac{\boldsymbol{l_0}}{\boldsymbol{l}}(\boldsymbol{d}^{\boldsymbol{2}}_{\text{наруж}\boldsymbol{0}} - \boldsymbol{d}^{\boldsymbol{2}}_{\text{внутр}\boldsymbol{0}})},$$

где $\boldsymbol{d}_{\text{внутр}}$ **-** внутренний диаметр стержня, $\boldsymbol{d}_{\text{наруж}}$ - наружный диаметр стержня, $\boldsymbol{d}_{\text{внутр0}}$ - начальный внутренний диаметр стержня, $\boldsymbol{d}_{\text{наруж0}}$- начальный наружный диаметр стержня, $\boldsymbol{l}_0$-начальная длина, $\boldsymbol{l}$- текущая длина стержня.

Измерение диаметра стержня ведется бесконтактным методом путем использования видео и фото камеры и сравнением эталонного размера *A* с диаметром *d* (рис.7, 8)

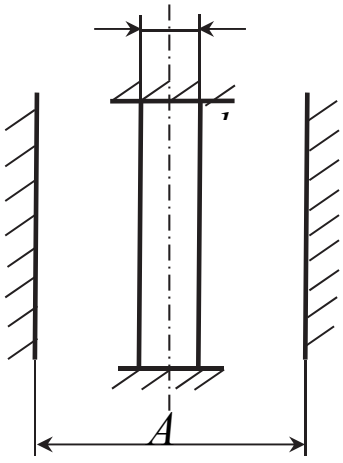


Рис. 6

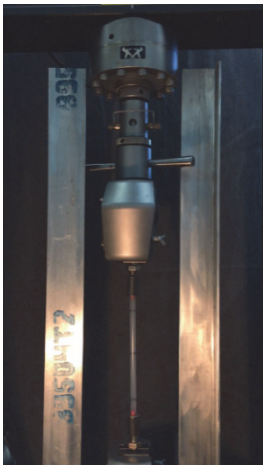


Рис. 7

В результате проведенного эксперимента бала получена следующая зависимость напряжения σ от относительной деформации ε (рис.8).

Зная наружный и внутренний диаметр, исследователь имеет возможность, сняв характеристику стержня, в осях нагрузка- перемещение получить зависимость напряжения б от относительной деформации ε. Эта зависимость используется в расчетах ПК ЛИРА для расчета шарнирно-стержневых конструкций, в том числе с большими перемещениями узлов. Например, для расчета антенны, представляющей собой стержневую систему (рис. 9, 10).

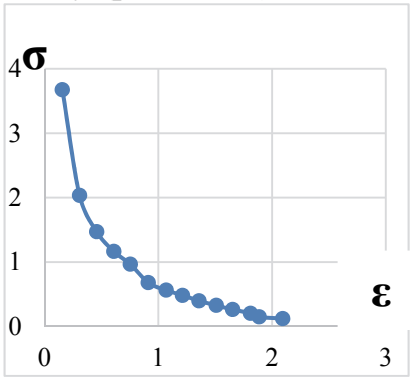


Рис. 8

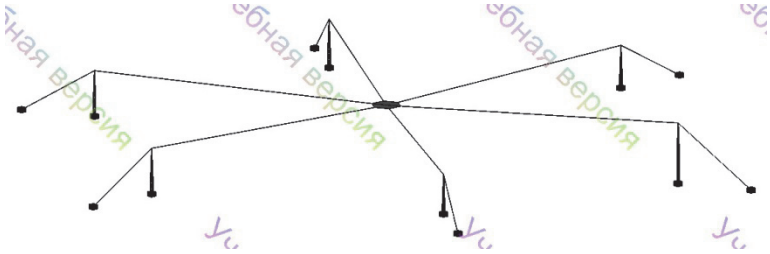


Рис. 9



Рис. 10

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Математическая модель шарнирной стержневой системы с большими перемещениями узлов / Н.А. Тарануха, К.В. Жеребко , А.Н. Петрова , М.Р. Петров //Известия высших учебных заведений. Строительство. 2003. - №3. - С. 12-18.

2. Marc® 2010 User's Guide – «MSC.Software Corporation», 2005. – 98 с.

3. Experimental Elastomer Analysis – «MSC.Software Corporation», 2005. – 31 с.

УДК 69.059.73

К. В. Чернов, М. А. Кореневская, М. П. Каркавцева, Н. В. Брайла
ФГАОУ ВО «СПбПУ», Санкт-Петербург
Chernov K.V., Korenevskaya M.A., Karkavtseva M.P., Braila N.V.
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Russia

ПЕРСПЕКТИВЫ РЕКОНСТРУКЦИИ СУЩЕСТВУЮЩИХ ЗДАНИЙ В ОТЕЛИ ХОСТЕЛЬНОГО ТИПА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
PERSPECTIVES OF RECONSTRUCTION OF EXISTING BUILDINGS TO HOSTELS IN RUSSIAN FEDERATION

Аннотация. Статья посвящена анализу перспективы реконструкций существующих зданий с изменением функционального назначения под отели хостельного типа в Российской Федерации. Рассмотрены основные предпосылки развития данного типа отрасли сферы услуг, проанализирован международный опыт, а также востребованность отелей хостельного типа на территории Российской Федерации.

Ключевые слова: хостел, учреждения временного пребывания, капсульные хостелы, реконструкция.

Abstract. This article analyzes the prospects of reconstruction of existing buildings with a change in the functional purpose for hostel type accommodation in Russian Federation. Describes the main prerequisites for the development of this type of services sectors, analysed the international experience, as well as demand of hostel type accommodation on the territory of Russian Federation.

Key words: hostel, temporary stay accomodation, capsule hostels reconstruction.

В последнее время туристическая отрасль в городе Санкт-Петербург бурно развивается. В сентябре 2017 года Санкт-Петербург победил в номинации "Лучшее европейское городское направление 2017" престижной премии World travel awards [1]. Кроме того, в Санкт-Петербурге планируется проведение крупного международного события - Чемпионата мира по футболу FIFA 2018. В связи с высоким притоком иностранных туристов востребованность отелей хостельного типа будет возрастать. Вице-президент Российского союза туризма Юрий Барзыкин, выступая на московском World Football Forum, сообщил, что на чемпионате мира 2018 года в России ожидается 1,5 млн гостей из-за рубежа, а количество россиян будет в разы больше [2].

Зачастую, хостелы стараются организовывать в исторических центрах городов, недалеко от скопления достопримечательностей для удобства ночующих туристов. Строительство новых зданий в исторических центрах, как правило, ограничено и под хостелы отводятся уже существующие. Отрасль хостельных отелей имеет свои особенности. Во-первых, это отсутствие проработанной законодательной базы [3]. Согласно Постановлению Правительства Санкт-Петербурга «О государственной програм-

ме Санкт-Петербурга «Развитие сферы культуры и туризма в Санкт-Петербурге на 2015-2020 годы», - существует необходимость доработать нормативную правовую базу функционирования маломестных средств размещения, в особенности расположенных в жилом фонде [4]. Так как указанные средства размещения занимают значительную долю рынка - до 20 процентов [5]. Таким образом, можно сделать вывод что реконструкция зданий под хостельные отели – инвестиционно-привлекательное и востребованное направление строительства.

Существует несколько решений реконструкции жилых зданий под отели хостельного типа, различающиеся лишь по месторасположению объекта в здании, так как жестких требований по организации внутреннего пространства в хостелах, регламентируемых законодательством не существует. Рассмотрим возможные решения на примере города Санкт-Петербург. Первое, наименее удачное, это организация хостела в существующем здании в одной секции с жителями многоквартирного дома. Такой вариант наиболее выгодно размещать в расселенных коммунальных квартирах, которые имеют планировку коридорного типа. Однако, данный вариант зачастую вызывает большие разногласия между соседями-собственниками квартир и владельцем хостела, основанные на недостаточной шумоизоляции, перепланировке помещений, наличии посторонних лиц в подъезде. Зачастую в хостелах нарушаются противопожарные нормы, что может угрожать жильцам и соответственно вызывать у них недовольство.

Второе решение - реконструкция целого малоэтажного здания под хостельный отель. Однако, стоит заметить, что большой объем здания для данной отрасли гостиничного обслуживания не требуются, а наличие общего пространства для отдыха всех постояльцев, помимо жилых комнат, значительно сокращает список подходящих жилых домов. Например, удачными сериями для реконструкции в хостелы являются дома послевоенных сталинских построек, к примеру, серии Т-1, 1-202-1, 1-204-112, 1-206-101, 1-228-1, ЭС-21, представляющие из себя многоквартирные, одноподъездные жилые дома, на одном этаже размещены 2-4 квартиры (рисунок 1). Реконструкция таких объектов дает возможность создания комфортной среды внутри хостельного отеля, так как здание обособленно от окружения и имеет отдельный главный вход.



Рис. 1. Дом серии Т-1, 1-202-1

Так же к этой группе можно отнести проекты реконструкции существующих жилых зданий в хостелы с размещением их в малоэтажной застройке в отдельных «секциях» здания. Примером такого варианта может послужить, как и размещение в типовом сталинском двухэтажном доме, аналогичный вышеперечисленным сериям, но имеющим два подъезда (серия Т-3).

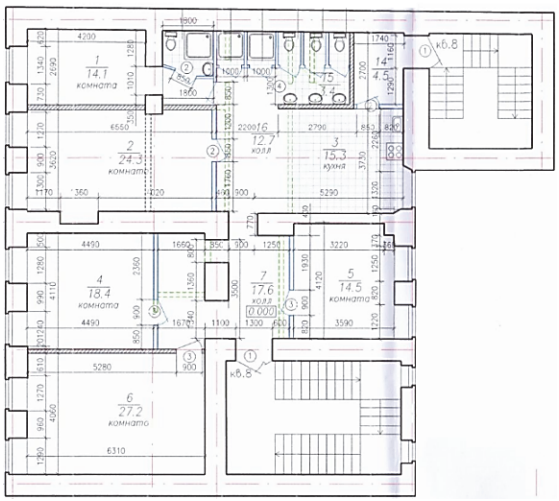


Рис. 2. План перепланировки под хостел

Как правило, существующая объемно-планировочная структура реконструируемого здания удобна для размещения планировок хостела и требует минимальное количество строительных работ [6]. Например, перепланировка под хостел в существующем здании-памятнике архитектуры, расположенном на Вознесенском проспекте (рисунок 2). На плане заштрихованным контуром обозначены существующие деревянные перегородки, зеленым пунктиром – демонтируемые стены и перегородки, а синим сплошным контуром – новые перегородки [7].

Рассматривая опыт организации отелей хостельного типа в европейских странах, можно выделить две перспективные тенденции [8]. Первая – организация отелей капсульного типа. Данный тип отелей впервые появился в Японии в 70-е годы прошлого столетия. Тогда, из-за перенаселения крупных городов, на ночлег постояльцам сдавали спальные ящики. Из-за специфической планировки, стоимость пребывания в таком хостеле была приблизительно в 10 раз ниже чем в среднем отеле. Получив распространение в Америке и Европе, идея капсульного хостела была значительно усовершенствована. Интересным проектом является один из немногих московских хостелов капсульного типа «compass», для создания которого была произведена полная реконструкция отделения банка [9].

Второе развивающееся направление хостельного бизнеса на западе, которое интересно выделить – так называемые бутик-хостелы и дизайнерские хостелы. Также существует условное название «пошtел». Первые подобные хостелы появились в 1980-х годах. Отличительная

особенность данного вида хостелов заключается в создании продуманного интерьера, акцентировании внимания на деталях. Кроме того, бутик-хостелы можно приравнять к мини-отелям, они отличаются повышенным уровнем комфорта и расширенным набором услуг, оказываемых клиенту.



Рис. 3. Капсулы для сна в капсульном хостеле

Бутик-хостелы, как и капсульные, могут быть организованы в абсолютно различных зданиях. Так, лондонский хостел Wombat's, находится в здании, которое раньше служило общежитием для моряков и лечебницей для наркозависимых. St Briavels Hostel в Английском городе Глостершире был и вовсе организован в старинном замке. В городе Кароста в Латвии был открыт хостел в бывшем здании тюрьмы. Дизайн для этого «поштела» был подобран соответствующий. The Babushka Grand Hostel располагается в историческом центре Одессы в бывшем доходном доме, построенном в 1891 году. Интерьер этого хостела также подразумевает собой отсылку к позапрошлому столетию [10].

Рынок хостелов в России является одним из самых динамично развивающихся не только в сфере туризма, но и во всей экономике [11].

Развитие рынка хостелов связано с постоянно возрастающим спросом на данный вид жилья из-за его дешевизны, а также за счет простоты его организации в сравнении с организацией полноценной гостиницы. Число хостелов с 2012 по 2015 гг. увеличилось на 162%. Для 2013 и 2014 года темпы роста составляли порядка 50% ежегодно. В 2015 и 2016 годах прирост составил порядка 15%, к 2018 году - около 20% [12].

Капсульные хостелы сравнительно недавно появились в России и в Санкт-Петербурге на сегодняшний день всего 3 настоящих капсульных хостела [13]. Однако они набирают всё большую популярность.

В 2014 году был разработан ГОСТ Р 56184-2014 «Услуги средств размещения. Общие требования к хостелам». Данный ГОСТ не содержит слишком высоких требований: самым жестким требованием для помещения, оборудованного под хостел может считаться такое как «Не допускается использование в качестве жилых комнат цокольных этажей, подвальных помещений и комнат, не имеющих окон» [14]. Однако в случае

организации хостела капсульного типа, мы можем столкнуться с некоторыми сложностями, применяя к нему вышеупомянутый ГОСТ.

Основная из них – как рассматривать спальные капсулы, особенно учитывая их стремление к максимальной герметичности. Фактически, капсулы являются маленькими помещениями, но это противоречит требованию об их размерах и наличию окон. С другой стороны, капсулы могут быть рассмотрены как особый вид кроватей. В любом случае, на наш взгляд, в этом плане нормативная база требует некоторой доработки.

Таким образом, можно сделать вывод, что основным фактором, способным повлиять на перспективу развития хостельного строительства является нормативная база. Пока что она только начинает формироваться и требует уточнения и наполнения, однако более конкретные требования могут усложнить процесс развития данного вида бизнеса. В крупнейших городах России рынок хостелов стабильно расширяется с увеличением спроса на недорогое жилье для туристов, и как следствие является перспективным направлением для строительной отрасли.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Деловой Петербург – газета деловых новостей // Петербург назван лучшим туристическим городом Европы. URL: https://www.dp.ru/a/2017/09/30/Peterburg_poluchil_zvanie (дата обращения: 23.11.2017)

2. Деловой Петербург – газета деловых новостей // На ЧМ-2018 ожидается 1,5 млн иностранных туристов. URL: https://www.dp.ru/a/2015/06/11/Na_CHM-2018_ozhidaetsja_15 (дата обращения: 23.11.2017)

3. Белобородова К.И., Проблемы проектирования учреждений временного пребывания в современных мегаполисах России // НАУЧНОЕ ОБОЗРЕНИЕ . 2016. № 2. С. 48–51

4. Постановление Правительства Санкт-Петербурга от 17.06.2014 N 488 "О государственной программе Санкт-Петербурга "Развитие сферы культуры и туризма в Санкт-Петербурге" на 2015-2020 годы"

5. Векленко, Андрей Валерьевич. Оценка эффективности инвестиций в хостелы, бакалаврская работа // Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Инженерно-экономический институт, Предпринимательство и коммерция. 2015

6. Комаров Ю.П., Пилевич Н.О., Смирнов Е.А., Симанкина Т. Л. Обоснование инвестиций в проекты реконструкций. // Инженерно-строительный журнал. 2017. № 3 (20). С. 211–218.

7. РосПерепланировка Архитектурного Бюро Аэроплан // Перепланировка под хостел, отель, гостиница, аппартамент-отель URL: росперепланировка.рф/pereplanirovka-pod-hostel,-otel,-go (дата обращения: 24.11.2017)

8. Печерица Е.В., Хостел-движение: международный опыт и перспективы развития в Российской Федерации (на примере Санкт-Петербурга) // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2013. № 39. С. 54-64

9. The Village – Онлайн путеводитель по Москве, Петербургу // Маша Шаталина: Как устроен капсульный отель Compass URL: http://www.the-village.ru/village/city/interior/286722-kompas-otel (дата обращения: 26.11.2017)

10. Онлайн-журнал Post-Factum // Лучшие хостелы Европы URL: http://post-factum.net/top-15-vybiraem-luchshij-xostel-evropy/ (дата обращения: 26.11.2017)

11. Рябинина П.Д., Мельникова И.Б., Современная практика проектирования гостиниц эконом класса типа хостел // Дни студенческой науки. 2017. С. 36–38

12. Ассоциация туроператоров // Кризис может помочь развитию хостелов в России URL: http://www.atorus.ru/sectornews/new/29914.html (дата обращения: 26.11.2017)

13. «Booking.com» — система онлайн-бронирования отелей URl: https://www.booking.com/ (дата обращения: 26.11.2017)

14. ГОСТ Р 56184-2014 «Услуги средств размещения. Общие требования к хостелам».

УДК721.01

Ю. Н. Чудинов
ФГБОУ ВО «КнАГУ», Россия
Chudinov Y.N.
FSEIHL «KnASU», Russia

К ВОПРОСУ ВЫБОРА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
TO THE QUESTION OF CHOICE OF SOFTWARE FOR BUILDING INFORMATION MODELING AND CONSTRUCTION

Аннотация. Статья посвящена вопросам выбора программного обеспечения для задач информационного моделирования зданий и сооружений. Рассматривается проблемы внедрения технологий информационного моделирования в строительстве.

Ключевые слова: строительство, информационное моделирование, BIM-технологии.

Abstract. The article is devoted to the selection of the software to problems of information modelling of buildings and structures. Discusses the challenges of implementing building information modeling in construction.
Key words: construction, information modeling, BIM- technology.

Прошло три года с момента издания в декабре 2014 года министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской федерации приказа о плане поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства. За это время была проделана большая работа по практическому внедрению BIM-технологий в строительство (аббревиатура BIM расшифровывается, как Building Information Modeling - информационное моделирование здания).

Целый ряд проектных организаций начал применять в своей деятельности программные комплексы, реализующие принципы BIM-технологий. Самым примечательным является тот факт, что появилось два реальных лидера в России, которые и сами применяют технологии информационного моделирования, и также помогают внедрению этих технологий другим организациям. В области промышленного строительства таким лидером является компания «Неолант» (г.Москва), а в области гражданского строительства – компания «ПСС» (г.Санкт-Петербург). На Дальнем Востоке некоторые организации начали применять в своей проектной деятельности BIM-технологии, но не комплексно, а только отдельные элементы, касающиеся в основном разработки архитектурно-конструктивной документации. Можно отметить успехи в этом направлении ОАО 52 «ЦПИ» (г.Хабаровск). В Комсомольске-на-Амуре проектирование металлоконструкций с помощью программного комплекса «Advance Steel» выполняет компания ОАО «Хабаровскэнерго». Компания ЗАО «Дальстальконструкция» (г.Комсомольск-на-Амуре) прорабатывает вопрос о приобретении программного комплекса «Текла», также для проектирования металлических конструкций.

Компании, разрабатывающие САПР для строительства, в новых версиях программ стараются делать свои продукты максимально адаптированными к применению их в информационном моделировании. Если раньше большинство программных комплексов разрабатывалось, без оглядки на продукты других компаний, то сейчас вопрос интеграции является чуть ли не самым приоритетным для большинства разработчиков. Полное комплексное решение задач информационного моделирования предлагает, по сути, только одна компания в мире – AutoDESK.

Но использование полной линейки продуктов AutoDESK в России затрудняется целым рядом причин – высокой ценой, жесткими требованиями к техническим характеристикам вычислительной техники, проблемами адаптации к Российским нормам. В свете последних политических событий, одним из результатов которых явился запрет компании AutoDESK

на работу своим партнерам с целым рядом отечественных оборонных предприятий, какой-то момент времени было предположение, что продукты этой компании вообще потеряют перспективу на дальнейшее применение их в России. Но время показало, что пока в России нет отечественного программного обеспечения, которое могло бы оказать хоть какую-то достойную конкуренцию продуктам AutoDESK. Несколько лет назад в России начался разрабатываться перспективный программный комплекс RENGA, но невозможно за такой короткий срок хоть сколько-то приблизиться к возможностям продуктов линейки компании AutoDESK, которая была образована 35 лет назад.

Поэтому многие компании разработчики САПР для строительства сейчас уделяют вопросам совместимости их продуктов с программным комплексом REVIT. Проблема совместимости разных программ является сейчас одной из главных, от решения которой во многом зависит продвижение их на рынке.

Объясняется это простым фактом – технология информационного моделирования предполагает создание полноценной виртуальной модели реального объекта (архитектурные решения, конструктивные решения, инженерные сети и т.д.). Поэтому вполне логичным и объяснимым является факт появления таких связок, как например, ПК «Лира-САПР» - ПК «STARK», ПК «Лира-САПР» - ПК «Текла».

Чтобы проектировщики и строители смогли полноценно реализовывать задачи информационного моделирования в своей работе, разработчики САПР-систем должны предлагать им законченное решение. К сожалению, на практике не всегда так бывает. Можно привести конкретный пример по проблемам передачи данных из ПК «Лира-САПР» в ПК «REVIT».

ПК «Лира-САПР» это один самых распространенных в России продуктов, применяемых для расчетов и проектирования несущих строительных конструкций. У этого комплекса есть программа-предпроцессор – «САПФИР», позволяющая решать не только задачу эффективной подготовки расчетных схем, но и разрабатывать архитектурно-конструктивные чертежи для жилых и общественных зданий. Но связка ПК «САПФИР» - ПК «Лира-САПР» не позволяет эффективно решать задачи информационного моделирования для другого класса задач, например, проектирование промышленных объектов, поэтому возникает необходимость использования других программ. Только в третьем релизе версии «Лира-САПР 2017» появилась возможность полноценного импорта модели из ПК «REVIT». Модель из «REVIT» и раньше передавалась в «Лира-САПР», но не совсем корректно – при передаче некоторые жесткости терялись, терялись эксцентриситеты для элементов перекрытия, расположенных в разных плоскостях.

Поэтому можно предположить, что именно те компании, которым удастся создать наиболее полноценные связки для комплексного решения

задач информационного моделирования, выиграют в будущем конкурентную борьбу на рынке САПР. А пользователям при выборе конкретного программного комплекса надо особое внимание уделять внимание проблемам его совместимости с другими комплексами, вкупе с которыми он позволяет наиболее давать наиболее эффективное и рациональное решение.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Приказ министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской федерации от 29 декабря 2014 года N 926/пр «Об утверждении Плана поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства».

2. Чудинов Ю.Н. О внедрении технологий информационного моделирования в строительстве. – Международная научно-практическая конфереция «Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия. Научные чтения памяти профессора В.Б. Федосенко.»./ Комсомольск-на-Амуре, 20-21 апреля 2016 г - С.237-240.

УДК 658.5.011

В. В. Шишкина, Н. А. Ермошин
ФГБОУ ВО «СПбПУ», Россия
Shishkina V.V., Ermoshin N.A.
FSEI HE «SPBSTU», Russia

ОБОСНОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ИНВЕСТИЦИОННО – СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТА
QUALITY INDICATORS SUBSTANTIATION OF THE INVESTMENT – CONSTRUCTION PROJECTS

Аннотация. В статье предложена методика комплексной оценки качества инвестиционно-строительного проекта на основе применения квалиметрического подхода. Обоснованы показатели качества процесса инвестиционно-строительного проектирования. Получены количественные оценки сформированных групп показателей качества, позволяющие определять первоочередные меры по его повышению.

Ключевые слова: инвестиционно-строительный проект; качество инвестиционно-строительного проекта; иерархическое дерево; квалиметрия; критерии.

Abstract. The technique of complex assessment the investment – construction project quality based on application of qualimetrical approach is offered in this

article. Indicators of quality the investment – construction project process are substantiated. The quantitative estimates of the created groups of indicators of quality allowing to define priority actions for his increase are received.

Key words: investment – construction project; quality of the investment – construction project; hierarchical tree; qualimetry; indicators.

Введение

Проблема достижения приемлемого уровня качества в строительной сфере существует давно. Отсутствие или недостаточная эффективность мер по управлению качеством в строительстве приводят к дополнительным расходам ресурсов на устранение недостатков и строительных дефектов, являются причиной задержки ввода объектов в эксплуатацию. Более того, недостаточное качество проектирования и несоблюдение технологий строительства становятся одним из факторов нарушения безопасности эксплуатации зданий и сооружений, снижают уровень их надежности и увеличивают риски преждевременных разрушений. Последствия потери надежности объектов в межремонтные периоды небезопасны для жизни и здоровья их пользователей.

Что касается дополнительных издержек на устранение недостатков, допущенных в ходе строительства, то следует отметить значительную величину подобных затрат. Так, исправление дефектов, обнаруженных в конце строительства, может составить от 6 до 15% от стоимости строительства в целом. При этом следует учесть, что еще 5% от стоимости строительства может быть потрачено на дефекты, обнаруженные на стадии эксплуатации [4].

Приведенные обстоятельства свидетельствуют о том, что качество строительства является крайне актуальной социально-экономической и организационно-технической категорией, а управление качеством инвестиционно-строительных проектов (ИСП) представляет собой для строительных организаций очень важный аспект их работы.

При этом необходимо отметить, что качество инвестиционно-строительного проекта создается на всех этапах его разработки: подготовка проекта, проектирование, подготовка объекта проекта, строительно-технологический этап и завершение проекта. Качество проектов напрямую связано с надлежащим управлением качеством на всех этапах жизненного цикла проекта [5].

Вместе с тем следует признать, что на сегодня нельзя считать решенной задачу методологического обеспечения качества инвестиционно-строительного проектирования. Прежде всего, это касается процессного подхода к оценке уровня качества инвестиционно-строительных проектов, методов и форм ее осуществления. Недостаточно разработаны методоло-

гические принципы построения дерева показателей качества. Многие из характеристик качества ИСП не имеют количественной меры, с помощью которой их можно было бы оценить.

В результате сложилось противоречие между потребностями практики, требующей повышения качества инвестиционно-строительных проектов, и состоянием научно-методической базы решения этих вопросов. В особенности это касается обоснования показателей качества ИСП.

Основная часть

Качество проекта зависит от многих показателей, характеризующих потребительские свойства ИСП. Чтобы оценить уровень качества ИСП, необходимо определить частные показатели качества проекта, выразить их в количественном виде и сформировать (синтезировать) из них обобщенный (интегральный) показатель.

Наиболее целесообразным и допустимым способом решения этой задачи является применение общеметодологических принципов теории квалиметрии. Применение квалиметрического подхода к оценке качества ИСП позволяет получить его количественные оценки. Необходимо отметить, что в квалиметрии под качеством понимается совокупность свойств, которые связаны между собой иерархическим образом [6]. Чтобы это продемонстрировать, построим дерево показателей качества ИСП и на этой основе рассмотрим методику расчета интегрального показателя качества проекта.

В соответствии с принципами квалиметрического подхода качество, как обобщенное комплексное свойство рассматривается на нулевом уровне, а его составляющие, менее обобщённые свойства, на более низком уровне. Каждое из свойств первого уровня может состоять из некоторого числа менее общих свойств второго уровня и так далее.

Построение «иерархического дерева качества» начинается с составления перечня единичных показателей качества (единичных свойств), которые могут оказаться существенными для решаемой задачи оценивания качества ИСП в целом.

Анализ проблематики теоретической квалиметрии в области управления качеством инвестиционно-строительных проектов [10] позволил выделить их свойства, определяющие интегральный показатель:

1. Достоверность исходных данных
2. Полнота предоставленных данных
3. Соответствие требованиям СНиП, ТУ, СН и др.
4. Своевременное устранение проектных ошибок
5. Соблюдение сроков выполнения
6. Адекватные сроки выполнения
7. Соблюдение бюджетных рамок проекта
8. Адекватный размер средств

После составления списка, свойства необходимо объединить в две группы: 1) качество проектной документации и 2) качество организации процесса [Рис.1].

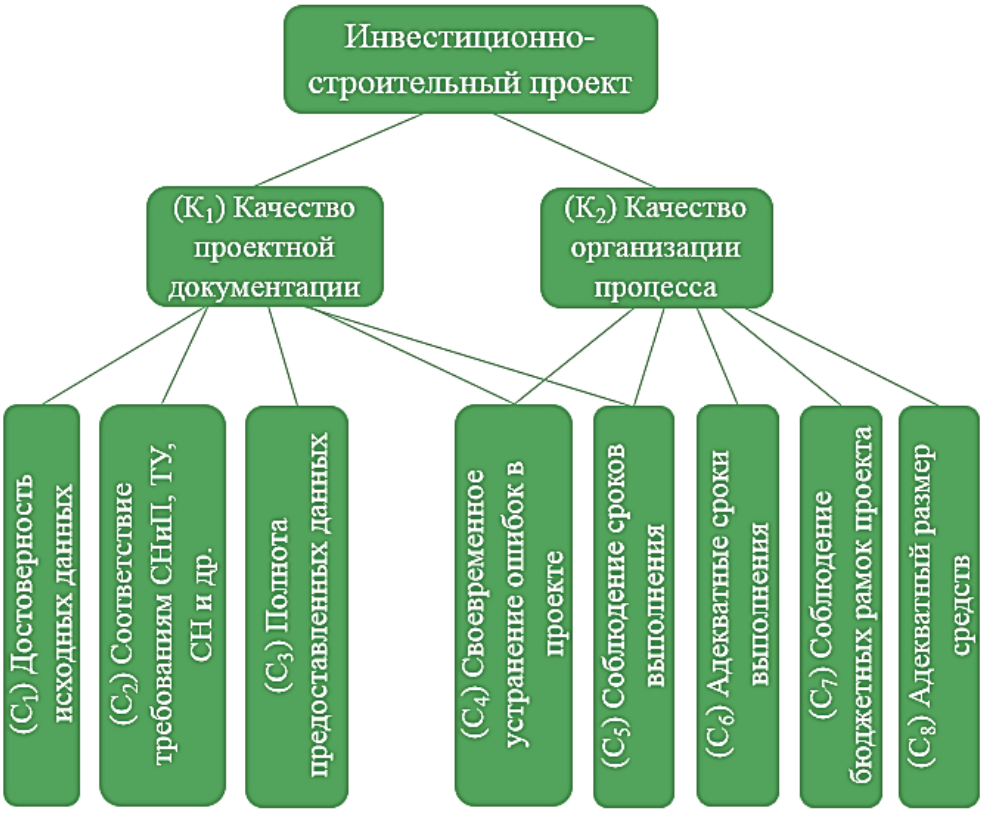


Рис. 1. Иерархическое дерево инвестиционно – строительного проекта

Для определения коэффициента значимости каждого показателя применим метод анализа иерархий (МАИ). МАИ позволяет сравнить между собой компоненты, составляющие интегральную задачу, при помощи специально разработанных средств. В результате чего возможно получить численные значения взаимовлияния элементов иерархии [6].

Обработка результатов в МАИ осуществляется на базе методов матричного анализа с использованием ряда специальных процедур оценки предпочтений на основании специальной шкалы. Для сравнительной оценки свойств ИСП предлагается использовать шкалу отношений, приведенную в таблице 1.

Построим матрицу сравнений для каждого из показателей качества, при этом заполнение таблицы начинается с наиболее важного показателя. Обозначим через d_{ij} число, которое соответствует значимости показателя A_i по отношению к показателю A_j. В результате получим симметричную матрицу (таблица 2), в которой элемент $d_{ij} = \frac{1}{d_{ji}}$.

Таблица 1

Шкала отношений МАИ для сравнения показателей качества ИСП

Степень важности	Определение
1	Одинаковая значимость
3	Некоторое преобладание значимости одного действия (показателя фактора) перед другим, слабая зависимость
5	Существенная или сильная значимость
7	Очень сильная или очевидная значимость
9	Абсолютная значимость
2, 4, 6, 8	Промежуточные значения между соседними значениями шкалы
Обратные величины приведенных чисел	Если действию i при сравнении с j присваивается одно из приведенных выше чисел, то действию j по сравнению с i присваивается обратное значение
Рациональное значение	Отношение, возникающее в заданной шкале

Таблица 2

Матрица сравнений показателей качества первого уровня

K_1	K_1	K_2	W	$\widetilde{W}$
K_1	1	1/3	0,58	0,25
K_2	3	1	1,73	0,75
s	4,00	1,33		
$\lambda_{\max}$ =2,00; $ИС$ =0; $ОС$ =0				

В качестве вектора приоритетов для каждого уровня иерархии принят нормализованный главный собственный вектор матрицы попарных сравнений. Он определяет влияние *i*-го элемента на выделенный элемент вышестоящего уровня. Для расчета этих векторов используется приближенный метод оценки через средние геометрические:

$$W_i = \sqrt[m]{\prod_{k=1}^{m} d_{kj}} \,. \tag{1}$$

Далее произведем расчет нормализованного собственного вектора матрицы сравнения:

$$\widetilde{W}_i = \frac{W_i}{s}, \tag{2}$$

где s - сумма средних геометрических:

$$s = \sum_{i=1}^{m} W_i \,. \tag{3}$$

Чтобы определить оптимальный вариант, учитывающий все элементы уровней иерархии, необходимо уточнить согласованность матрицы. Для этого произведем вычисление максимального собственного значения матрицы:

$$\lambda_{\max} = \sum_{j=1}^{n} \sum_{i=1}^{m} (s_j \times \widetilde{W}_i) \,. \tag{4}$$

Так как отношения элементов всей матрицы не должны быть противоречивыми, определим степень согласованности матрицы – индекс согласованности (*ИС*):

$$ИС = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1}. \quad (5)$$

Также введем такое понятие, как отношение согласованности (*ОС*):

$$ОС = \frac{ИС}{СС}, \quad (6)$$

где $СС$ – индекс случайной согласованности (его можно определить по таблице 3).

Таблица 3

Индексы согласованности

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$СС$	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Определим максимальное собственное значение для первой матрицы:

$$\lambda_{\max} = (4{,}00 \times 0{,}25) + (1{,}33 \times 0{,}75) = 2{,}00.$$

По результатам сравнения качества проектной документации ($К_1$) относительно качества организации процесса ($К_2$), нормализованный вектор приоритетов ($\widetilde{W}$) равен 0,75.

Сравнение свойств по качеству проектной документации дает следующие результаты (таблица 4):

Таблица 4

Матрица сравнений по качеству проектной документации

$К_1$	$С_1$	$С_2$	$С_3$	$С_4$	$С_5$	W	$\widetilde{W}$
$С_1$	1	2	1	2	5	1,82	0,33
$С_2$	1/2	1	2	3	1	1,25	0,23
$С_3$	1	1/2	1	2	5	1,38	0,25
$С_4$	1/3	1/3	1/2	1	2	0,64	0,12
$С_5$	1/5	1	1/5	1/3	1	0,42	0,08
s	3,03	4,83	4,70	8,33	14,00		
$\lambda_{\max}$ =5,32; *ИС* =0,08; *ОС* =0,07							

Максимальное собственное значение и степень согласованности:

$$\lambda_{\max} = (3{,}03 \times 0{,}33) + (4{,}83 \times 0{,}23) + (4{,}70 \times 0{,}25) + (8{,}33 \times 0{,}12) + (14{,}00 \times 0{,}08) = 5{,}32;$$

$$ИС = \frac{5{,}32 - 5}{5-1} = 0{,}08; \qquad ОС = \frac{0{,}08}{1{,}12} = 0{,}07.$$

Значение $ОС \le 10$ считается приемлемым порогом допустимой согласованности суждений. Если $ОС \ge 10$, то необходимо уточнить данные в той или иной матрице суждений.

По итогам расчетов можно сказать, что свойство $С_1$ – достоверность исходных данных для определения качества проектной документации является наиболее значимым ($\widetilde{W}$=0,25).

Произведем аналогичный расчет для матрицы качества организации процесса. Его результаты показаны в таблице 5.

Таблица 5

Матрица сравнений по качеству организации процесса

K_2	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	W	$\widetilde{W}$
C_4	1	2	1/2	4	3	1,37	0,29
C_5	1/2	1	1	3	2	1	0,22
C_6	2	1	1	2	4	1,95	0,31
C_7	1/4	1/3	1/2	1	2	0,43	0,11
C_8	1/3	1/2	1/4	1/2	1	0,64	0,08
s	4,08	4,83	3,25	10,50	12,00		
λ_{max} =5,32; $ИС$ =0,08; $ОС$ =0,07							

$$\lambda_{max} = (4{,}08 \times 0{,}29) + (4{,}83 \times 0{,}22) + (3{,}25 \times 0{,}31) + (10{,}50 \times 0{,}11) + (12{,}00 \times 0{,}08) = 5{,}32;$$

$$ИС = \frac{5{,}32 - 5}{5 - 1} = 0{,}08; \qquad ОС = \frac{0{,}08}{1{,}12} = 0{,}07.$$

Значение показателя $ОС$, равное 0,07 говорит о том, что уровень согласованности элементов является достаточным.

Нормализованный собственный вектор показателя C_6 имеет значение, равное 1,95. Следовательно, значительную роль в качестве организации процесса занимают адекватные сроки выполнения работы.

На основе полученных значений для принятия окончательного решения нужно сформировать общую матрицу приоритетов. По значениям элементов этой матрицы (таблица 6) можно судить о глобальном приоритете для качества проекта. При этом расчет приоритетов (A) выполняется по формуле:

$$A = W^1 \times W^2, \tag{7}$$

где W^1 - нормализованные векторы приоритетов для первого уровня иерархии, а W^2 - для второго.

Таблица 6

Общая матрица приоритетов показателей качества ИСП

	K_1	K_2	Общий приоритет
	0,25	0,75	
C_1	0,33	0	0,08
C_2	0,23	0	0,06
C_3	0,25	0	0,06
C_4	0,12	0,29	0,25
C_5	0,08	0,22	0,19
C_6	0	0,31	0,23
C_7	0	0,11	0,08
C_8	0	0,08	0,06
$ИС$	0,08	0,08	
$ОИС$ =0,08; $ООС$ =0,06			

Значение общего индекса согласованности составит:

$$ОИС = (0{,}08 \times 0{,}25) + (0{,}08 \times 0{,}75) = 0{,}08 .$$

В результате расчета общего отношения согласованности получим:

$$ООС = \frac{0{,}08}{1{,}14} = 0{,}06 .$$

Из вышеприведенного расчета можно сделать вывод, что свойство C_4 – своевременное устранение ошибок в проекте имеет наибольшее значение нормального вектора приоритетов ($\widetilde{W}$=0,25).

Выводы:

Таким образом, расчеты, выполненные по предложенной в статье методике, показали, что на формирование интегрального показателя качества инвестиционно – строительного проекта в наибольшей степени оказывают влияние требования, предъявляемые к организационным аспектам проекта и к проектной документации. Применение предложенной методики позволило:

1. Построить иерархическое дерево, демонстрирующее показатели, из которых складывается обобщенное качество инвестиционно – строительного проекта.
2. Получить коэффициенты значимости для показателей качества первого уровня и свойств второго. При этом качество организации проектирования имеет наибольший удельный вес ($\widetilde{W}$=0,75). Для качества проектной документации весомым оказалось свойство, определяющее достоверность исходных данных ($\widetilde{W}$=0,33). На качество организации процесса больше всего влияют адекватные сроки выполнения работы ($\widetilde{W}$=0,31).
3. Определить, что по расчетам итоговых коэффициентов приоритетов свойство своевременного устранения ошибок имеет наибольшее влияние на инвестиционно – строительный проект в целом ($\widetilde{W}$=0,25).

В заключении хотелось бы отметить, что устранение ошибок в проекте напрямую зависит от качества (уровня) профессиональной подготовленности сотрудников, непосредственно участвующих в проектировании. Из–за нехватки специальных знаний и непонимания принципов работы у неквалифицированного сотрудника, могут возникнуть ошибки и сбои в работе. Грамотно подобранный штат сотрудников, мотивированный на выполнение работы, сможет обеспечить качество проекта. Таким образом, направлением дальнейших исследований в области управления качеством инвестиционно-строительных проектов является разработка методов оценки качества подготовки персонала проектных и производственных строительных организаций, а также математических и имитационных моделей их функционирования в целях оценки качества организационных структур.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Азгальдов Г.Г. Квалиметрия в архитектурно-строительном проектировании. – М.:Стройиздат, 1989. – 264 с.

2. Мазур И. И., Шапиро В. Д., Ольдерогге Н. Г. Управление проектами : учеб. пособие для студентов, обучающихся по специальности «Менеджмент организации» / И. И. Мазур [и др.] ; под общ. ред. И. И. Мазура и В. Д. Шапиро. – 6 е изд., стер. – М.: Издательство «Омега Л», 2010. – 960 с.

3. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.

4. Rad H.N., Khosrowshahi F. Quality measurement in construction projects. In: Hughes, W (Ed.), 14th Annual ARCOM Conference, 9-11 September 1998, University of Reading. Association of Researchers in Construction Management, Vol. 2, 389-97.

5. Лукманова И.Г. Управление проектами в инвестиционно-строительной сфере: монография / И. Г. Лукманова [и др.] ; М-во образования и науки Росс. Федерации, ФГБОУ ВПО «Моск. гос. строит. ун-т». — М.: МГСУ, 2012. – 172 с.

6. Цибизова Т.Ю., Карпунин А.А. Применение метода анализа иерархий в оценке качества процессов управления // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-1.

7. Roger Atkinson. Project management: cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, its time to accept other success criteria. - International Journal of Project Management, Vol. 17. Issue 6. Pp. 337-342.

8. A.K. Munns, B.F. Bjeirmi. The role of project management in achieving project success. - International Journal of Project Management, Vol. 14. Issue 2. Pp. 81-87.

9. Хотынец А. А., Цзян Д. В., Талеугали Н. Д. Основы управления инвестиционно-строительными проектами. Интеграция в инвестиционно-строительном комплексе // Молодой ученый. — 2015. — №21. — С. 496-498.. URL: https://moluch.ru/archive/101/22778/ (Дата обращения: 2017-11-29)

10. Гаджикурбанов Д.М., Глухова М.Н. Квалиметрический подход к комплексной оценке рисков промышленного предприятия // Вестник ИжГТУ. 2013. №3(59). С. 60-64.

11. Антонян Л. Роль и место риск-менеджмента в управлении компанией // Общество и экономика. 2008. № 2. С. 100–114.

12. Королькова Е.М. Риск-менеджмент: управление проектными рисками : учебное пособие для студентов экономических специальностей /– Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. – 160 с.

УДК 331.4

А. Д. Юферева
ФГАОУ ВО «СПбПУ Петра Великого», Санкт-Петербург, Россия
М. Урбанцова
Чешский технический университет в Праге (ЧВУТ), Чешская Республика
Yufereva A.D.
Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, Russia
Urbancova M.
Czech Technical University in Prague

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ РОССИИ И ЧЕХИИ В ВОПРОСАХ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ
ANALYSIS OF THE PECULIARITIES OF THE NORMATIVE BASE OF RUSSIA AND CZECH REPUBLIC IN THE QUESTIONS OF LABOR SAFETY IN CONSTRUCTION

Аннотация. В статье проведен анализ и сравнение нормативных документов, применяемых в России и Чехии в сфере безопасности труда в строительстве. Анализ показал, что нормативные базы идентичны в большинстве случаев. Детальное рассмотрение выявило несовпадения в структурах документов, а также численных данных некоторых требований.

Ключевые слова: строительство, безопасность труда, охрана труда, нормативная база.

Abstract. The article analyzes and compares the normative documents used in Russia and the Czech Republic in the field of labor safety in construction. The analysis showed that regulatory frameworks are identical in most cases. A detailed review revealed discrepancies in the structures of documents, as well as numerical data of some requirements.

Key words: construction, labour safety, labour protection, normative base.

Одной из острых и социально значимых проблем в строительстве является проблема безопасности и охраны труда, что составляет собой вопросы трудового законодательства техники безопасности, санитарно-гигиенических мероприятий, противопожарной безопасности, а также надзор и контроль за выполнением требований норм и правил по охране труда.

Целью данной работы является аналитический обзор нормативных баз, действующих в России и Чехии.

В связи с указанной целью поставлены следующие задачи:

1. провести обзор документов, действующих в странах в сферах безопасности и охраны труда;

2. выявить сходства и различия;

3. сделать вывод о возможности сопоставления приведенных документов.

На законодательном уровне на сегодняшний день в России существует несколько документов по стандартам безопасности труда для работников любой сферы [1-3] и около десятка нормативных документов о безопасности и охране труда именно в строительстве [4-11]. Рассмотрим некоторые из них.

В «Техническом регламенте о безопасности зданий и сооружений» устанавливаются минимальные требования к зданиям и сооружениям и связанными с ними процессами проектирования (включая изыскания), строительства, монтажа, наладки, эксплуатации и утилизации (сноса) [4].

В СНиП 12-03-2001 приведены общие положения и требования по организации работы по обеспечению охраны труда: организации производственных территорий, участков работ и рабочих мест, выполнения разных видов работ, эксплуатации разных видов машин. Также приложены некоторые формы допуска на производство определенных работ, состав и содержание основных проектных решений по безопасности труда и др [5].

В СНиПе 12-04-2002 делается упор на общестроительные и специальные строительные работы, требования разделены также по видам работ, не оговоренным в предыдущем СНиП [6].

В 2015 году были изданы «Правила по охране труда в строительстве», призванные унифицировать государственных нормативных требований охраны труда. За основу Правил взяты два предыдущих документа [5,6] с некоторыми дополнениями. Впервые был составлен полный перечень вредных и опасных производственных факторов, воздействию которых подвергаются строители, ранее эти факторы были представлены разрозненно для отдельных специальностей. Также определены требования подготовки, действующие для работников, занятые на работах, выполнение которых предусматривает совмещение профессий (должностей) и др. [7].

СП 12-135-2003 содержит пакет отраслевых типовых инструкций по охране труда по наиболее массовым профессиям и видам работ в строительстве [8].

В Чешской Республике существует большое количество законодательных актов, в которых рассматриваются вопросы охраны здоровья и безопасности труда. Прежде всего, это законы – общеобязательные правила, принятые Парламентом, а также декреты, которые выдаются Министерством, и постановления Правительства.

В 2016 и 2017 годах были внесены поправки во многие законодательные акты о безопасности труда, которые укрепили определенные требования к работникам и условиям труда. Для строительства самым большим изменением стал Закон № 88/2016 Coll. – долгожданная поправка

к Закону № 309/2006 Coll. о предоставлении дополнительных условий для охраны здоровья и безопасности на производстве, что существенно повлияло на деятельность специалистов по предотвращению рисков и координаторов по вопросам охраны труда на строительной площадке.

Закон № 262/2006 Coll. Трудовой кодекс предусматривает ответственность работодателей за обеспечение безопасности работников при выполнении работ и защиту прав и обязанностей сотрудников [11].

Закон 88/2016 Coll. Закон об особых условиях безопасности и гигиены труда. Закон затрагивает важные требования к безопасности и гигиене труда на рабочем месте, например, требования к рабочим местам и условиям на площадке, рабочие процедуры или предотвращение опасностей для жизни и здоровья, определяет факторы риска и контрольные зоны (зоны, в которых люди работают с опасными веществами; чтобы войти в эти зоны, необходимо иметь специальное разрешение, при это ведется учет времени нахождения рабочего в этой зоне). В документе указывается профессиональная компетентность, необходимая для выполнения задач по предотвращению риска и излагаются задачи организации-заказчика, подрядчика, координатора (сотрудника, который контролирует безопасность труда на стройке) и в случае необходимости других лиц [13].

Постановление Правительства № 362/2005 Coll. описывает более подробные требования к охране труда на рабочих местах с риском падения с высоты или на глубину. В настоящем Положении описываются меры по организации работы и виды деятельности, подверженные выше перечисленным рискам [14].

Постановление Правительства 136/2016 Coll. – о минимальных требованиях безопасности и гигиены труда на строительных площадках, а именно эксплуатации площадки и самого строительства. Также указаны требования к безопасности труда при работе с машинами, хранению и обработке материалов и необходимой готовности стройки до начала отдельных этапов. В заключительной части речь идет о работе с повышенной угрозой для жизни и содержание плана по охране труда

Основное различие между законодательствами двух стран – отсутствие в российском законодательстве «координатора безопасности труда». В чешском законодательстве четко прописаны требования к квалификации для этой должности и содержание работы данного сотрудника.

В России контроль осуществляется, как правило, по трехступенчатой схеме. Первая ступень контроля – ежедневная проверка обеспеченности безопасности на участке бригадиром, мастером и общественным инспектором по охране труда бригады (избирается из числа наиболее квалифицированных рабочих). Вторая ступень контроля проводится раз в неделю. Во второй ступени участвуют начальник участка, председатель комиссии по охране труда (старший общественный инспектор), механик и

электромонтер, проверки проводятся еженедельно. Третью ступень конконтроля осуществляют ежемесячно главный инженер строительной организации, главный механик, главный энергетик, инженер по технике безопасности.

Другим отличием между содержанием документов двух стран является различные требования к квалификациям специалистов и обучению работников.

Последняя группа – различия в факторах риска условий труда и операций, проходящих с риском возникновения угрозы жизни работников.

Результаты сравнения приведены в табл. 1.

Таблица 1

Сравнение нормативных документов по безопасности труда в строительстве в Чехии и России

Чехия	**Россия**	**Содержание документов**
Закон 88/2016	384-ФЗ	РФ – требования к зданиям и сооружениям, ответственные лица, требования безопасных для здоровья человека и другие требовании (в ЧР не так подробно, больше в специальных документах). ЧР – требования к рабочим местам, организации работ.
Закон 88/2016	СНиП 12-03-2001	РФ – факторы риска, ответственные лица, обязанности работодателя, генерального подрядчика. ЧР – факторы риска, требования к квалификации специалистов и обязательства подрядчика, координатора безопасности труда (более строгие требования, чем РФ).
ПП 136/2016	СНиП 12-03-2001	РФ – требования по обеспечению охраны труда на стройке: хранение материала, погрузочно-разгрузочные работы, необходимые высоты конструкций (более конкретная информация и требования, чем в ЧР). ЧР – помимо вышеперечисленного перечень требований к запросу для начале строительных работ.
ПП 362/2005	СНиП 12-03-2001	РФ – требования к мобильному оборудованию, лесам, лестницам при работе на высоте. ЧР – требования к работе на крыше и местам с опасностью, также условия прерывания работы на высоте.
ПП 136/2016	СНиП 12-04-2002	РФ – список всех основных строительных работ с конкретными требованиями и необходимыми мерами. ЧР – список работ, как в РФ, больше ориентирован на рабочие процессы и строительные машины.
ПП 136/2016	СП 12-135-2003	РФ – список всех основных профессий на строительной площадке, рекомендации по безопасность на работе РФ – общие требования к безопасности, конкретные инструкциии информация в специальных стандартах - ČSN EN
	ПМР N336н	РФ – структурированная информация по охране труда на площадке, обобщающая и дополняющая нормативы, выпущенные ранее В ЧР такого нет

На основании проведенного анализа, можно сделать вывод о том, что нормативные документы, применяемые в строительстве по охране и безопасности труда в России носят всеобъемлющий характер с четко выстроенной структурой, являются более полными, чем в Чешской Республике. В Чехии же существует несколько основных законов с общими правилами, конкретные требования и спецификации дается в отдельных, небольших документах, при этом правила, требования и допустимые характеристики строже, чем в Российской Федерации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 г. №197-ФЗ.
2. ГОСТ 12.0.230-2007 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Системы управления охраной труда. Общие требования (с Изменением N 1).
3. ГОСТ Р 12.0.007-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Система управления охраной труда в организации. Общие требования по разработке, применению, оценке и совершенствованию.
4. Федеральный закон 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
5. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования.
6. СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство.
7. Приказ Минтруда России от 01.06.2015 N 336н "Об утверждении Правил по охране труда в строительстве" (Зарегистрировано в Минюсте России 13.08.2015 N 38511).
8. СП 12-135-2003. Безопасность труда в строительстве. Отраслевые типовые инструкции по охране труда.
9. Методические документы в строительстве. МДС 12-53.2010. Макеты распорядительных и регламентных документов системы управления охраной труда строительной организации. Руководящий документ.
10. Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
11. Федеральный закон «О специальной оценке условий труда»: №426-ФЗ от 28.12.2013.
12. Закон № 262/2006 Coll., Трудовой кодекс.
13. Закон № 88/2016 Coll. Закон об условиях безопасности и гигиены труда.
14. Постановление Правительства № 362/2005 Coll.
15. Постановление Правительства № 136/2016 Coll.

УДК 72.025.5

П. В. Яциневич, У. В. Попова, К. В. Чернов
ФГАОУ ВО «СПбПУ», Россия
Iatsinevich P.V., Popova U.V., Chernov K.V.
FSAEI HE «SPbPU», Russia

ОБЗОР МИРОВОГО ОПЫТА КОМПЛЕКСНОГО РЕДЕВЕЛОПМЕНТА ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ
WORLD EXPERIENCE OVERVIEW OF INTEGRATED REDEVELOPMENT OF INDUSTRIAL AREAS

Аннотация. Комплексное освоение промышленных территорий является одним из перспективных векторов развития в строительной отрасли, в то время как резервы для точечной застройки в черте города в основном исчерпаны. В статье рассмотрены перспективы редевелопмента промышленных зон в г. Санкт-Петербурге, а также приведен обзор успешного зарубежного опыта освоения промышленных территорий.

Ключевые слова: редевелопмент, комплексное освоение территорий, реконструкция.

Abstract. Integrated development of industrial areas is one of the prospective vectors of development in the construction industry, while the reserves of infill development in the city are mainly exhausted. The article gives an overview of successful foreign experience of industrial areas development and the prospects of redevelopment of industrial areas in Saint-Petersburg.

Key words: redevelopment, integrated development, reconstruction.

В настоящий момент реконструкция промышленных территорий занимает ведущее положение при строительстве в крупных городах России и Европы. Это один из самых перспективных векторов развития в строительной отрасли. В Российской Федерации проблеме реновации промышленных зон уделяется большое внимание. Резервы для точечной застройки в черте города в основном исчерпаны, а массовая застройка за пределами города и в пригородных районах приводит к ежедневным маятниковым миграциям и лишнему трафику. Кроме того, согласно [1] и [2], освоение территорий на окраине города уже не так прибыльно, а вложения в редевелопмент значительно ниже вложений в новое строительство, экономия может составлять до 29% от общего объема инвестиций.

Тенденция развития промышленных территорий поддерживается и на федеральном уровне. В начале 2017 года вступил в силу закон о развитии промышленных зон, благодаря которому будет упрощена процедура вовлечения в реконструкцию крупных промышленных территорий с боль-

шим количеством собственников, что являлось одним из основных препятствий для девелоперов. [3, 12, 13]

Освоение бывших промышленных территорий благотворно влияет и на архитектурно-художественный облик города. Более того, в результате комплексного изменения среды состоятельные граждане переселяются в те районы города, которые ранее были заселены представителями рабочего класса бывших заводов, в результате чего возрастает престижность района.

В Европе практика реновации заброшенных промышленных территорий с успехом используется еще с конца двадцатого века. Множество примеров доказывают ее экономическую целесообразность. [4]

Одним из самых масштабных европейских проектов – редевелопмент района Докленде на месте заброшенного лондонского порта. Это целый комплекс территорий общей площадью 22 км2, расположенный практически в самом центре города [5].

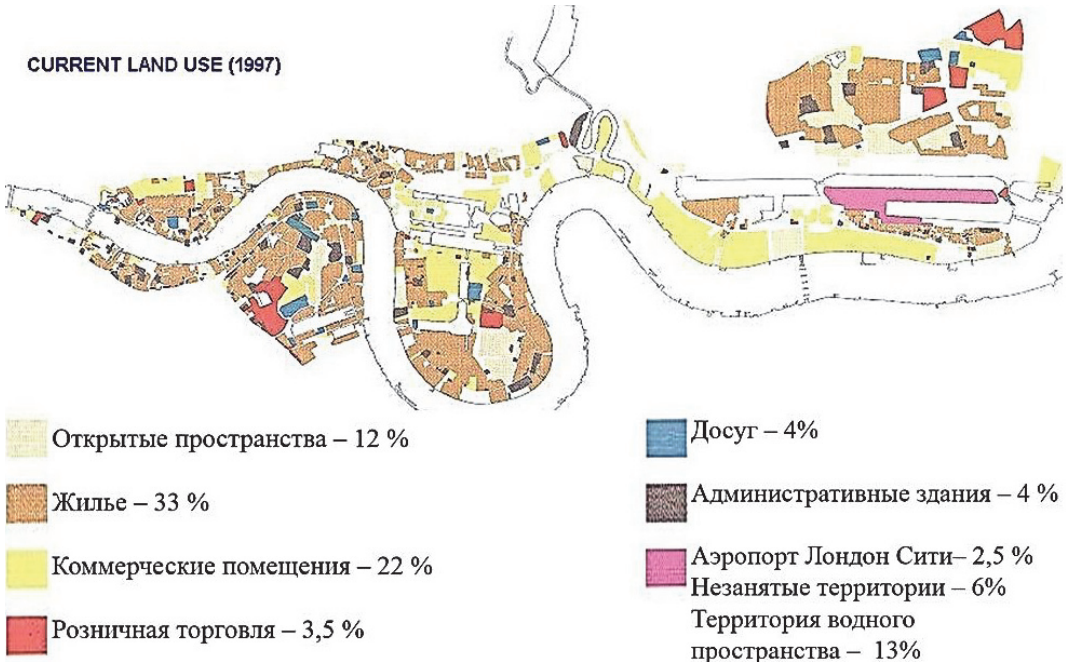


Рис. 1. Функциональное распределение территории Докленде, Лондон

Реконструкция проводилась этапами с 1981 по 1997 года. Этот масштабный проект позволил полностью преобразить территорию. В районе Докленде наряду с Сити появился второй финансовый центр Лондона – Кэнэри-Уорф. Также в Докленде появился огромный выставочный центр ExCel и аэропорт Лондон-Сити. Район города, который раньше в основном населяли неквалифицированные рабочие порта превратился в престижное место и центр деловой активности.

На новой территории было создано 85 000 рабочих мест, а также постоянно проживает 45 000 человек. Было предусмотрено разнообразное функциональное наполнение (рис. 1).

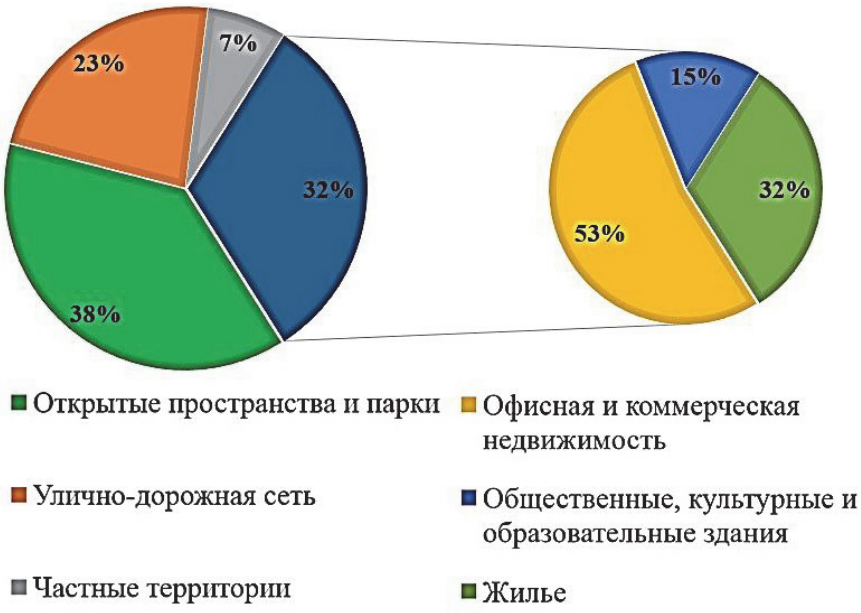


Рис. 2. Функциональное распределение территории. Хаффен-Сити, Гамбург

Другой пример реконструкции бывшего промышленного порта – Хаффен-Сити, Гамбург. Это территория, примыкающая к центру города, общей площадью 157 га, из которых территория суши – 127 га. Хотя строительство еще не завершено (его окончание намечено на 2025-2030 года), концепция реализуется в соответствии с проектом, большая часть территории уже застроена. На жилье приходится около 32% застройки (800000м^2), 53% займет офисная недвижимость и коммерческие помещения (1,315 млн м^2), еще примерно 15% (более 380000м^2) отдано под выставочные залы, магазины, кафе, образовательные учреждения, отели, социальную инфраструктуру и общественные пространства (рис. 2). Благодаря застройке старого порта территория центра города увеличится на 40% [6].

Уже сейчас в этом районе появилось 12000 рабочих мест, число которых увеличится до 40000 к концу реализации проекта [7].

Успешный пример реновации промышленных территорий в центре города есть и в Париже. Градостроительный проект «ЗАК «ПАРИ РИВ ГОШ» (ZAC «PARIS RIVE GAUCHE») реализуется на юго-востоке города. Территория площадью 130 га, из которых 26 га – покрыто железнодорожными путями вокзала Austerlitz, располагается вдоль левого берега р. Сенны. Как и предыдущие примеры, данная территория прилегает к центру города. Работы по реконструкции ведутся с 1992 года [8].

Сегодня Paris Rive Gauche – это район, в котором уже проживают более 10000 жителей, работают 20000 сотрудников, а также насчитывается 30000 студентов, профессоров, исследователей и административного персонала. В 2025-х годах эти цифры увеличатся до 20000 жителей и 60000 рабочих (рис. 3).



Рис. 3. Вид на Paris Rive Gauche до реконструкции, 1989 г.

Как видно из приведенных примеров комплексное освоение промышленных территорий в Европе практикуется уже давно. Во всех проектах девелоперы и государство направлены на формирование современной городской среды социального многообразия. В результате их реализации на месте заброшенного производства появляется качественно новая городская среда, спланированная в перспективе роста и развития города. Здесь можно жить, работать и отдыхать. Такой подход позволил снизить маятниковую миграцию и разгрузить улично-дорожную сеть, усилить полицентричность города.

В России и в Санкт-Петербурге, в частности, проблема реновации промышленных территорий также является актуальной. Санкт-Петербург обладает значительным фондом промышленных объектов, требующих реконструкции. Согласно [9] по ситуации на 2011 год площадь промышленных зон относительно главной части города (60,6 тыс. га, без пригородов) составляла около 10%. Исторический промышленный пояс Санкт-Петербурга, называемый «серым поясом» – это территории исторически сложившихся промышленных предприятий, которые возникли вдоль рек и Обводного канала вокруг центра города.

Потенциал территории «серого пояса» заключён в расположении на границе исторического центра. Разумное использование этого потенциала позволит решить многие задачи, в том числе развития транспортной инфраструктуры, размещения деловых функций, организации жилья и системы общественных озеленённых пространств.

По прогнозам [10] на протяжении следующего десятилетия на территории бывших промзон будет построено почти на треть больше жилья, чем в период с 2011 по 2020 год (рис. 4). К 2030 году наибольший объем нового жилья в «сером поясе» может быть реализован в Невском (2 млн. $м^2$),

Московском (1,7 млн м^2), Калининском (1,2 млн м^2) и Адмиралтейском районах (1,1 млн. м^2).

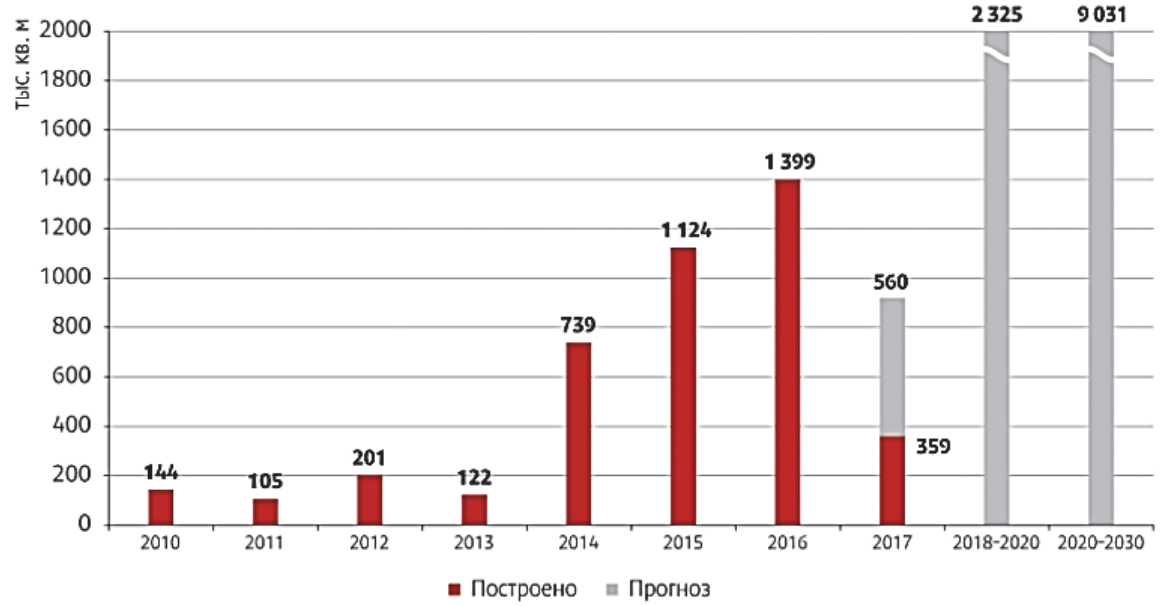


Рис. 4 Динамика ввода жилья на территории промышленных зон в Санкт-Петербурге

Сейчас промышленные территории, отделяют центральную часть, где работает около половины населения города, от окраин, где люди не могут найти места приложения труда рядом с домом и не имеют достаточно возможностей для проведения досуга и развлечений [11, 14]. Решение этих проблем возможно только при комплексном подходе к реновации промышленных территорий, предусматривающем полное выведение производства и устранение санитарных зон [9].

Таким образом, реконструкция промышленных территорий в черте города является перспективным направлением. Это уникальная возможность создания целых районов вблизи исторического центра с учетом перспективы на будущее развитие. Важно создавать многофункциональную и разноплановую инфраструктуру, с включением большого количества зеленых зон.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. АСН-инфо // Александр Лелин: «Альтернативы проектам КОТ практически нет». URL: https://asninfo.ru/interviews/571-aleksandr-lelin-alternativy-proyektam-kot-prakticheski-net (дата обращения: 19.11.2017).

2. АСН-инфо // Мнение: Вложения в редевелопмент выгоднее нового строительства. URL: https://asninfo.ru/interviews/571-aleksandr-lelin-alternativy-proyektam-kot-prakticheski-net (дата обращения: 20.11.2017).

3. REDEVELOPER.ru // Редевелопмент с министерскими амбициями. URL: http://www.redeveloper.ru/articles/redevelopment-s-ministerskimi-ambitsiyami.html (дата обращения: 18.11.2017).

4. Шпилевая А.Н., Зарубежный опыт преобразования промышленных зон // Экономика и управление: проблемы, решения. 2015. № 8. С. 119–124

5. The LDDC History Pages // Regeneration Statement. URL: http://www.lddc-history.org.uk/regenstat/index.html (дата обращения: 18.11.2017).

6. Индикаторы Рынка Недвижимости // Хафенсити в Гамбурге: район будущего на месте старого порта. URL: http://www.redevelopment.irn.ru/articles/915.html (дата обращения: 20.11.2017).

7. HafenCity Hamburg GmbH // HafenCity Hamburg: State of development. URL: http://www.hafencity.com/en/overview/hafencity-hamburg-state-of-development.html (дата обращения: 17.11.2017).

8. Paris Rive Gauche // Le programme. URL: http://www.parisrivegauche.com/L-operation-d-urbanisme/Le-programme (дата обращения: 17.11.2017).

9. АСН-инфо // Редевелопмент в ожидании революции. URL: https://asninfo.ru/analytics/615-redevelopment-v-ozhidanii-revolyutsii (дата обращения: 18.11.2017).

10. Назарова М.В., Современный опыт реконструкции объектов промышленной архитектуры под здания жилого назначения в Санкт-Петербурге и Москве// Архитектура и строительство России. 2013. № 11. С. 32–39.

11. Правительство Санкт-Петербурга Комитет по градостроительству и архитектуре // Презентация международного закрытого архитектурно-градостроительного конкурса на разработку Концепции преобразования «серого пояса» Санкт-Петербурга. URL: https://old.kgainfo.spb.ru/news/1903.html (дата обращения: 17.11.2017).

12. Симанкина Т.Л., Попова О.Н. Квалиметрическая экспертиза при оценке состояния застройки урбанизированной территории. Строительство уникальных зданий и сооружений. 2013. № 7 (12). С. 71-78.

13. T. Simankina, N. Braila, S. Kanyukova Reclamation Trend of Underground Construction Original Research Article Procedia Engineering 2016 Volume 165, p. 1757-1765

14. Информационные методы оценки недвижимости: учебник для студ. учреждений высш. образования / С.А. Болотин, Н.В. Брайла, Т.Л. Симанкина. – М.: Издательский центр «Академия», Москва, 2014. – 208 с. ISBN 978-5-4468-0572-3

УДК 691

С. Ю. Тарабукина
ФГАОУ ВО «СПбПУ», Россия
Tarabukina S.Yu.
FSEI HPL «SPbPU», Russia

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ
BUILDING THERMAL INSULATION MATERIALS

Аннотация. В статье приведен обзор теплоизоляции для наружных ограждающих конструкций. Рассмотрены их классификация, применение, отличительные особенности и характеристики. Показано состояние российского рынка по производству теплоизоляционных строительных материалов, преимущества и недостатки данной отрасли, а также перспективы развития.

Ключевые слова: теплоизоляционные материалы, минераловатные изделия, пенополистирол, строительные материалы.

Abstract. The article gives an overview of thermal insulation for external enclosing structures. Their classification, application, distinctive features and characteristics are considered. The state of the Russian market for the production of heat-insulating building materials is shown, the advantages and disadvantages of this industry, as well as the prospects for development.

Key words: thermal insulation, mineral wool, polystyrene, construction materials.

Теплоизоляция – предназначена для предотвращения или минимизации утечки тепла, поступления шума и вибрации через ограждающие конструкции. Теплоизоляция зданий и сооружений представляет собой материал или изделие – утеплитель, который способствует тепловой изоляции конструкций объекта. Основная задача теплоизоляционных материалов – не пропускать холод и не выпускать тепло. Мировой опыт показывает, что применение теплоизоляционных материалов значительно сокращает потребление тепла в производстве строительных материалов, во время строительства и эксплуатации объекта, тем самым снижается расход денежных средств. Следует особо подчеркнуть, что такие конструкции здания, как наружные стены несут теплопотери в здании –15%, балконы и окна – 20%, полы – 15%, чердачные перекрытия и кровля – 20%, вентиляционная система – 30%.

Ряд российских ученых, в частности, Гнездилова О.А., Кобелев Н.С., Первушин Г.Н., Ивакина Ю.Ю., Гурьянов Н.С. и др. занимались изучением свойств и методов расчета различных теплоизоляционных материалов, разработкой технических решений и технологии производства данных материалов, а также вопросами технологической и экономической эффективности,

экологичности, особенностями производства утеплителей для зданий и сооружений [3, 4, 6, 10, 11, 14, 19].

Теплоизоляционные материалы и изделия нормируются по ГОСТ 16381-77 «Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Классификация и общие технические требования».

Классификация теплоизоляционных материалов ведется по 5 признакам:

1. По виду основного исходного сырья делят на 2 группы: органические и неорганические. Органические производятся из различного растительного сырья: древесных отходов (стружки, опилки), камыша, торфа, а также на основе полимеров. Но большинство органических теплоизоляционных материалов подвержены загниванию и порче различными насекомыми, поэтому их предварительно подвергают обработке антисептиками и антипиренами, повышающими их долговечность. К неорганическим теплоизоляционным материалам относят минеральную вату и изделия из нее.

2. По структуре материалы и изделия классифицируют на волокнистые (волокна расположены с определенной ориентацией или хаотически, связанные между собой или могут иметь рыхлое состояние. К ним относят древесину, минеральную вату, стекловату и их разновидности); ячеистые (воздушные поры в виде ячеек, заполненные газом или воздухом, разделены стенками, образующие прочный каркас. Материалы с ячеистой структурой – это ячеистые бетоны, пеностекло и некоторые виды пластмасс); зернистые (сыпучие и порошкообразные материалы: заполнители для бетонных и растворных смесей (гравий, щебень, песок), материалы для приготовления мастик и засыпок, минеральные вяжущие вещества, сухие строительные смеси, вспученный перлит и вермукилит).

3. По содержанию связующего вещества: содержащие и не содержащие связующее вещество, то есть разделяются наличием вещества, обладающего способностью скреплять между собой различные по характеристике материалы.

4. По форме – рыхлые и сыпучие (вата, перлит, вермикулит); плоские (маты, войлок, плиты); фасонные, т.е. штучные жесткие (цилиндры, полуцилиндры, кирпичи, скорлупы, сегменты); шнуровые (шнуры, жгуты).

5. По горючести (возгораемости) несгораемые (под воздействием огня или высокой температуры не воспламеняются, не обугливаются), трудносгораемые (воспламеняются, обугливаются и продолжают гореть при поддержании огня, а после удаления горение прекращается), сгораемые (воспламеняются и продолжают гореть даже после удаления источника огня) [18].

Основными критериями при выборе строительного материала для теплоизоляции ограждающих конструкций являются: теплоэффективность, экологичность, пожаростойкость и долговечность, доступность сопутствующих исходных материалов и сравнительно их низкая себестоимость. Кроме того, учитывается теплопроводность материала λ, Вт/(м°С). Выражается количе-

ством тепла в Джоулях (Дж), проходящее через материал толщиной 1 м, площадью 1 м^2 в течение 1 с, при разности температур на противоположных поверхностях материала 1°С. Материалы с низкой теплопроводностью применяются для утепления, а материалы с высокой – для переноса или отвода тепла [8].

Теплопроводность – это один из видов обмена теплотой. Обмен теплотой в среде, как энергией происходит, когда соприкасающиеся материалы имеют разные температуры, и происходит до тех пор, пока показатель температур не сравняется. Теплота всегда передается от более нагретого материала к менее нагретому.

Существует 3 способа передачи тепла:

Конвекция. В этом режиме тепло передается, когда нагретый воздух, газ или жидкость перемещаются из одного места в другое, перенося тепло с собой. Скорость теплового потока будет зависеть от температуры движущегося газа или жидкости и от ее скорости потока.

Тепловое излучение. Тепловая энергия передается в виде света, как инфракрасное излучение. Эта энергия исходит из горячего тела и может свободно перемещаться через полностью прозрачные среды. Атмосфера, стекло и полупрозрачные материалы пропускают значительное количество лучистого тепла, которое может поглощаться, когда оно падает на поверхность. Хорошо известно, что светлые или блестящие поверхности лучше отражают тепло, чем черные или темные поверхности.

И принимаемый во внимание показатель для теплоизоляционных материалов – *теплопроводность*. В этом режиме тепловая энергия передается через твердое вещество, жидкость или газ от молекулы к молекуле в материале. Для того чтобы этот процесс выполнялся, должен быть физический контакт между частицами и соблюдаться небольшая разность температур. Поэтому теплопроводность – это скорость теплового потока, передаваемого от частицы к частице [17,19].

Россия – страна с самой большой территорией и с наиболее холодным климатом в мире. Здесь жилье требуется отапливать в среднем 6-8 месяцев в году. Но не смотря на высокую востребованность теплоизоляционных материалов, Россия значительно отстает в сфере производства этих материалов от других передовых, промышленно развитых стран мира. В среднем расходы на отопление и потребление горячего водоснабжения в жилых зданиях по России составляет 74 кг. условного топлива (у.т.) на квадратный метр в год. Для сравнения: в Германия – 34 кг. у.т., Швеции и Финляндии – 18 кг. у.т. на м^2 в год [1,12].

Сегодня на рынке имеется множество теплоизоляционных материалов. В таблице 1 приведен ряд наиболее распространенных теплоизоляционных материалов, применяемых в качестве утеплителя для наружных ограждающих конструкций и их коэффициенты теплопроводности [15].

Таблица 1

Коэффициенты теплопроводности теплоизоляционных материалов

Теплоизоляционный материал	λ – коэффициент теплопроводности Вт/(м×°С)	Теплоизоляционный материал	λ – коэффициент теплопроводности Вт/(м×°С)
Пенополистирол	0,028-0,041	Пеностекло или газостекло	0,07-0,11
Пенополиуретан	0,029-0,041	Пакля	0,05
Минераловатные маты	0,044-0,058	Плиты из гипса	0,35
Плиты древесноволокнистые	0,11-0,15	Плиты из стеклянного штапельного волокна «URSA»	0,039-0,046

У каждого материала есть свои достоинства и недостатки. На данный момент особое распространение получили: минераловатные изделия, они составляют 65% от общего объема и потребления теплоизоляций в стране. Порядка 8% занимают стекловатные материалы, 20% – пенополистирол и другие пенопласты. Производством данных видов утеплителей занимаются во всех федеральных округах России, а в наибольшем количестве в Северо-Западном регионе. Основные потребители теплоизоляции в России – Уральский и Сибирский и Дальневосточный регионы – в сумме на их долю приходится около 45% российского потребления утеплителей [2,12].

Минераловатные изделия произведены из промышленных отходов (доменные шлаки, керамический бой) или горных пород (базальт, доломит, известняк). Бывают нескольких видов: маты, плиты, сэндвич-панели, цилиндры. Преимущества: звукоизоляция, морозостойкость, сорбционная влажность и пожаростойкость [5,10].

Пенополистирол имеет различные технические характеристики, в зависимости от используемого сырья и применяемого метода изготовления. Его получают путем заполнения гранул стирола газом, который в дальнейшем растворяют в полимерной массе. Гранулы увеличиваются в объеме, спекаются между собой, занимая всю блок-форму в процессе нагрева паром. Чрезвычайно низкая теплопроводность пенополистирола придает стенам необходимое термическое сопротивление, которое позволяет ощутимо экономить тепло в отопительный сезон имеет низкую теплопроводность, высокую прочность и долговечен [7,9,13].

Теплоизоляционными системами для строительства жилых зданий с применением вышеизложенных утеплителей выбирают: систему «мокрого» типа и систему навесного вентилируемого фасада с утеплителем снаружи, поскольку это считается эффективнее в части сбережения расхода энергоресурсов, т.к. «точка росы» выносится за стену, в слой теплоизоляционного материала, что значительно минимизирует образование и накапливание конденсата в стенах. За счет чего наружная стена не подвергается воздействию атмосферных осадков и перепадам температур [4].

В результате проведенного аналитического обзора установлено, что современный рынок теплоизоляционных материалов в России находится на стадии развития, номенклатура и качество отечественных теплоизоляционных материалов, которые выпускаются в стране не покрывают в полной мере нужды строительства. Ключевыми требованиями, предъявляемыми к современным теплоизоляционным материалам являются низкая теплопроводность, экологичность, водонепроницаемость и легкость монтажа, чтобы при установке утеплителей не возникало никаких зазоров между соседними плитами, что в дальнейшем приведет к пропусканию воздуха.

Современные конструктивные и архитектурные решения всё больше требуют создание высокоэффективных, конкурентоспособных теплоизоляционных материалов. И большое внимание уделяется повышению уровня комфортности, тепло- и звукоизоляция, а также экономической и экологической составляющим страны.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Башкатов Б.И., Гохберг Л.М., Иванов А.Е. Россия и страны мира. 2016: Стат.сб./Росстат. – М., 2016 – 379с.

2. Бугакова Н.С., Гельвановский М.И. Регионы России. Основные характеристики Российской Федерации. 2016: Стат. сб. / Росстат. – М.,2016. – 671с.

3. Ватин Н.И., Горшков А.С., Немова Д.В. Энергоэффективность ограждающих конструкций при капитальном ремонте // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2013. №3 (8). с. 1-11.

4. Гнездилова О.А., Хрюкин Ю.А. Современные энергосберегающие материалы и технологии в ограждающих конструкциях. Ч.1. Стены и фасады – Иркутск: ИрГУПС, 2017. – 81с.

5. Горелик П.И., Золотова Ю.С. Современные теплоизоляционные материалы и особенности их применения // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2014. 3(18). с.93-103.

6. Гурьянов Н.С. Оценка и обеспечение тепловой надежности наружных стен эксплуатируемых зданий // дисс. к.т.н. Нижний Новгород. 2003. 232с.

7. Данель В.В. Пенополистирол в наружных стеновых панелях // Жилищное строительство, №7, 2012. с.16-18.

8. Данилов Н.Д., Семенов О.С., Винокуров С.П. О методике определения теплозащитных показателей наружных стен зданий // Жилищное строительство. – 2001. – №8. – с.18-20.

9. Жуков В.И., Евсеев Л.Д. Типичные недостатки наружного утепления зданий пенополистиролом // Строительные материалы. №6. 2007. с.27-31.

10.Ивакина Ю.Ю. Повышение эффективности вентилируемых фасадов с минераловатными утеплителем // дисс. Москва. 2007. 125с.

11.Кобелев Н.С., Гнездилова О.А. Инновационные энергосберегающие панели из биматериала для дополнительной теплоизоляции строительных

ограждений // Статья в сборнике трудов конференции: Современные материалы, техника и технология. Курск, 22 декабря 2011 г.

12.Скороходова Н., Адександрия М. Российский рынок фасадных систем теплоизоляции: история и перспективы // Стройпрофиль. 6(84). 2010. с.37-39.

13.Тарабукина С.Ю., Симанкина Т.Л. Эффективность теплоблока в качестве наружной ограждающей конструкции //Строительство уникальных зданий и сооружений. 3(54). 2017. с.47-62.

14.ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации (с изменениями на 29 июля 2017 года)».

15.СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий».

16.ГОСТ Р 56778-2015 «Системы передачи тепла для отопления помещений. Методика расчета энергопотребления и эффективности».

17.ГОСТ 16381-77 «Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Классификация и общие технические требования»

18.ГОСТ 7076-99 «Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме».

19.COMBINED THERMAL INSULATING MODULE OF MOUNTED VENTED FACADES Ryabukhina S., Simankina T., Sokolovskii N., Koshkarova M., Ryzhkov O. В сборнике: MATEC Web of Conferences 15. Сер. "15th International Conference "Topical Problems of Architecture, Civil Engineering, Energy Efficiency and Ecology - 2016", TPACEE 2016" 2016. С. 02005.

УДК 69.04

Д. А. Алябьева
ФГАОУ ВО СПбПУ, Россия
Alyabyeva D.A.
FGAOU V SPbPU, Russia

ПРЕДНАПРЯЖЕННЫЙ УПРУГИЙ ПОДВЕС
TENSIONAL ELECTRIC SUSPENSION

Аннотация. В статье рассматриваются параметры, отличающие преднапряженный подвес от ненапряженного.

Ключевые слова: геометрическая нелинейность; строительная механика; метод конечных элементов.

Abstract. In this article, we consider parameters that distinguish a prestressed suspension from an unstressed.

Key words: geometrical nonlinearity; structural mechanics; finite element method.

До недавнего времени большинство программных комплексов было ограниченно линейным анализом. Такой анализ обеспечивает лишь приблизительные результаты. Тем не менее, иногда возникают более сложные проблемы, проблемы, которые призывают к нелинейному подходу.

Хотя процесс изменяющейся жесткости характерен для всех типов нелинейных исследований, происхождение нелинейного поведения может отличаться, делая логичным классификацию нелинейности на основе её происхождения.

Термин «жесткость» определяет принципиальное различие между линейным и нелинейным анализом. Жесткость элемента или системы характеризует реакцию на приложенную нагрузку. Если изменение в жесткости небольшое, имеет смысл предполагать, что ни форма, ни свойства материала не изменяются вообще во время процесса деформации. Это предположение - основной принцип линейного анализа. Нелинейный же анализ требует оставить предположение о постоянной жесткости. Она изменяется во время процесса деформации и матрицы жесткости [K] из фундаментального уравнения

$$[F] = [K] * [d] \qquad (1)$$

должны быть обновлены. Жесткость также изменяется из-за приложенных нагрузок. Иногда, нагрузки — в зависимости от того, как они приложены — могут или увеличить жесткость или уменьшить ее.

Рассмотрим пространственный подвес с предварительно напряженными упругими элементами.

При смещении тела из равновесного состояния конец пружины переместится на величину ρ. Полагая, что длина ненапряженной пружины есть l_0, а её коэффициент жесткости c, запишем потенциальную энергию пружины после этого перемещения в виде

$$\text{П} = \frac{\text{c}}{2}(l - l_0)^2 = \frac{\text{c}}{2}\left[\sqrt{(1+\rho)^2} - l_0\right]^2 = \frac{\text{c}}{2}\left(l^2 + l_0^2 + \rho^2 + 2\rho \cdot 1 - 2l_0 l\sqrt{1 + \frac{2\rho\cdot 1}{l^2} + \frac{\rho^2}{l^2}}\right) \qquad (2)$$

Используем аппроксимацию

$$\sqrt{1+\gamma} \approx 1 + \frac{\gamma}{2} - \frac{\gamma^2}{8}, \quad \gamma \ll 1 \qquad (3)$$

После этого, отбрасывая постоянные, не зависящие от ρ слагаемые, придем к выражению

$$\text{П} = \frac{\text{c}}{2}\left[\rho^2\left(1 - \frac{l_0}{l}\right) + 2\rho \cdot 1\left(1 - \frac{l_0}{l}\right) + \frac{l_0}{l}\left(\frac{\rho\cdot 1}{l}\right)^2\right] \qquad (4)$$

Которое можно привести к более удобному виду, не содержащему l_0, воспользовавшись соотношением

$$F = c\,(l - l_0), \qquad (5)$$

Где F – сила натяжения пружины в состоянии ее равновесия. В результате приходим к следующей формуле для потенциальной энергии деформированной пружины

$$\Pi = \frac{c}{2}(\rho - \sigma)^2 + F\left[\rho \cdot \sigma + \frac{\rho^2 - (\rho \cdot \sigma)^2}{2l}\right] \qquad (6)$$

Эта формула содержит основные параметры, характеризующие пружину в преднапряженном подвесе. При выражении ρ через обобщенные координаты тела, необходимо удерживать в ρ не только линейные, но и квадратичные слагаемые. В противном случае в потенциальной энергии подвеса будут утрачены квадратичные члены, пропорциональные силам F. Этим напряженный подвес существенно отличается от ненапряженного.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шлычков С.В. Расчет геометрически нелинейных конструкций методом конечных элементов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2008. №4. С. 145-152.

2. Соломин В.И., Хомяк В.П. К расчету прочности и прогибов железобетонных стержней деформационным методом // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2014. №4. С. 73-80.

3. Ерхов М.И., Монахов И.А. Большие прогибы жесткопластической предварительно напряженной балки с шарнирными опорами при распределенной нагрузке и краевом моменте на одной опоре // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования 2000. №1. С. 52-57.

4. Монахов И.А., Савченкова Л.В. Большие прогибы жесткопластической защемленной балки, нагруженной продольной силой, несимметрично распределенной нагрузкой и опорными моментами // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования 2014. №1. С. 142-151.

5. Басов Ю.К., Монахов И.А. Предельная нагрузка для защемленной балки, нагруженной продольной силой, несимметрично распределенной нагрузкой и опорными моментами // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования 2014. №1. С. 136-142.

6. Басов Ю.К., Монахов И.А. Аналитическое определение несущей способности балки с одной защемленной и другой шарнирно неподвижной опорами под действием сочетания нагрузок // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования 2015. №1. С. 106-111.

7. Ерхов М. И. Методика определения больших прогибов жесткопластической предварительно напряженной балки с шарнирно неподвижными опорами при локальной неравномерно распределенной нагрузке и краевых моментах // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования 2002. №1. С. 7-12.

8. Басов Ю.К., Монахов И.А. Аналитическое решение задачи о больших прогибах жесткопластической защемленной балки под действием локальной распределнной нагрузки, опорных моментов и продольной силы // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования 2012. №3. С. 120-126.

9. Раевский А.Н., Теряник В.В. Расчет устойчивости внецентренно сжатых элементов железобетонных конструкций реконструируемых зданий // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования 2011. №2. С. 96-104.

10. Джинчвелашвили Г.А., Булушев С.В. Колебания высотных зданий при сейсмическом воздействии с учетом физической и геометрической нелинейности // Вестник МГСУ. 2014. №2.

11. Тамразян А.Г., Шувалов К.А. Влияние предварительного напряжения на динамические параметры железобетонных конструкций при запроектных воздействиях // Вестник МГСУ. 2012. №11. С. 113-117.

12. Хунагов Р.А., Маилян Д.Р. Влияние неравномерного предварительного напряжения сечений железобетонных элементов // Вестник Майкопского государственного технологического университета. 2011.№4.

УДК 69.003.13

М. Ю. Астахов, К. Е. Непомнящий, Н. А. Чумичёв
ФГАОУ ВО СПбПУ «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Россия
Astakhov M.Y., Nepomnyashchy K.E., Chumichev N.A.
FSEI HL «Peter the Great St.Peterburg Polytechnic University», Russia

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСВА ЗДАНИЙ ИЗ ФИБРОБЕТОНА
THE ECONOMIC FEASIBILITY OF THE CONSTRUCTION OF BUILDINGS OF FIBRE-REINFORECED CONCRETE

Аннотация. Статья посвящена экономической целесообразности строительства из недорогого и экологически чистого жилья на основе легированного клеточного волокнистого бетона. Проект предусматривает разработку технологий для строительства и реконструкции общественных и жилых зданий, в том числе построенных на стандартных конструкциях на основе структурных единиц. В результате проекта будет обоснована и развита технология строительства и реконструкции общественных и жилых зданий.

Ключевые слова: строительство, экономика, фибробетон, долговечность, экология, комфорт, энергосбрежение, технология.

Abstract. The article deals economic feasibility of affordable and eco-friendly housing on the basis of doped cellular fibrous concrete. The project provides for the development of technology for the construction and reconstruction of public and residential buildings, including those built on standard designs based on structural units. As a result of the project, the technology of construction and reconstruction of public and residential buildings will be justified and developed.

Key words: structure, economics, fiber-reinforced concrete, durability, ecology, comfort, energy saving, technology.

Introduction

The problem of energy saving in Russia is very acute, it is recognized at the state level - in 2009 the Law on Energy Efficiency was adopted, providing for an integrated approach to its solution. The main goal of the measures envisaged by the Law is to reduce energy consumption during the operation of buildings. At the same time, the fulfillment of energy efficiency requirements should be guaranteed by the developer for at least five years from the moment the building is put into operation.

In this regard, it should be noted the durability of cellular non-autoclaved fiber-reinforced concrete, comparable to the life of the building, in contrast to similar materials. Important advantages of cellular non-autoclaved fibrous concrete: energy saving, low cost, durability, ecology and comfort.

The structures of cellular fiber-reinforced concrete are capital and durability due to increased frost resistance is not less than 100 years.

The cellular fibrous concrete "breathes", regulating the humidity in the room and contributing to the removal of harmful gases. The material has a low content of natural radionuclides (10 times lower than normal). Due to the high porosity, cellular concrete is a good sound insulator. Buildings made of cellular concrete do not film useful for human natural electric and magnetic fields. Cellular concrete has an excellent thermal insulation capacity due to the air enclosed in its pores. Elements of wall fences have resistance to heat transfer R = 6 m2 g / W at a thickness of 400 mm, which is equivalent to a brick wall 3.5 m thick or a wooden wall 80 cm thick.

The wall of doped cellular concrete at a cost of 2-3 times lower than the wall made of bricks, and the quality is much higher. The low thermal conductivity and heat-accumulating properties of the cellular concrete of the wall give significant savings on heating**.**

Goals and objectives

The project provides for the development of technology for the construction of energy-efficient, affordable and eco-friendly housing from doped cellular fibrous concrete. R & D is aimed at solving the following scientific and technical problems:

- the organization of mini-production from alloyed cellular concrete directly on the building site of products of a wide range of nomenclature;

- location of production in a heated room or in the open air;

- adjustment of the equipment, level of mechanization, productivity and cost of the sets in a wide range, depending on the capacity of the mixer, the number and type of forms;

- reduction of cost, labor and construction time;

- improving the quality of the thermal insulation of the entire circuit, - reducing the environmental impact of buildings on the environment;

1. Description of the study

The novelty of the solutions proposed in the project is based on the studies carried out, which show that the developed technology for the construction of "Affordable and effective housing" from cellular non-autoclaved fibrous concrete is optimal for ecology, fire safety, durability, high thermal protection and low operating costs.

The project is based on the development of a new construction technology that will reduce energy costs, in addition, it will be durable and competitive in terms of price. It is supposed to conduct a number of experiments that will allow to reveal in practice all the pros and cons of this system, as well as its feasibility.

Cellular fibrous concrete is a stone foam consisting of 30-80% of pores with a diameter of 0.1-3.0 mm, evenly distributed throughout the volume. It is made of binder, fine aggregate, water and special additives.

This ecological material is a generalization of many years of experience in the production and use of cellular concrete manufactured by intensive non-autoclave technology. About 1500 units of one or three storey residential buildings and garages were made and successfully used from this material. This effective material was used for the construction of industrial and administrative buildings and centers with a wall height of up to 9 m. With the application of blocks, the boiler house was repaired, the school overhauled, the reconstruction of shops, apartment buildings, etc.

The expected result is the choice of this technology at international tenders for the construction of low-rise housing in the neighboring states. Also interested in the introduction and use of real technology in low-rise construction.

Analysis of the situation in the construction market showed that there are many alternative building materials. But they all have certain drawbacks. In addition, it can be said with certainty that demand for cellular fiber-reinforced concrete is growing, as many consumers have already estimated the economy, environmental friendliness and durability of this product.

Table 1

Plan for development of the enterprise quantitative results

№ p / p	Name of product	Characteristic	unit of measurement	Value
1	YALNF unit	400mm * 200mm block 300mm *	m	2264
2222	YALNF unit	Block 400mm * 200mm * 400mm	m	2800
23	"Box" at home of polumansardnogo blocks 400mm * 200mm * 300mm	Total living area	m	4450
4	"Box" at home of polumansardnogo blocks 400mm * 200mm * 400mm	Total living area	m	5055

Table 2

Workplaces

1st year of the project	2nd year of the project	3-ygod project	in total
6	19	35	35

Table 3

1. Action plan for the project

Work schedule

phase number	Name of work on basic research and development stages	Turnaround time (beginning-ending mes.god)	phase value, RUR.	The shape and form of reporting
1	Stage 1	March 2014-May 2014	250000	
1.1	Analysis of existing technical and technological solutions.	March 2014	125000	Annotation of scientific and technical report. Acceptance Certificate of work on sub-step
1.2	Substantiation of technology and methods of construction and installation work and organizational methods of construction works. Substantiation of technology and methods of reconstruction works to improve the thermal efficiency, safety and comfort of accommodation. Justification of architectural and urban construction solutions. Marketing research.	April 2014 – May 2014	125000	Scientific, technical and financial reports. Acceptance Certificate of work on sub-step

	stage 2	June 2014 – August 2014	250000	
2.1	Assessment of the socio-economic efficiency of the construction and reconstruction of residential buildings Estimation of efficiency of investment projects of reconstruction of buildings.	June 2014	125000	Annotation of scientific and technical report. Acceptance Certificate of work on sub-step
2.2	Organization YALNF-production units (rental of industrial premises, purchase and installation of equipment for the production). Organization of the campaign. Organization of industrial cooperation.	July 2014 – August 2014	125000	Scientific, technical and financial reports. Acceptance Certificate of work on sub-step
3	stage 3	September 2014 - November 2014	250000	
3.1	Conclusion of contracts for the construction and / or renovation of buildings. Obtaining permits.	September 2014	125000	Annotation of scientific and technical report. Acceptance Certificate of work on sub-step
3.2	The construction of 2-3 buildings.	October 2014 - November 2014	125000	Scientific, technical and financial reports. Acceptance Certificate of work on sub-step
4	stage 4	December 2014 - February 2015	250000	
4.1	The construction of 2-3 buildings.	December 2014	125000	Annotation of scientific and technical report. Acceptance Certificate of work on sub-step
4.2	Evaluating the effectiveness of the technology and methods of construction and installation work and organizational methods of construction works. Formulate recommendations and standard routings.	January 2015 - February 2015	125000	R & D report and financial report. Acts of acceptance of work on the sub-step and the contract as a whole
in total			1 000 000	

Table 4

2. The planned schedule for the project

Step (year)	Sub-step	Name of works	Deadlines	Source of financing	Cost, rub.
1	1	Stage 1	March 2014 – May 2014	Ltd	250000
1	1.1	Analysis of existing technical and technological solutions.	March 2014	Ltd	125000
1	1.2	Substantiation of technology and methods of construction and installation work and organizational methods of construction works. Justification stroitelnyhrabot technology and techniques to improve thermal efficiency, safety and comfort of accommodation. Marketing research.	April 2014 – May 2014	Ltd	125000
1	2	stage 2	June 2014 – August 2014	Ltd	250000
1	2.1	Assessment of the socio-economic efficiency of construction public and residential buildings. Evaluating the effectiveness of investment projects of reconstruction of buildings.	June 2014	Ltd	125000
	2.2	Organization YALNF-production units (rental of industrial premises, purchase and installation of equipment for the production YALNF panels). Organization of the campaign. Organization of industrial cooperation.	July 2014 - August 2014	Ltd	125000
1	3	stage 3	September 2014 - November 2014	Ltd	250000
1	3.1	Contracts for the construction of buildings with a superstructure floors. Obtaining permits.	September 2014	Ltd	125000
1	3.2	The construction of 2-3 buildings.	October 2014 - November 2014	Ltd	125000
1	4	stage 4	December 2014 - February 2015	Ltd	250000
1	4.1	The construction of 2-3 buildings.	December 2014	Ltd	125000
1	4.2	Evaluating the effectiveness of the technology and methods of construction and installation work and organizational methods of construction works. Formulate recommendations and standard routings.	January 2015 - February 2015	Ltd	125000

Step (year)	Sub-step	Name of works	Deadlines	Source of financing	Cost, rub.
2	1	Assessment of the socio-economic benefits of the construction of public and residential buildings. Evaluating the effectiveness of investment projects of reconstruction of buildings.	March 2015 - February 2016	Ltd	2000000
2	2	Conclusion of contracts for the construction of buildings. Obtaining permits. The construction of 3-6 buildings.	March 2015 - February 2016	Ltd	2000000
3	1	Evaluating the effectiveness of the technology and methods of construction and installation work and organizational methods of construction works. Formulate recommendations and standard routings.	March 2016 - February 2017	Ltd	3000000
3	2	Contracts for the construction of buildings with a superstructure floors. Obtaining permits. The construction of 6-8 buildings.	March 2016 - February 2017	Ltd	3000000
in total					11000000

Conclusion

1. The developed technology for the construction of "Affordable and effective housing" from cellular non-autoclaved fibrous concrete is optimal for environmental friendliness, fire safety, durability, has high thermal protection and low operating costs.

2. The expected result is the choice of this technology at international tenders for the construction of low-rise housing in the neighboring states. Also interested in the introduction and use of real technology in low-rise construction.

3. It is advisable to promote the project's products in the construction industry. This effective material will find its application in the construction of industrial and administrative buildings, centers with a wall height of up to 9 m., Repair of boiler houses, schools, reconstruction of shops, apartment houses

BIBLIOGRAPHIC LIST

1. Volkov IV Fibro-concrete - a condition and prospects of application in building designs // Journal Stroiprofil №2, pp 24-25, 2003.

2. Korotyshevsky OV, Zhikhareva AADevelopment of technology for the production of foam concrete FIBROBETON CJSC // Building materials. №5, pp 58-60, 2005.

3. Klyuev SV Experimental studies of fiber-reinforced concrete constructions // Construction mechanics of engineering structures and structures №4, pp 71-75, 2011.

4. Korotyshevsky OV Calculation of fiber-reinforced concrete in strength for axial tension and for stretching during bending // Building Materials №8, pp 31-33, 2003.

5. Puharenko Yu. V. The principle of structure formation and prediction of strength of fibrous concrete // Building materials, equipment, technologies of the XXI century, pp 98-103, 2004.

6. Rabinovich FN Dispersively reinforced concrete. Moscow: Stroiizdat, 1989.

7. Rabinovich FN Composites based on dispersed reinforced concrete. Questions of theory and design, technology, design. M .: ASV, 2004.

8. 8. Talantova KV The fundamentals of creating steelfibreconcrete structures with specified properties / / Concrete and reinforced concrete №5, 2003.

9. Talantova K. V. Creation of structural elements with given properties based on fiber-reinforced concrete // Izvestiya Vuzov. Building. Novosibirsk №5, 2008.

10. Elin V.K. Fiber reinforced fiber reinforced with modified glow discharge plasma. The dissertation author's abstract on competition of a scientific degree of the candidate of engineering sciences // Ivanovo state architectural-building academy, Ivanovo, 2006

11. Proshin AP, Volodin AA, Korolev EV Fiber-reinforced concrete for protection against radiation. Patent for invention RUS 2197025 19.07.2000

12. Perfilov VA, Alatortseva U.V., Tyurin A.A. Fibrous concrete accelerated hardening. News of higher educational institutions. Building. 2009. № 1. Pp 48-51.

13. Klyuev S.V. High-strength fiber-reinforced concrete for industrial and civil construction. Engineering and construction magazine. 2012. No. 8 (34). Pp. 61-66.

14. Matveeva EG, Koroleva E.L. Fiber-concrete with the addition of nanodispersed silica. Bulletin of MGSU. 2013. No. 3. Pp. 140-145.

15. Khvastunov A.V. Powder-activated high-strength concrete and fiber-reinforced concrete with low specific consumption of cement per unit of strength. Thesis for the degree of candidate of technical sciences // Penza State University of Architecture and Construction. Penza, 2011.

16. Lesovik RV, Rakitchenko KS Fine-grained fibrous concrete based on man-made sand. In the collection: Scientific research, nanosystems and resource-saving technologies in the building materials industry a collection of reports (XIX scientific readings). 2010. Pp 193-197.

17. Klyuev S.V. Fiber-concrete for frame construction. In the collection: Belgorod region: past, present, future Materials of the regional scientific-practical conference in 3 parts. -2011. Pp 37-38.

18. Lesovik V.S. Fiber-reinforced concrete for earthquake-proof construction. In the collection: Belgorod region: past, present, future Materials of the regional scientific-practical conference in 3 parts. 2011. Pp 61-66.

УДК 624.014

И. И. Ахметова
ФГАОУ ВО СПбПУ Петра Великого, Россия
Akhmetova I.I.
Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, Russia

ПРЕИМУЩЕСТВА И ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БАЛКИ С ПЕРФОРИРОВАННОЙ СТЕНКОЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ
ADVANTAGES AND FEATURES OF USING A BEAM WITH A PERFORATED WALL IN CONSTRUCTION

Аннотация. Балка с перфорированной стенкой – разновидность стальных конструкций, состоящая из поясов произвольного сечения и тонкой относительно поясов металлической стенки с многоугольными или круглыми периодическими отверстиями. Соотношение достоинств и недостатков в сравнении с классическими цельными балками позволяет широко и успешно применять перфо-балки для широкого спектра строительных работ: от гражданского строительства до авиастроения.

В данной статье рассмотрены и проанализированы разные случаи применения перфо-балки и ее расчетное сравнение с классической двутавровой балкой. Изучены схемы этих балок, составляющие элементы и параметры, определены преимущества и недостатки. Каждая конструкция исследована на прочность, а именно каким деформациям может подвергаться в силу внешних воздействий и нагрузку, которой может подвергаться в определенных условиях.

На основе работы сделаны следующие выводы:

1. Применение сопровождается экономической выгодой.

2. Прочность перфорированной балки в небольшой степени меньше по сравнению с обычной балкой.

3. Замена фермы или обычной двутавровой балки на балку с перфорированной стенкой возможна далеко не во всех случаях.

Ключевые слова: перфорированная балка, балка с перфорированной стенкой, металлическая конструкция, нагрузка, прочность, классическая двутавровая балка.

Abstract. A beam with a perforated wall is a variety of steel structure, consisting of parts with arbitrary section and thin relatively to the belts of a metal wall with polygonal or round periodic holes. The ratio of advantages and disadvantages in comparison with classical I-beams allows wide and successful using of perforated beams for a wide range of construction works: from civil engineering to aircraft building. In this article, there are various cases of using a perforated beam and its calculated comparison with a classical I-beam. The

schemes of these beams, which make up the elements and parameters, are studied, advantages and disadvantages are identified. Each structure is examined for strength, namely, what deformations can be exposed due to external influences and the load that can be subjected to certain conditions. On the base of the work, made the following conclusions: 1. Using this type of beam is economically efficient. 2. The strength of the perforated beam is a little bit smaller than that of a conventional I-beam. 3. Replacement of a steelwork or conventional I-beam on a beam with a perforated wall is not possible in all cases.

Key words: perforated beam, perforated wall beam, metal structure, load, strength, classical I-beam.

1. Введение

Человек на протяжении всей истории стремится рационализировать свою деятельность. Это же относится и к процессу строительства. Следуя этой цели, человечество всеми возможными способами старается выиграть в чем-либо, будь то сложность возведения сооружений, экономичность, рациональность несущих конструкций или же прочность и устойчивость готовых объектов. На сегодняшний день существует множество перспективных материалов, устройств и систем для достижения этих требований. Например, ЛСТК [14, 16], АММК [18], сборно-монолитные системы [15], немодифицированный бетон [17]. Эффективным решением всех упомянутых вопросов также является особый вид двутавровых строительных балок, а именно – перфорированная балка. Особенности и свойства позволяют такой балке не уступать традиционной – цельной, а в ряде параметров – уверенно выигрывать за счет своей конструкции. Но стоит помнить, что

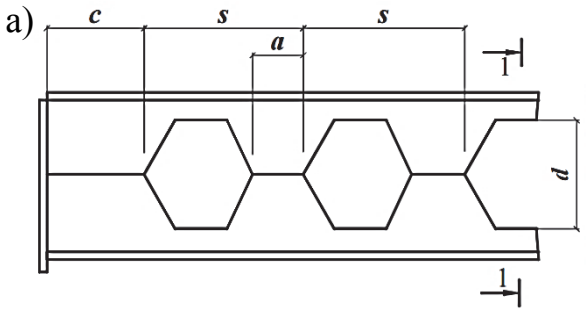


Рис. 1. Схема участкам балки с перфорированной стенкой [1]

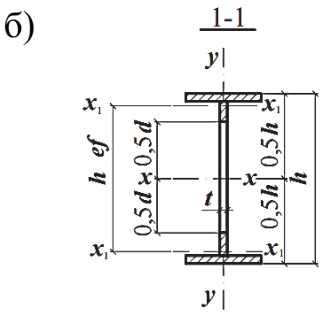


Рис. 2. Разрез перфорированной балки [1]

перфорация ослабляет конструкцию, поэтому влияние перфорации необходимо учитывать на этапе проектирования.

Перфорированная балка (Castellated beam - от английского зазубренный) - это составная пролетная конструкция, полученная с помощью резки классической двутавровой балки на две полубалки с выступами и впадинами, стыковки их по выступам и сварки [2]. Отверстия, получившиеся в

стенке сварного двутавра, могут представлять собой правильную многоугольную фигуру (рис. 3, а) или круг (рис. 3, б).

С точки зрения экономии перфорированные балки - один из самых оптимальных вариантов производства прокатных металлических конструкций. При этом, данный вид балок нисколько не теряет в прочности и грузоподъемности. Количество металла для производства прокатных про-

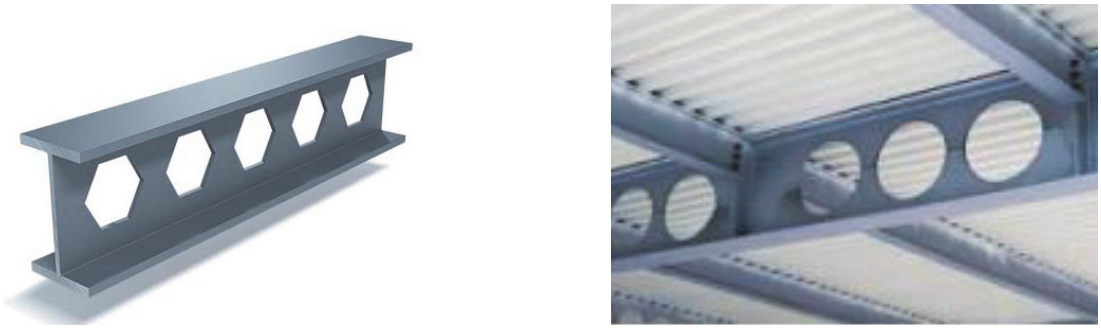


Рис. 3. Перфорированные балки с различными видами вырезов:
а) шестиугольные вырезы; б) круглые вырезы

филей в разы превосходит количество перфо-балки, доходит до 30%, а это снижает стоимость до 18% []. Перфорация существенно упрощает процесс окраски металлоконструкции, установку диафрагм внутреннего пространства, облегчает проверку на брак за счет открытой конструкции.

Процесс изготовления перфорированной балки состоит из 4 шагов [2]:

1. Раскрой. Происходит резка выбранным (плазменным, лазерным или механическим) способом горячекатанного листа на полосы необходимой конфигурации.
2. Сборка. Полученные части поступают в сварочный отдел, где производится сварка по нужному профилю.
3. Очистка. Удаляется механический мусор и шлак с поверхности изделия;
4. Покрасочные работы. После обработки спец. грунтовкой по металлу производится покраска и окончательная сушка готового изделия.

2. Обзор литературы

Вопросу, посвященному применению перфорированных стальных конструкций, в частности – балок, уделяется значительное внимание [2-13]. Форма, размеры и шаг вырезаемых элементов могут различными и зависят от заданных максимальных нагрузок. Также нельзя не упомянуть про потерю устойчивости стенки. При определенном отношении диаметра отверстия d к высоте h двутавра (рис.1) возникает необходимость усиления отверстий накладками или окантовкой. Уменьшение шага перфорации в значительной степени (уменьшение в 2-3 раза) не ослабляет балку больше,

чем на треть [3]. Исходя из этого, можно добиться максимальной экономии материала, не теряя при этом основной несущей способности балки.

3. Цель работы

Основной целью работы является определение преимуществ и недостатков балок с перфорированной стенкой, и как следствие – практичности и целесообразности применения балок такого типа в строительстве.

4. Применение перфорированных балок

Балки с перфорированной стенкой используют в сооружениях различных типов и назначения. Рассмотрим некоторые примеры.

4.1. Мебельный центр «Гранд»



Рис. 4. Торговый комплекс на Ленинградском шоссе г. Химки Московской области, построенный в 1999 году

Колонны – сварные двутавры с шагом колонн 9х9 м. Перфорированные балки перекрытий пролетом 9 метров под нагрузку 1200 кг/м^2. Прогоны покрытия – гнутосварные замкнутые профили.

4.2. Пролетные балки мостовых кранов

4.3. The Terry Thomas Building, Seattle, Washington [4].

а) б)

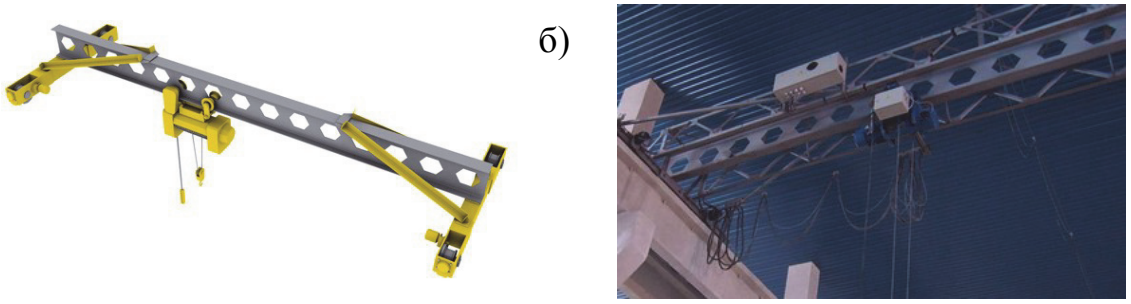


Рис. 5. Мостовые опорные краны:
а) компьютерная модель; б) реальный объект

Пролетные балки изготавливаются в виде монорельса на основе двутавра, усиленного и перфорированного в соответствии с грузоподъемностью и пролетом оборудования, по ним осуществляется перемещение грузоподъемного механизма.

а)  б) 

Рис. 6. The Terry Thomas Building:
а) интерерьер здания; б) объект во время строительства

Целью проекта было разработать устойчивое здание без вентиляционной системы и кондиционирования. Перфорированные балки для перекрытий отвечали этим требованиям: отверстия в балках позволяют свету и воздуху свободно циркулировать в здании.

5. Расчетное сравнение перфорированной балки с классической двутавровой балкой

Приведем небольшой расчет на прочность перфорированной балки и сравним его с расчетом на прочность классической двутавровой балки. Были выполнены расчеты на прочность, теоретические расходы материала балок, дана оценка рациональной формы сечения. При расчете на прочность были рассмотрены два типа поперечных сечений шарнирно опертой балки перекрытия с пролетом $l = 1м$ и равномерно распределенной нагрузкой $q = 5кН / м$.

В расчете использованы следующие обозначения:

b – ширина сечения;

h – длина сечения;

h_f – расстояние от начала отверстия до начала полки (рис.7);

d – диаметр отверстия;

s – ширина стенки;

t – толщина полки;

ρ – плотность материала;

I_z – момент инерции относительно оси Z;

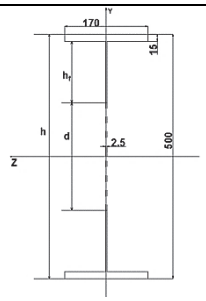
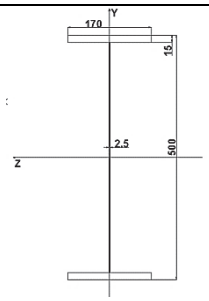
W_z – момент сопротивления;

A – площадь сечения.

По сортаменту примем двутавр №50. [5].

Таблица 1

Сравнение двух типов балок [6]

	Двутавр с перфорированной стенкой	Классический двутавр
Исходные данные	 Рис. 7. Сечение перфо-балки.	 Рис. 8. Сечение двутавровой балки.
Момент инерции	$J_Z = \frac{bh^3 - 2(b-S)(h-2t)^3}{12} - \frac{Sd^3}{12}$ $J_Z = 3{,}22 \cdot 10^{-4}\,м^4$ $d = h - 2h_f = 250\,мм$ где h_f при проектировании принимают в соответствии с соотношениями геометрических характеристик исходного двутавра и симметричного двутавра с перфорированной стенкой. Рекомендуется принимать $v = h_f / h = 0{,}25$ [6]	$J_Z = \frac{bh^3 - 2(b-S)(h-$ $J_Z = 3{,}25 \cdot 10^{-4}\,м^4$
Вывод	Момент инерции перфорированной балки меньше, чем момент инерции обычного двутавра на 0,01%.	
Нормальное напряжение	$q = 5кН\ /\ м$; $\lvert M_{\max} \rvert = q/2$ $W_Z = \frac{J_Z}{y_{\max}}$ $\sigma = 1{,}941\,МПа$	$q = 5кН\ /\ м$; $\lvert M_{\max} \rvert = q/2$ $W_Z = \frac{J_Z}{y_{\max}}$ $\sigma = 1{,}923\,МПа$
Вывод	0,01%. Таким образом, напряжение в сечении перфо-балки больше, следовательно его прочность незначительно, но меньше прочности обычного двутавра..	
Масса	$m = V\rho = (h - \frac{d}{2})Sl\rho$ $m = 7{,}369\,кг$	$m = V\rho = hSl\rho$ $m = 9{,}825\,кг$
Вывод	Экономия материала стенки - 25%	
Соотношение рациональности сечения	$\frac{W_Z}{A} = 20{,}63\,м$ $A = 62{,}42\,см^2$	$\frac{W_Z}{A} = 22{,}93\,м$ $A = 56{,}17\,см^2$
Вывод	Рациональность перфо-балки на 10 % превышает то же показание по классическому варианту балки.	

6. Особенности балки с перфорированной стенкой

1. Снижение количества используемого сырья, по сравнению с прокатными профилями, доходит до 30%, а это снижает стоимость до 18% [11]. Перфорация существенно упрощает процесс окраски металлоконструкции, установку диафрагм внутреннего пространства, облегчает проверку на брак за счет открытой конструкции.

2. Помимо этого, за счет технологических отверстий существует возможность получить дополнительное полезное пространство. Пример на фото ниже: прокладка коммуникаций с использованием перфорации позволяет уменьшить высоту сооружения.



Рис. 9. Прокладка коммуникаций сквозь балки

3. Элемент дизайна. Использование открытых несущих конструкций, таких как колонны или фермы, часто встречается у представителей, например, такого стиля, как брутализм. Внешний вид перфорированных балок с эстетической точки зрения более востребован в дизайне помещений.

4. Экономия на отоплении. Как упоминалось выше, использование перфо-балки позволяет уменьшить высоту сооружения. Как следствие – уменьшаются затраты на обогрев внутреннего объема здания.

5. Дополнительные издержки. Помимо основных средств производства самого классического двутавра, необходимо включение в процесс линии для его нарезки и последующей сварки.

6. Снижение собственного веса обеспечивает простоту транспортировки не только на место строительства, но и на непосредственное место установки и крепления балки.

7. Выводы

Подводя итог, можно сделать определенные выводы по поводу целесообразности применения балки с перфорированной стенкой. Согласно полученным результатам, потеря несущей способности относительно цельного двутавра менее 1 процента, снижение массы и, следовательно, экономия материала вертикальной стенки достигает 25%. Таким образом, соотношение (несущая способность/экономичность производства) перфо-

рированной балки ощутимо больше аналогичной классической балки. Остается лишь отметить, что хотя потери несущей способности не столь ощутимые, они так или иначе присутствуют. А это значит, что если нагрузки являются предельными для обычного двутавра, то применение экономически выгодного - перфорированного невозможно. Таким образом, ограничивается область применения таких балок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СНиП 2-23-8*. Стальные конструкции.

2. Е.А. Васильев, А.Л. Младенцев. Способ изготовления двутавровых балок с перфорированной стенкой // Всесоюзный проектно-технологический институт тяжелого машиностроения. 1970 г.

3. Т. М. Рогатовских. Прочность стальных сжато-изогнутых перфорированных элементов в упруго-пластической стадии // Липецк, 2009 г.

4. Amarpreet Sethi , Member Ashrae ; Tom Marseille // CASE STUDY THE TERRY THOMAS, 2010 г.

5. ГОСТ 82-39-89 Двутавры стальные горячекатанные. Сортамент.

6. О.В. Евдокимцев, О.В. Умнова. Расчет и проектирование стальных балочных клеток, Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005

7. А.В. Савченко, А.В. Иоскевич, Л.Ф. Хазиева, А.А. Нестеров, В.В. Иоскевич. Продольно-поперечный изгиб балки. Решение в различных программных комплексах. // ФГАОУ ВО СПбПУ, ФГАОУ ВО СПбГАСУ. 2015 г.

8. Е.С. Недвига, Н.А. Виноградова. Системы сборно-монолитных перекрытий. // ФГАОУ ВО СПбПУ, 2016 г.

9. Рыбаков В.А, Гамаюнова О.С. Напряженно-деформированное состояние элементов каркасных сооружений из тонкостенных стержней. // ФГАОУ ВО СПбПУ, 2013 г.

10. А. А. Юрченко. Напряженно-деформированное состояние балок замкнутого сечения с перфорированными стенками, 2008 г.

11. Ильина А.А. Прочность и устойчивость стальных изгибаемых элементов с регулярной и нерегулярной шахматной перфорацией стенки, г. Владимир, 2004 г.

12. Притыкин А. И. Разработка методов расчета и конструктивных решений балок с однорядной и двухрядной перфорацией стенки, Калининград, 2011 г.

13. Притыкин А. И. Расчет перфорированных стенок, Калининград, 2008 г.

14. М.К. Бронзова , Н.И. Ватин , М.Р. Гарифуллин. Конструкция каркасных зданий с применением монолитного пенобетона. // ФГАОУ ВО СПбПУ, 2015 г.

15. Е.С. Недвига, Н.А. Виноградова. Системы сборно-монолитных перекрытий. // ФГАОУ ВО СПбПУ, 2016 г.

16. А.В. Орлова, Е.Н. Жмарин, К.О. Парамонов. Энергетическая эффективность домов из ЛСТК. // ФГАОУ ВО СПбПУ, 2013 г.
17. О.Н. Бескоровайная, Д.С. Бычков, З.А. Гаевская. Быстромонтируемые здания из легкого наномодифицированного бетона. . // ФГАОУ ВО СПбПУ, 2013 г.
18. М.А. Андреев. Арочная многофункциональная модульная конструкция.

УДК 699.86

Е. Е. Баженова, Ю. В. Быкова, Е .М. Дзьоник
ФГАОУ ВО СПбПУ» Петра Великого, Россия
Bazhenova E.E., Bykova I.V., Dzonik E.M.
Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, Russia

ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ СО СВЕТОПРОЗРАЧНЫМИ ФАСАДНЫМИ СИСТЕМАМИ
ENERGY EFFICIENCY ISSUES OF PUBLIC FACILITIES WITH TRANSPARENT FACADE SYSTEMS

Аннотация. В работе рассмотрены основные проблемы, с которыми можно столкнуться при использовании светопрозрачных фасадных систем. С точки зрения энергоэффективности применение светопрозрачных фасадов может нести в себе массу проблем, таких как проблема замерзания и выпадения конденсата на стеклах и большие теплопотери через ограждающую конструкцию. Решением является правильное проектирование инженерных сетей. В работе представлен расчет наиболее эффективной системы отопления для общественного здания.

Ключевые слова: энергоэффективность, светопрозрачные фасады, потолочные радиационные отопительные панели, внутрипольные конвекторы.

Abstract. In the paper are covered main problems possible to occur when transparent facade systems are used. From the point of energy efficiency the use of transparent facade systems places such problems as freezing glass and water condensation on it and big values of heat losses through enclosing structure. Thoughtful approach to HVAC design might be the decision to these problems. In this work calculations of the most effective type of heating system for public facility are presented.

Key words: energy efficiency, transparent facade systems, ceiling heating panels, in-floor convectors.

В настоящее время все более популярным становится использование светопрозрачных фасадных систем для общественных зданий. Такое решение имеет массу плюсов, таких как эстетичность и выразительность архитектурных решений, малая нагрузка фасадных систем на несущие конструкции, возможность естественного освещения. Однако с точки зрения энергоэффективности и проектирования инженерных систем такое решение может нести в себе массу проблем, таких как замерзание стекол и выпадение на них конденсата и большие теплопотери через ограждающую конструкцию. В данной работе представлен анализ этих проблем, обзор возможных путей решения с помощью систем отопления, произведен сравнительный расчет двух систем.

Обзор литературы

Появлению и широкому распространению конструкций светопрозрачных фасадов способствовало изобретение в начале XX века технологии несущего каркаса, которая позволила снять с наружных стен несущую функцию [1]. У архитекторов появилась возможность реализовать самые смелые фантазии с помощью стекла, которое позволяет создавать здания практически любой формы и создает особое взаимоотношение между внутренним и внешним пространством [2]. Другим плюсом использования светопрозрачных фасадов является их высокая пропускная способность дневного света, что позволяет снизить расходы на электроэнергию, потребляемое на освещение. Поэтому такие системы особо популярны в зданиях общественного назначения с большой потребностью в освещении. Однако обратной стороной этого могут быть большие теплопоступления при недоработке решений по затенению и солнцезащите, а значит и большой расход энергии на охлаждение в теплый период [3]. Более того, перегрев может возникать даже в холодный период года, когда при проектировании не ведется учет теплопоступлений через площадь светопрозрачного фасада, от большого количества людей и освещения [4].

На протяжении века технология светопрозрачных фасадов претерпела достаточное количество изменений, а принципиальные решения трансформировались из фасадов «в одно стекло», обладающих очевидными недостатками в части шумо- и теплозащиты, в конструкцию многокамерного остекления и даже «двойного» фасада, концепция которого еще является не до конца сформированной и эффективность его использования в условиях, к примеру, российского климата, малоизученна [1].

С точки зрения энергоэффективности и энергосбережения светопрозрачные конструкции традиционно рассматривались как «пробоины» в теплозащитной оболочке здания, повышающие теплопотери помещения. Поэтому идея о создании оболочки зданию полностью из таких конструкций требует тщательной проработки характеристик данных конструкций. Основной проблемой является значение сопротивления теплопередаче. В дей-

ствующих нормативных документах по тепловой защите зданий [5] ограждающие фасадные конструкции делятся на непосредственно стены и окна и витражи. При этом требуемое сопротивление теплопередаче последних в 7 раз меньше, чем первых. В случае окон или витражей небольшой площади теплопотери, при малом значении отношения площади светопрозрачных и основных ограждающих конструкций, теплопотери не будут велики. Однако в случае светопрозрачного фасада, когда ограждающая конструкция целиком состоит из стекла, и учитывается в расчете теплопотерь как витраж с малым сопротивлением теплопередаче, теплопотери резко возрастают. Поэтому в настоящее время в условиях возросших требований к энергоэффективности зданий и сооружений проектировщики стремятся уменьшить удельную тепловую характеристику здания путем снижения теплопотерь, увеличивая сопротивление теплопередаче витражных конструкций [6-9]. При комбинации различных мероприятий, таких как использование энергоэффективного напыления на стекло, использования аргона, а не воздуха в стеклопакетах, применении «теплых» алюминиевых рам можно достичь значения сопротивления теплопередаче витража в 0,8-0,9 м*С°/Вт [10]. Однако данные мероприятия резко повышают стоимость конструкции, поэтому в большинстве проектов проектировщики закладывают конструкции со значением сопротивления теплопередаче 0,6-0,7 м*С°/Вт.

Цели и задачи исследования

Целью данной работы является анализ проблем энергоэффективности общественных зданий при применении светопрозрачных фасадных систем в холодный период года и внесение предложений по их решению.
Для этого решались следующие задачи:

- обзор современных решений по отоплению зданий и помещений со светопрозрачными стеклянными конструкциями;
- расчет теплопотерь помещения со светопрозрачной фасадной конструкцией
- анализ эффективности применения различных систем отопления и сравнительный расчет стоимости для двух систем.

Описание исследования

Существующие проблемы

В зонах с холодным климатом применение таких систем ведет за собой проблемы, требующие тщательной проработки на этапе проектирования. Основная проблема – предотвращение выпадения конденсата на внутренней стороне стекла. Она решается расчетом температуры точки росы помещения и сравнением ее с температурой внутренней поверхности стекла, для чего требуется учет всех теплопотерь, теплопоступлений и влаговыделений помещения. В зависимости от полученных результатов принимается решение о дополнительных мероприятиях по предотвращению вы-

падения конденсата – применение стекла с более высоким значением сопротивления теплопередаче, применение систем обдува стекла теплым воздухом, проектирование системы вентиляции для поддержания необходимых параметров влажности. Однако, в большинстве случаев, проектировщики ограничиваются расчетом теплопотерь и закладывают систему отопления исходя из полученных значений, не учитывая теплопоступления и возможность выпадения конденсата.

Современные пути решения

Одним из решений, позволяющих снизить вероятность замерзания стекол и выпадения конденсата, является использование в качестве отопительных приборов внутрипольных конвекторов, устанавливаемых по периметру светопрозрачного ограждения. Воздух, обтекая трубы с горячей водой, нагревается и поднимается вверх, перенося тепло в отапливаемое помещение и попутно нагревая внутреннюю поверхность стекла. При применении конвекторов со встроенным вентилятором можно увеличить скорость нагрева помещения и предотвратить перегрев оборудования.

Однако при использовании данного типа оборудования распределение температуры в помещении получается неравным по высоте, из-за низкой теплопроводности воздуха поверхности нагреваются медленно и радиационная температура в помещении может не соответствовать допустимым параметрам, при вынужденной конвекции возникает возможность сквозняка, а также пыль и грязь скапливается на решетках конвектора и разносится воздухом по помещению.

Другим решением является отопление с помощью потолочных радиационных отопительных панелей.

Радиационное отопление работает по принципу излучения энергии любым телом, чья температура больше абсолютного нуля, и поглощения энергии телом, чья температура меньше температуры излучающего тела. Таким образом, объекты нагреваются напрямую, а не переносом воздушных масс, и их температура не зависит от свойств среды, через которую проходит энергия. Поэтому результирующая температура помещения за счет более высокой температуры поверхностей ближе к допустимым значениям, даже при более низкой температуре воздуха, что может быть одним из средств повышения энергоэффективности, т.к. снижение температуры воздуха на 1 ^{0}C снижает энергопотребление в среднем на 7% [11].

Подбор эффективной системы отопления

В качестве исходного объекта для расчета был принят вестибюль общественного здания, находящегося в г. Санкт-Петербурге. Фрагмент плана первого этажа здания приведен на рис.1.

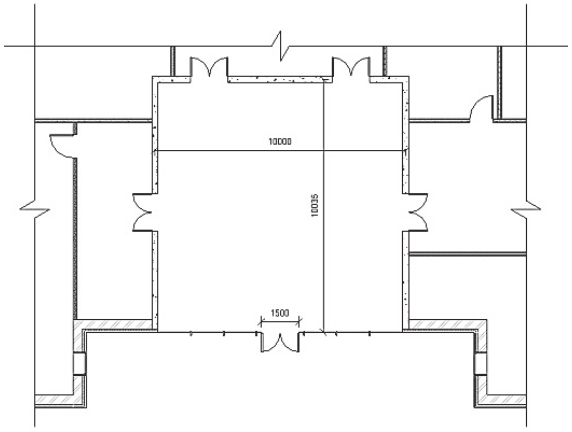


Рис. 1. Фрагмент плана первого этажа

Площади наружных ограждающих конструкций приведены в табл. 1.

Таблица 1

Площади ограждающих конструкций

Конструкция	Площадь А, $м^2$
Светопрозрачная фасадная конструкция	56,85
Входная наружная дверь	3,15 (2,1*1,5)
Пол по грунту: 1-3 зоны 4 зоны	 60 (20 каждая) 40

Расчетные климатические параметры для Санкт-Петербурга приняты по СП 131.13330.2012 Строительная климатология [12] и СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий [5] и представлены в таблице 2.

Таблица 2

Расчетные климатические параметры

Показатель	Значение
Расчетная температура наружного воздуха $t_н$	-24 ^{0}C
Расчетная температура внутреннего воздуха $t_в$	16 ^{0}C
Средняя температура наружного воздуха за отопительный период, $t_{от}$	-1,3 ^{0}C
Продолжительность отопительного периода, $z_{от}$	213 сут
Градусо-сутки отопительного периода, ГСОПъ	3685 ^{0}C*сут/год

Базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции принимается в зависимости от ГСОП и составляют 0,384 $м^2$*^{o}C/Вт для светопрозрачных конструкций и 0,84 для входных дверей.
Фактические значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, принятые в расчетах, приведены в таблице 3.

Таблица 3

Расчетные значение требуемого сопротивления теплопередаче R_0

Конструкция	Значение, $м^2*^oС/Вт$
Светопрозрачные конструкции (витражи из алюминиевого профиля с двухкамерным стеклопакетом 6-10Ar-4-10Ar-И4)	0,71
Входные двери	0,84
Пол по грунту 1 зоны (с утеплением)	5,43
Пол по грунту 2 зоны	4,3
Пол по грунту 3 зоны	8,6
Пол по грунту 4 зоны	14,2

Суммарные теплопотери рассчитаны по [13] и составляют 4,48 кВт. Подбор системы отопления произведен для параметров теплоносителя 80/60 $^oС$. В расчете были приняты потолочные панели российского производства «Теплопанель»[14] и конвекторы российского производства Techno [15]. Количество и размеры отопительных приборов приняты из расчета обеспечения равномерности отопления и компенсации теплопотерь. Результаты сравнительного расчета приведены в таблице 4.

Таблица 4

Стоимостной расчет системы отопления

Производитель	Теплопанель	Techno
Модель	ТП1	Techno Power KVZ 300-85
Длина и количество	4 м – 2 шт 6 м – 3 шт	2 м – 2 шт 1,7 м – 2 шт
Мощность	184 Вт/м	1228 Вт и 1020 Вт
Общая мощность	4784 Вт	4496 Вт
Стоимость	16900 руб/кВт	18761руб. и 16085 руб.
Общая стоимость (округленная)	81,12 тыс.руб	69,7 тыс.руб

Как видно, разница в стоимости между потолочными панелями и внутрипольными конвекторами не превышает 15%. В то же время последние обладают большим количеством недостатков при эксплуатации - неравномерное распределение температуры, возможность сквозняка, накопление на решетке и распространение по помещению пыли и грязи. Таким образом, с точки зрения эффективности, наиболее выгодной системой отопления для зданий со светопрозрачными фасадами можно считать потолочные панели.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дербина С.Н., Борискина И.В., Плотников А.А.. Эволюция конструктивных решений светопрозрачных фасадов / Вестник МГСУ 2, 2011

2. Юрген Едике. История современной архитектуры, пер. с нем., изд-во «Искусство / Москва, 1972

3. Shade: A hot climate design challenge for 21st century [Электронный ресурс] http://www.ecospecifier.com.au/knowledge-green/articles/shade-a-hot-climate-design-challenge-for-the-21st-century (дата обращения 20.11.2017)

4. Ливчак В.И. Почему перегреваются офисные здания и что делать? /АВОК №7, 2014

5. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003

6. Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации".

7. Vatin N., Gorshkov A., Nemova D., Tarasova D. Energy efficiency of facades at major repairs of buildings. Applied Mechanics and Materials Vols. 2014. No. 633-634. pp. 991-996.

8. Горшков А.С., Гладких А.А. Мероприятия по повышению энергоэффективности в строительстве // Архитектура и строительство. 2010. № 3. С. 246-250.

9. Ватин Н.И., Немова Д.В., Рымкевич П.П., Горшков А.С. Влияние уровня тепловой защиты ограждающих конструкций на величину потерь тепловой энергии в здании // Инженерно-строительный журнал. 2012. №8(34). С. 4-14

10. Давыдов Е.И., Гнам П.А., Тарасова Д.С. Светопрозрачные конструкции и методы повышения их энергоэффективности / Строительство уникальных зданий и сооружений 5 (32), 2015, 112-128

11. Radiant heating and cooling systems / AVOK vol.6, 38-50, Ejournal, 2003

12. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*

13. Малявина Е. Г. Теплопотери здания: справочное пособие / АВОК-ПРЕСС, 2011

14. Водянистое лучистое отопление Teploрanel [Электронный ресурс] http://waterinpanel.com/ (дата обращения 20.11.2017)

15. Внутрипольные конвекторы Techno [Электронный ресурс] http://www.techno60.ru/ (дата обращения 20.11.2017)

УДК 691.618.92

С. В. Беляева, А. А. Авдеева, И. Д. Шлыкова
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Россия
Belyaeva S.V., Avdeeva A.A., Shlykova I.D.
St. Petersburg Polytechnic University of Peter the Great, Russia

КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В КАЧЕСТВЕ УСИЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ
COMPOSITE MATERIALS AS REINFORCEMENT OF STRUCTURAL ELEMENTS

Аннотация. В данной статье рассмотрена углепластиковая арматура в строительстве. Описаны ее свойства, области применения. Цель исследования – определить преимущества применения композиционных материалов перед традиционными при усилении элементов конструкций. Описать характеристики углекомпозитных материалов. Пришли к выводу, что усиление конструкций композитной арматурой из углеволокна увеличит срок службы объекта, уменьшит затраты на выполнение работ.

Ключевые слова: композиты, полимеркомпозитная арматура, стеклокомпозитная арматура, углекомпозитная арматура, углепластик, углеродный композитный материал, фибра, усиление.

Abstract. In this article, we examined carbon-fiber reinforcement in construction. Its properties and applications are described. The purpose of the study is to determine the advantages of using composite materials over traditional ones when reinforcing structural elements. Describe the characteristics of carbon composite materials. We came to the conclusion that reinforcing the structures with carbon fiber composite reinforcement would increase the service life of the facility, and would reduce the cost of performing the work.

Key words: composites, fiberglass, fiberglass rebar, composite reinforcement, reinforcement, fittings.

Новые технологии в современной России имеют большой спрос. Так в настоящее время российские и зарубежные исследователи уделяют большое внимание применению в строительстве новых материалов с улучшенными физико-механическими свойствами. К их числу можно отнести композитные материалы. Широкое применение композитов обусловлено наличием ряда преимущественных свойств.

Использование композитных материалов является одним из основных и важных направлений в строительстве ввиду того, что возрастает необходимость произвести новые функциональные требования при реконструкции зданий, а также устранять сильные повреждения в ходе эксплуатации. При

производстве композитной арматуры инженеры делают оценку не только внешним факторам, которые действуют на арматуру, но и ее взаимодействие с элементами конструкций, что дает возможность совместного использования этих продуктов более долговечным [1]. Так, применение композитного материала в качестве усиления элементов конструкций оказалось конкурентоспособным решением, которое обеспечит надежность и долговечность строительного объекта.

Существует много факторов, которые отрицательно влияют на состояние строительных конструкций сооружений в ходе эксплуатации. Так, стальная арматура подвергается действию коррозии обычной и химической, имеет значительный вес, обладает высокой степень электро- и теплопроводности, что может негативно сказаться на конструкции строительного объекта в ходе реконструкции, снизить прочность и долговечность конструкции [2-3].

Существуют современные методы и технологии борьбы с повреждениями, которые возникают во время эксплуатации здания. Усиление элементов конструкций с применением композитных материалов на данный момент получает широкое распространение. Это вызвано наличием у данных материалов таких преимущественных свойств, как легкость, высокая прочность, коррозионная устойчивость, простота производства, что позволяет быстро и экономично восстанавливать несущую способность элементов конструкций [4-8].

Композитная арматура – нестальные стержни из стеклянных, базальтовых и углеродных волокон с поперечными или спиральными ребрами на поверхности, пропитанными термореактивным или термопластичным полимерным связующим [9].

Виды композитных материалов:

- Стеклокомпозит;
- Базальтокомпозит;
- Углекомпозит;
- Арамидокомпозит;
- Комбинированные композиты.

Технология использования композитного материала является очень важной при усилении элементов конструкций. Применение прогрессивных композиционных материалов позволяет создавать конструкции с высокими техническими и экономическими характеристиками.

По результатам исследований и основанные на них рекомендации позволяют повысить надежность и экономичность строительных конструкций из бетона, железобетона и кирпичной/каменной кладки с включением прогрессивных композитных материалов (типа стеклопластика, углепластика) [10,11].

К настоящему времени в практике накоплено множество различных способов усиления конструкций [12]. К ним относятся:

- Увеличение размеров поперечных сечений конструкций, из-за чего собственный вес конструкции становится больше;
- Наращивание сечения элементов конструкций, включает в себя установку обойм, устройство рубашек в сечениях, одностороннее наращивание, усиление узлов сопряжения конструкций, устройство внешних стяжек, подпоров, поясов, шпренгелей, что приводит к изменению архитектурного вида сооружений и значительным временным и материальным затратам;
- Использование предварительно напряженных элементов;
- Дополнительные конструкции усилений, представляет из себя монтаж дополнительной напряженной арматуры, тяжей, металлических и железобетонных поясов;
- Модификация схемы передачи нагрузок, содержит в себе установку дополнительных опор, стальных кронштейнов и подкосов, разгружающих балок, стоек, и рам.

Однако стандартные методы усиления конструкций с применением стальной арматуры имеют большие недостатки. Помимо этого, такая работа является достаточно трудоемкой и неэкономичной.

За рубежом успешно применяют другой метод усиления бетонных, железобетонных конструкций и кирпичной кладки. В качестве внешнего армирования используют композитные материалы на основе углеродных, арамидных или стеклянных волокон. Наиболее целесообразным является применение композитных материалов из углеволокна [13-15].

Углепластик изготавливается методом пиролиза (термообработка) органических волокон специальных веществ – прекурсоров. Углеволокно – это линейно упругий материал с высокой прочностью, абсолютно антикоррозионный. Он изготавливается в виде композитных тканых материалов (холстов) и ламелей (лент).

Свойства углепластиковой арматуры:

- Высокие прочностные характеристики на разрыв, изгиб. Обладает высокой прочностью при растяжении (3000-4000 МПа). Переносит большие нагрузки и компрессионное давление. Стабильна к ударам и изломам;
- Высокий предел выносливости;
- Высокие показатели термо- и огнестойкости (до 600 ºС);
- Низкая степень теплопроводности (от 1,0 Вт/м×С). Показатель теплопроводности примерно в 100 раз ниже, чем у стальной арматуры;
- Не реагирует с щелочью, имеет высокую степень коррозионной стойкости. Внешние условия не могут испортить структуру изделия, стержни из углепластика могут использоваться в условиях агрессивных сред [16];
- Устойчивость к резким температурным перепадам: от -70 до +400 градусов Цельсия;
- Малый вес - в 10 раз легче стального аналога;
- Является диэлектриком, не проводит электричество;

- Конструкция с углепластиком радио- и магнитопрозрачна. Не образовывает помех для радиоволн;
- Не трудозатратный монтаж;
- Долговечность – до 70 лет.

Углепластиковую арматуру применяют:

- Для армирования бетонных элементов и смешанного армирования железобетонных элементов;
- В армированных элементах, подвергающихся воздействию агрессивных сред (водоочистные сооружения, химические склады) [5];
- При ремонте железобетонных элементов, повреждённых воздействием агрессивных сред;
- При отсутствии возможности обеспечения нормативных требований к толщине защитного слоя (тонкостенные конструкции различного назначения);
- Усиление конструкций морских торговых портов, тоннелей инженерных коммуникаций, путепроводов и мостов;
- Усиление элементов конструкций промышленных и гражданских зданий;
- Реставрационные работы.

Применение углепластиковой арматуры для усиления несущих конструкций - колонн, пилонов, простенков - осуществляется двумя способами:

- Устройство бандажей из углехолста для создания «эффекта обоймы», благодаря чему увеличивается прочность при сжатии;
- Установка углехолста вдоль сжатого элемента, поверхностная арматура в этом случае работает как второстепенная арматура на растяжение при изгибе.

Преимущества при применении материалов из углеволокна:

- Сечение элемента конструкции остается неизменным;
- Усиление элементов не приводит к увеличению веса конструкций;
- Простое применение, сокращение сроков при выполнении работ;
- Нет необходимости использовать тяжелую строительную технику;
- Не требуется выполнять сварочные работы;
- Сохраняется первоначальный архитектурно-конструктивных вид;
- Нет ограничений по длине холстов и ламинатов;
- Проведение укрепления конструкций без выключения объекта из эксплуатации;
- Высокая адгезия к любому материалу усиливаемой конструкции;
- Экономическая выгода при проведении работ, транспортировке;
- Совместная работа элемента внешнего армирования с усиливаемой конструкцией на всех этапах ее загружения;
- Высокая долговечность и стойкость к коррозии.

В основном усиление конструкций композитной арматурой из углеродного волокна показывает свою конкурентоспособность по сравнению со стандартными методами, как по срокам выполнения работ, так и по стоимости. Углеродные волокна вместе с высококачественными смолами работают как целостная, прочная система усиления и дает возможность решить задачу усиления любой сложности.

Использование композитов для усиления элементов конструкций становится достаточно распространенной и практикуемой технологией, благодаря своим физико-механическим характеристикам. Так усиление стальной арматурой в некоторых случаях выполнить невозможно из-за большого веса арматуры, в то время как усиление углепластиком проводится быстро и эффективно с его малым весом. Такой способ помогает значительно сократить последствия повреждений и увеличить несущие способности конструкции. Антикоррозионные свойства углепластика защитят бетон, железобетон и кирпичную кладку от влияния окружающей среды и появления коррозии. И в дальнейшем от большинства допустимых механических дефектов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Межгосударственный стандарт ГОСТ 31938-2011 «Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Общие технические условия»

2. Свод правил «Конструкции из бетона с композитной неметаллической арматурой. Правила проектирования»

3. Теплова Ж.С., Киски С.С., Немова Д.В., Соколов А.В. «Проектирование и строительство элементов здания с использованием стеклопластиковых арматурных стержней ООО «СК»

4. Barabanshchikov Y., Belyaeva S., Avdeeva A.and Perez M. Fiberglass Reinforcement for Concrete (2015) Applied Mechanchanics and Materials, P. 475-481.

5. Avdeeva A., Shlykova I., Perez M., Antonova M., Belyaeva S. Chemical properties of reinforcing fiberglass in aggressive media. *MATEC Web of Conferences.* 2016. Vol. 53. 01004.

6. Avdeeva A., Shlykova I., Antonova M., Barabanschikov Yu., Belyaeva S. Reinforcement of concrete structures by fiberglass rods. *MATEC Web of Conferences.* 2016. Vol. 53, 01006.

7. Makusheva N.Yu., Kolosova N.B. Comparative analysis of metal reinforcement and fibre-reinforced plastic rebar Construction of Unique Buildings and Structures, 2014, №10 (25) Pp. 60-72

8. Гиздатуллин А.Р., Хозин В.Г., Куклин А.Н., Хуснутдинов А.М. «Особенности испытаний и характер разрушения полимеркомпозитной арматуры».

9. Klyuyev S.V., High-strength fiber concrete for industrial and civil construction, Magazine of Civil Engineering, №8, 2012, Pp. 61-103.

10. Параничева Н.В., Назмеева Т.В. «Усиление строительных конструкций с помощью углеродных композиционных материалов».

11. Старцев С.А., Сундукова А.А. «Усиление кирпичной кладки композитными материалами и винтовыми стержнями».

12. Рекомендации по проектированию усиления железобетонных конструкций зданий и сооружений реконструируемых предприятий. Надземные конструкции и сооружения / Харьковский Промстройниипроект, НИИЖБ. – М.: Стройиздат, 1992.

13. Ата Эль Карим Шоеаб Солиман «Рациональное использование стеклопластика для усиления элементов бетонных и железобетонных конструкций». Автореферат диссертации, 2005

14. Столяров О.Н., Горшков А.С. «Применение высокопрочных текстильных материалов в строительстве».

15. I международная научно-практическая online-конференция «Применение нанотехнологий в строительстве» (8–9 декабря 2009 года)

16. Ерофеев В.Т., Богатов А.Д., Богатова С.Н., Казначеев С.В., Смирнов В.Ф. «Влияние эксплуатационной среды на биостойкость строительных материалов».

17. Современные методы усиления железобетонных конструкций // Молодежный научный форум: Технические и математические науки: электр. сб. ст. по материалам XVI студ. междунар. заочной науч.-практ. конф. — М.: «МЦНО». — 2014 —№ 9(16) / [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: https://nauchforum.ru/archive/MNF_tech/9(16).pdf

УДК 624.012.3

Н. А. Бикбаева, А. Ю. Атрощенков, А. М. Купчеков
ФГАОУ ВО «СПбПУ», Санкт-Петербург
Bikbaeva N.A., Atroshchenkov A.Y., Kupchekov A.M.
FSAEI HL «SPbPU», Saint-Petersburg

АРМИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ПРОГРЕССИРУЮЩЕМ ОБРУШЕНИИ
REINFORCEMENT OF STRUCTURES AT PROGRESSIVE COLLAPSE

Аннотация. Статья посвящена проблемам расчета и армирования конструкций при прогрессирующем обрушении.

Ключевые слова: строительство, прогрессирующее обрушение, армирование.

Abstract. The article is devoted to problems of calculation and reinforcement of structures with progressive collapse.
Key words: construction, progressive collapse, reinforcement.

Прогрессирующее обрушение - это обрушение несущих конструкций на нескольких этажах здания или на одном этаже площадью более 80м2, возникающее в результате локального разрушения.

При обычном расчете мы ограничиваем ширину раскрытия трещин – при расчете на прогрессирующее обрушение - нет, это дает возможность учесть работу конструкции в зоне нетипичных для нее напряжений (не эксплуатационных), зачастую в случаях изменения расчетной схемы здания (появление пластических шарниров, изменение типов узлов операния и т.д).

Проблема работы конструкций при аварийных нагрузках поставлена давно, однако, несмотря на то, что все расчетные программные комплексы основаны на методе конечных элементов (МКЭ), в нормативной базе, до сих пор практически не существует рекомендаций по составлению самой конечно-элементной модели здания, а также отсутствуют единые рекомендации по выбору типов конечных элементов (КЭ), способных обеспечить необходимую точность расчёта модели с учетом всех основных факторов, влияющих на прочность и устойчивость здания.

Аварийные воздействия могут быть вызваны деятельностью человека при пожаре, взрыве газа, терактов, наездов транспорта и др. или могут быть вызваны природными явлениями такими как: землетрясения, ураганы, оползни, неравномерные деформации оснований. Так как полностью невозможно исключить вероятность возникновения таких ситуаций, необходимо обеспечить определенную степень безопасности людей и сохранности их имущества за счет уменьшения вероятности прогрессирующего обрушения при локальных разрушениях несущих конструкций.

Опять же нет документа, в котором сказано какие именно элементы должны быть выведены из строя, этот выбор остается на усмотрение проектировщика и заказчика. Руководствуясь здравым смыслом и опираясь на «Рекомендации по защите монолитных жилых зданий от прогрессирующего обрушения», расчетчик предполагает один или несколько вариантов развития событий при аварийной ситуации.

Математические основы моделирования

Определяющим фактором напряженно-деформированного состояния железобетонных конструкций высотных зданий является физическая нелинейность, обусловленная реологическими свойствами железобетона, а именно нелинейной зависимостью σ–ε.

При расчете на эксплуатационную нагрузку мы предполагаем, что конструкция работает в зоне действия теории Гука, как только мы выходим за ее пределы – возникает проблема в задании исходных нелинейных

уравнений не в явном виде, а в виде алгоритмической записи выражений для коэффициентов нелинейных уравнений.

Все существующие методы решения нелинейных уравнений больших порядков основаны на поиске решения нелинейных уравнений путем решения рекуррентной последовательности линейных.

Существует множество методов решения этих задач, однако для решения практических строительных задач лучше всего подошел шаговый (итерационный) метод. В программном комплексе ЛИРА САПР при помощи итераций можно фактически получить график абсолютных перемещений какой-либо точки от шага к шагу и из этого получить математическое моделирование процесса нагружения.

Требования к схеме разрушения.

Несколько требований к выбору элементов, исключающихся из работы и принципу обеспечения работы конструкции в ЧС прописаны в «Рекомендациях по защите высотных зданий от прогрессирующего обрушения»:

1. В качестве локального разрушения следует рассматривать разрушение вертикальных конструкций одного (любого) этажа здания, ограниченных кругом площадью до 80 м2 (диаметр 10 м) для зданий высотой до 200 м.

a. двух пересекающихся стен на участках от места их пересечения (в частности, от угла здания) до ближайшего проема в каждой стене или до следующего вертикального стыка со стеной другого направления или участке указанного размера;

b. колонн (пилонов) или колонн (пилонов) с примыкающими к ним участками стен, в том числе навесных ограждающих панелей, расположенных на участке, не превышающем указанный размер локального разрушения;

c. перекрытия на указанной площади.

2. Устойчивость высотного здания против прогрессирующего обрушения следует обеспечивать наиболее экономичными средствами:

a. рациональным конструктивно-планировочным решением здания с учетом возможности возникновения рассматриваемой аварийной ситуации;

b. конструктивными мерами, обеспечивающими неразрезность конструкций;

c. применением материалов и конструктивных решений, обеспечивающих развитие в элементах конструкций и их соединениях пластических деформаций.

Таким образом основным вопросом, на которые должен отвечать расчет на прогрессирующее обрушение – это выдержит ли здание аварийную нагрузку, подобранную расчетчиком и как изменить планировку или армирование, чтобы увеличить живучесть здания.

При реализации расчетов на «прогрессирующее» обрушение, были приняты во внимание следующие условия [2, 3]:

1) Устойчивость к «прогрессирующему» обрушению проверяется линейным и нелинейным расчетом на особое (аварийное) сочетание нормативных нагрузок и воздействий, включающее нормативные постоянные и длительные нагрузки;

2) Коэффициенты надежности по нагрузкам следует принимать равными единице;

3) За расчетные характеристики материалов принимаются их нормативные значения;

4) Возможность работы арматуры за пределом упругости;

Расчет проводится в несколько этапов:

1. Моделирование расчетной схемы здания.
2. Расчет здания на эксплуатационные нагрузки.
3. Подбор армирования.
4. Моделирование аварийной нагрузки (исключение колонн/ пилонов или части перекрытия из работы).
5. Расчет задачи в линейной постановке.
6. Подбор армирования.
7. Сравнение армирования (приведено в табл.1).

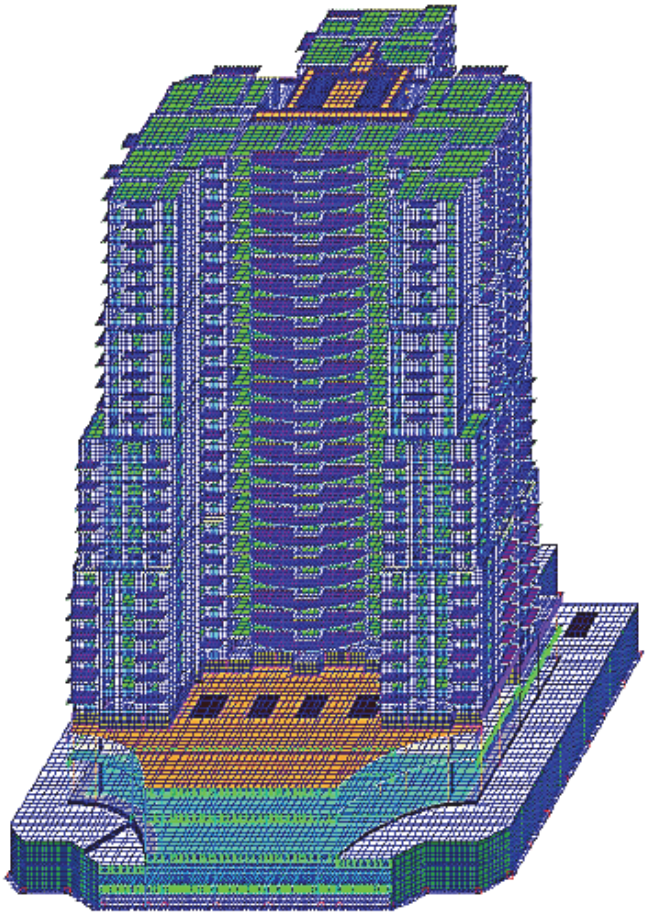


Рис. 1. Расчетная схема здания

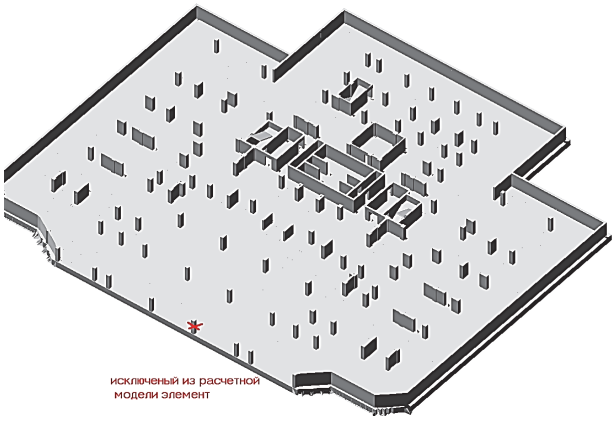


Рис. 2. Моделирование прогрессирующего обрушения путем локального исключения вертикального несущего элемента

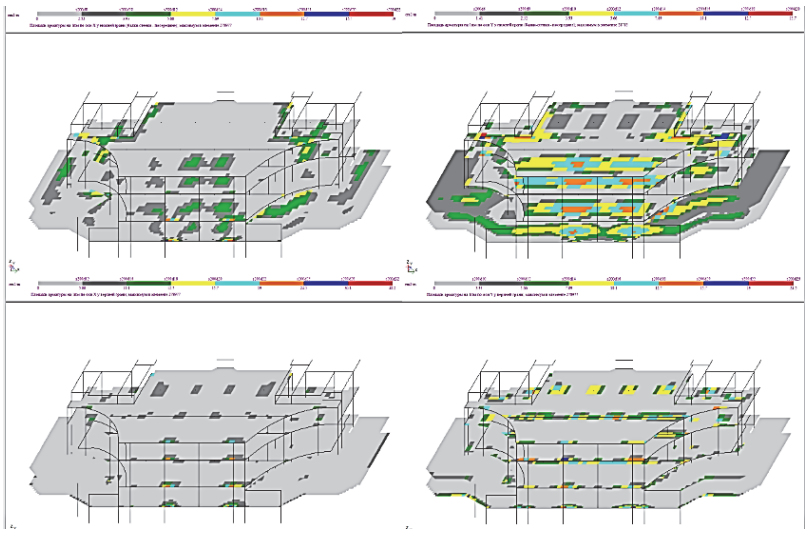


Рис. 3. Армирование выбранного перекрытия при прогрессирующем обрушении в линейной постановке

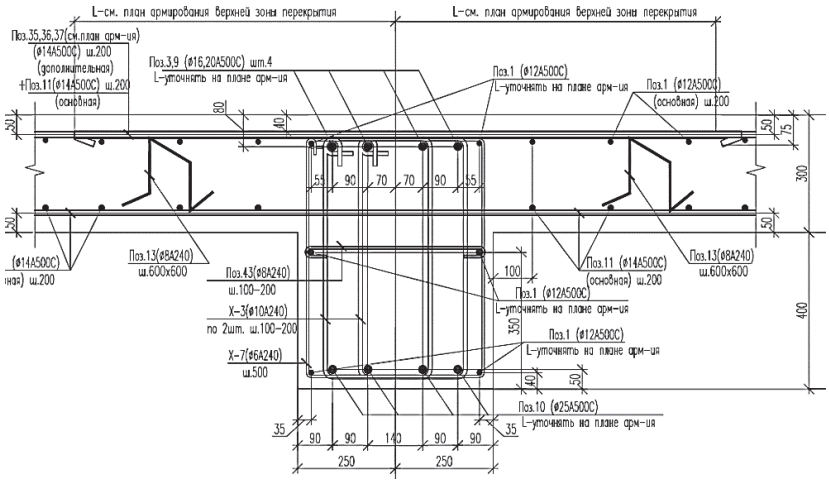


Рис. 4. Принципиальная схема армирования балки и перекрытия в зоне локального разрушения без учета прогрессирующего обрушения

Таблица 1

Сравнение армирования фрагмента перекрытия в зоне локального разрушения

	X лин. расчет	X Прогр.обруш	У лин. расчет	У Прогр.обруш	Усиление	Процент увеличения армирования
Перекрытие низ.	12	12	12	12+усил	12	45,5%
Перекрытие верх.	14	14	12	12+усил	12	
Балка низ.	20	28				96%
Балка верх.	20	25				56,4%

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. В.О. Алмазов, Кхой Као Зуй. Динамика прогрессирующего разрушения монолитных многоэтажных каркасов. – М.: АСВ, 2013. – 128 с.

2. Рекомендации по защите монолитных жилых зданий от прогрессирующего обрушения. М., 2005. – 40 с.

3. Рекомендации по защите высотных зданий от прогрессирующего обрушения. М., 2006. – 34 с.

4. М. Барабаш. Методика моделирования прогрессирующего обрушения на примере реальных высотных зданий // MOKSLAS – LIETUVOS ATEITIS SCIENCE – FUTURE OF LITHUANIA 2014 6(5)/ pp.520–530.

5. Тихонов И.Н. Армирование элементов монолитных железобетонных зданий. М.,2007.

УДК 624.042

А. А. Браташов, О. И. Давыдов, Н. Г. Айрапетян
Санкт-Петербургский Политехнический Университет Петра Великого, Россия
Bratashov A.A., Davydov O.I., Airapetyan N.G.
Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, Russia

ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ
DYNAMIC CALCULATION OF CONSTRUCTIONS

Аннотация. Данная работа посвящена обзору экспериментальных и расчетных исследований железобетонных конструкций на действие кратковременных динамических нагрузок. Описаны результаты исследований балочных конструкций и колонн. Показано как влияет интенсивность и продолжительность действующей нагрузки на динамическую прочность бетона.

Ключевые слова: динамические усилия, динамические нагрузки, колебания, расчетные нагрузки, конструкции, здания, сооружения.

Abstract. This work is devoted to a review of experimental and calculated studies of reinforced concrete structures on the effect of short-term dynamic

loads. The results of research on beam structures and columns are described. It is shown how the intensity and duration of the acting load affect the dynamic strength of concrete.

Key words: dynamic forces, dynamic loads, oscillations, calculated loads, design, building, construction.

The development and improvement of methods for calculating structures for the effect of dynamic loads is caused by the need to ensure trouble-free operation of industrial and civil facilities for emergency loads [1]. The interest of researchers in the problem of the resistance of reinforced concrete structures to the impact and explosion is significant. Studies of the behavior of reinforced concrete structures under the action of dynamic loads are devoted to the work of domestic and foreign scientists.

Many scientists give their work to experimental and theoretical studies of structural reinforced concrete elements. Some of them will compare the test results for static and dynamic loads of concrete and reinforced concrete column models 95 cm in height and 12 by 20 cm in cross section. Reinforcement of models is carried out with A-II, A-III and A-IV valves, and with one-sided arrangement of the reinforcement. In the course of experimental studies, the percentage of reinforcement and the amount of eccentricity varied [2]. The excess of the dynamic effort perceived by the A-II class armature was 20%, A-III by 13% and A-IV by 6-7%.

Studies of compressed-bent reinforced concrete rods were also carried out. Previously, the column was loaded with an axial compressive force to the value equal to N=0.6 Nexp, then a lateral impact was applied. The reinforcement of the columns is made by reinforcement, which has a flow area. The results of the work showed that the strength of the compressed-bent pillars under dynamic loading is higher than in the static one [3]. The expediency of using high-strength reinforcement in combination with indirect reinforcement meshes has been proved [4].

Experienced models of reinforced concrete columns with geometric dimensions 20 by 20 by 80 cm, in the longitudinal direction reinforced with a class At-VI diameter of 12 mm, in the transverse direction by welded nets of diameter 6.8 mm class A-III. The limiting deformations of models of columns with indirect reinforcement at a deformation rate E = 5 s-1 are lower by 15% than under static loading.

Some researchers took into account the mass of the above structures when calculating the columns. A special installation tested wooden, steel and reinforced concrete columns. The compressive load from the above lying structures was simulated by the tension of the ropes and was 20 tons. The weight of the falling load is 1.14 tons. The initial speed is 6 m/s. Under the action of the load in the initial period, the movement of the columns increased very rapidly, and the mass did not have time to follow the free end of the column, as a result of which the force at the initial moment decreased [5]. With further movement of the mass and partial rectification of the column, the dynamic longitudinal force increased in comparison with the static force.

Experimental studies of 5 reinforced concrete columns on the effect of a transverse shock load, as well as 2 columns compressed by longitudinal force on the action of a static transverse load, were carried out.

The impact load was created by the test rig of the drilling rig and was applied at half the height of the column, the mass of the falling load was 160 kg. The height of the load fell in the range from 1200-1900 mm.

The value of the axial compressive force was maintained at a constant level 60 kN simulating the compressive stresses in the column from constant and temporary loads.The diagram of the shock load in time is obtained. The peak reaction force under impact loading was 1.5 - 2.5 higher than in static tests.

Experimental studies of the behavior of reinforced concrete columns compressed by axial force under the action of a lateral impact were carried out at the Queensland University of Technology [6]. Models of columns of concrete of class B -40-50 with a different percentage of reinforcement, in cross section had a rectangular and round outline with dimensions from 300 to 680 mm.

The column, located horizontally on the supports, was compressed by a jack along the longitudinal axis. The transverse impact is effected by the action of the falling load. A column of rectangular cross-section with a height of 4.0 m, section 300 by 300 mm.

The reinforcement is made by four longitudinal rods of diameter 18 mm. The transverse reinforcement is made by clamps with a diameter of 12 mm in steps of 150 mm. The cube strength of the column concrete was 44.0 MPa. The initial value of the axial compressive force is 245 kN. The impactor with a mass of 1.14 tons collided with the column at a speed of 1.5-3.0 m/s.

The results of full-scale tests and numerical experiments have made it possible to determine the dependence of the deflection of the column and the reaction force in time [7]. A satisfactory agreement between the calculation results and the data was obtained experiment. The duration of the impact before the rebound is 8 ms. After rebound action of the connected cargo continued for another 52 ms. The oscillations of the column passed for one period within 80 ms. The delay in the reaction columns on the active impact is expressed by a significant lag of the structural deflection from the load in time. The destruction of the section of the column from the incident cargo occurred in the first half-period.

In addition to the studies of compressed columns on the effect of an incident load, columns that are subject to the action of a moving load are considered. For the columns of the round section, the values and duration of the load are determined from the results of the crash tests [8]. The contact area for circular columns, which amounted to 25% of the perimeter, was experimentally obtained, as well as the spatial distribution of pressure along the perimeter of the column.

BIBLIOGRAPHY

[1] Shul'gin V.N., Larionov V.I., Dinamicheskiy raschet izgibaemykh konstruktsiy zashchitnykh sooruzheniy v plasticheskoy stadii. Stroitel'naya mekhanika inzhenernykh konstruktsiy i sooruzheniy. №4, 2007, p. 31-34

[2] Selivanov V.F., Tan'kov G.V., Bannov V.Ya., Trusov V.A., Raschet dinamicheskikh kharakteristik slozhnykh sterzhnevykh konstruktsiy RES. Trudy mezhdunarodnogo simpoziuma nadezhnost' i kachestvo. №1, 2008, p. 419-421

[3] Denisov G.V., Lalin V.V., O sploshnom spektre kolebaniy balochnykh elementov konstruktsii pri vysokochastotnykh vozdeystviyakh. Inzhenerno-stroitel'nyy zhurnal. № 1, 2012, p. 91-97

[4] Denisov G.V., K voprosu o lokalizatsii kolebaniy v stroitel'nykh konstruktsiyakh. Inzhenerno-stroitel'nyy zhurnal. № 5, 2012, p. 60-64

[5] Alekseichuk O.N., Trubachev S.I., The calculation of sandwich structures under action of static and dynamic loads. Informatsiyni sistemi, mekhanika ta keruvannya. № 5, 2010, p. 97-100

[6] Berlinov M.V., Raschet konstruktsiy karkasa zdaniy pri dinamicheskikh vozdeystviyakh ot promyshlennogo oborudovaniya. Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. № 6, 2004, p. 48-49

[7] Kalichkina A.S., Karpov A.E., Laskovenko A.G., Laskovenko G.A., Raschet konstruktsiy na deystvie dinamicheskikh nagruzok. Novoe slovo v nauke i praktike: gipotezy i aprobatsiya rezul'tatov issledovaniy. № 24(1), 2016, p. 138-146

[8] Koval'chuk V.V., Vliyanie tolshchiny gofrirovannykh elementov na napryazhenno-deformirovannoe sostoyanie matellicheskikh gofrirovannykh konstruktsiy. Nauka ta progres transportu. № 3(57), 2015, p. 199-207

УДК 699.86

Ю. В. Быкова, А. В. Нефедова
ФГАОУ ВО СПбПУ» Петра Великого, Россия
Bykova I.V., Nefedova A.V.
Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, Russia

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОГРАЖДАЮЩИМ КОНСТРУКЦИЯМ В РАЗЛИЧНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ РОССИИ
THERMOTECHNICAL REQUIREMENTS FOR BUILDING ENVELOPE IN DIFFERENT CLIMATIC ZONES OF RUSSIA

Аннотация. Сегодня особое внимание при проектировании уделяется мероприятиям по повышению класса энергоэффективности зданий, поэтому особо тщательно необходимо выбирать конструкцию ограждающих

стен. Теплотехнические требования к ограждающим стенам сильно разнятся в различных климатических зонах России. В данной работе произведен анализ требований к теплопроводности стен в различных регионах России и проведены параллели со схожими районами Европы. Расчет показателя градусо-суток отопительного периода показал, что на всей территории России продолжительность отопительного периода может быть сокращена при решении определенных проблем.

Ключевые слова: климатические зоны, ограждающие конструкции, энергоэффективность.

Abstract. Today special attention is paid to the design of measures to improve the energy efficiency of buildings, therefore, it is necessary to choose correctly the design of the building envelope. Thermotechnical requirements for building envelope vary in different climatic zones of Russia. In this work the requirements for walls thermal conductivity in various regions of Russia are analyzed and conducted in parallel with similar areas of Europe. HDD calculated by the balance point suggests that the duration of the heating period may be reduced by solving certain problems.

Key words: climatic zones, building envelope, energy efficiency.

Особое внимание сегодня уделяется сокращению потребления энергетических ресурсов. Известно, что почти 41% энергопотребления приходится на строительство; 31 % на промышленность и 28% на транспорт. В строительстве значительная часть расходов наблюдается в эксплуатационный период – отопление, горячее водоснабжение, вентиляция [1]. Применяются многочисленные мероприятия по повышению класса энергоэффективности зданий: урегулирование энергопотребления [2, 3], использование возобновляемых источников энергии [4]. Однако все меры будут неэффективны, если не уделять должного внимания ограждающим стенам, а именно к теплопроводным характеристикам используемых материалов [5, 6].

Россия – большая по площади страна с большим количеством совершенно разных климатических зон. Естественно, требования к проектированию будут различны для каждой из них. В данной работе произведен анализ требований к теплопроводности стен в различных регионах России и проведены параллели со схожими районами Европы.

Цели и задачи

Целью статьи является определение фактической точки температурного баланса отопительного периода в жилом доме на две семьи в разных климатических зонах Российской Федерации.

Для этого решались следующие задачи:

- анализ климатического зонирования в Европе;
- определение параметров отопительного периода в различных климатических зонах России по местным нормативным документам;

- расчет характеристик ограждающих конструкций здания на основе параметров климатических зон;
- определение фактического значения градусосуток отопительного периода (далее ГСОП).

Описание исследования

Недавно была предложена модель разделения территории Европы на зоны - MORE-CONNECT [7]. 21 страна разделена на семь геокластеров, чтобы учесть различия в климатических условиях, строительных технологиях и культурных аспектах. Концепция геокластера иллюстрирует транснациональные области, где встречаются сильные сходства с точки зрения климата, культуры, типологий строительства и других факторов. Карта геокластеров представлена на рис. 1.

Для того чтобы понять, как изменяются требования к ограждающим конструкциям в разных регионах России, в работе рассмотрен прототип жилого 2-этажного здания [рис. 2]. Конструктив ограждающих стен – кирпич с утепляющим материалом. Толщина и материал теплоизоляции зависит от климатического района.



Рис. 1. Карта деления на геокластеры в Европе

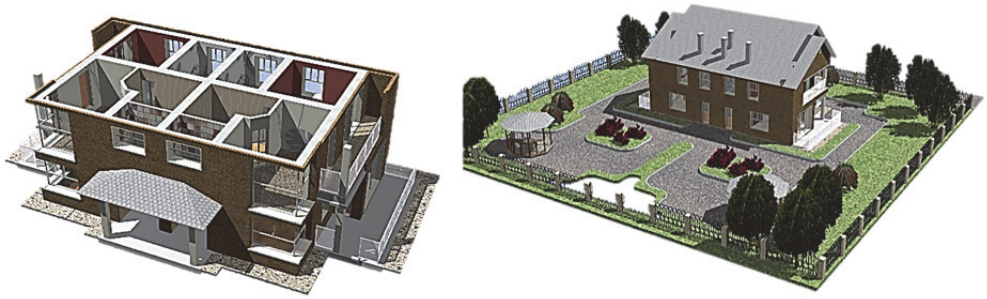


Рис. 2. Прототип жилого здания

Согласно строительным нормам и правилам СНиП 23-01-99* Строительная климатология, территорию Российской Федерации можно условно разделить на 4 климатические зоны с последующим делением на 16 климатических подрайонов. Климатическое районирование разработано на основе комплексного сочетания средней месячной температуры воздуха в январе и июле, средней скорости ветра за три зимних месяца, средней месяч-

ной относительной влажности воздуха в июле (СП 131.13330.2012). Эти данные представлены в таблице 1. Схематическая карта климатического районирования для строительства представлена на рис. 3.

Таблица 1

Основные показатели климатических районов

Климатический район	Климатическая подзона	Средняя температура января, [°C]	Средняя скорость ветра, [м/с]	Средняя температура июля,[°C]	Средняя влажность воздуха, [%]
I	IA	от -32 и ниже	-	от +4 до +19	-
	IB	от -28 и ниже	5 и более	от 0 до +13	75 и более
	IC	от -14 до -28	-	от +12 до +21	-
	ID	от -14 до -28	5 и более	от 0 до +14	75 и более
	IF	от -14 до -32	-	от +10 до +20	-
II	IIA	от -4 до -14	5 и более	от +8 до +12	75 и более
	IIB	от -3 до -5	5 и более	от +12 до +21	75 и более
	IIC	от -4 до -14	-	от +12 до +21	-
	IID	от -5 до -14	5 и более	от +12 до +21	75 и более
III	IIIA	от -14 до -20	-	от +21 до +25	-
	IIIB	от -5 до +2	-	от +21 до +25	-
	IIIC	от -5 до -14	-	от +21 до +25	-
IV	IVA	от -10 до +2	-	от +28 and over	-
	IVB	от +2 до +6	-	от +22 до +28	75 и более
	IVC	от 0 до +2	-	от +25 до +28	-
	IVD	от -15 до 0	-	от +25 до +28	-



Рис. 3. Схематическая карта климатического районирования для строительства

К 1 климатическому району относятся наиболее крупные и известные города:

- Екатеринбург
- Новосибирск
- Якутск
- Владивосток

- Петропавловск-Камчатский

Ко 2 климатическому району относятся наиболее крупные и известные города:

- Москва
- Санкт-Петербург
- Мурманск

К 3 климатическому району относятся наиболее крупные и известные города:

- Краснодар
- Симферополь
- Волгоград

К 4 климатическому району относится Казахстан, бывшая республика СССР со столицей городом Алма-Ата, в работе не рассматривается.

Расчет параметров ограждающих конструкций

Исходя из многолетних наблюдений известны данные о продолжительности отопительного периода каждого города и средних температур за эти периоды.

Зная продолжительность отопительного периода для каждого города, были рассчитаны значения ГСОП. Эта характеристика рассчитывается исходя из предположения, что отопительный сезон в России начинается, когда средняя суточная температура воздуха составляет 8 ° С и удерживается более 10 дней. Исходя из этих данных, можно определить требуемое сопротивление теплопередаче внешних конструкций: стен, окон, полов, крыши, на основании которых можно получить значение температуры термического равновесия (T-balance). Последний показатель необходим для расчета показателя градусо-суток отопительного периода по Европейским стандартам с помощью online-калькулятора.

Таблица 2

Градусо-сутки отопительного периода в климатических зонах России

КЛИМАТИЧЕСКАЯ ЗОНА	ГОРОД	ГСОП	HDD с сайта DEGREEDAYS.NET
I	Екатеринбург	**5980**	3678
	Новосибирск	**6601**	3581
	Якутск	**10394**	6297
	Владивосток	**4684.5**	3321
	Петропавловск-Камчатский	**5594.5**	3292
II	Москва	**4676.2**	2790
	Санкт-Петербург	**4796**	2484
	Мурманск	**6380**	3570
III	Краснодар	**2682**	1835
	Симферополь	**2662**	1903
	Волгоград	**3965**	2561

Как видно показатель ГСОП (HDD), рассчитанный по балансовой точке (T-balance) в среднем в 1,5 раза меньше, чем рассчитывается с использованием действующих нормативных документов. Это говорит о том, что продолжительность отопительного периода может быть сокращена. Кроме того, тепловая нагрузка здания будет уменьшена.

Однако включение отопления в России при 8 ° С оправдано экономическими соображениями:

- плохое состояние ограждающих конструкций;
- отсутствие регулирования отопительной системы;
- разность теплотехнических параметров в разных регионах, необходимость тщательного теплотехнического расчета для каждой зоны.

Пока эти проблемы не будут решены, переход на новую температуру термического равновесия может оказаться бесполезным.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

16. Nefedova, A., Bykova, J., Kosov, S., Petrichenko, M. Selection of Individual Automatic Heat Supply Unit of Ecomatic LLC / Procedia Engineering, 117, pp. 1102-1111, 2015

17. Basok B., Bozhko I., Nedbaylo A., Lysenko O. A polyvalent heating system for passive house based on renewable energy sources / Magazine of Civil Engineering. No. 6. Pp. 32-43, 2015

18. Harmati, N., Jakšić, Ž., Vatin, N. Heat Balance Method Application in Building Energy Performance Simulation / Applied Mechanics and Materials, 725-726, pp. 1572-1579, 2015

19. Aronova, E., Radovic, G., Murgul, V., Vatin N. Solar Power Opportunities in Northern Cities (Case Study of Saint-Petersburg) / Applied Mechanics and Materials, 587-589, pp. 348-354, 2014

20. Vasilyev G., Lichman V., Yurchenko I., Kolesova M. Method of evaluation of thermotechnical uniformitycoefficient by analyzing thermograms / Magazine of Civil Engineering. No. 6. Pp. 60–67, 2016

21. Vatin N., Nemova D., Rymkevich P., Gorshkov A. Influence of building envelope thermal protection on heat loss value in building / Magazine of Civil Engineering. No. 8. Pp. 4-14, 2012

22. Borodinecs, A. MORE-CONNECT. NZEB requirements and deep renovation sets for building envelope [Электронный ресурс] URL: http://www.more-connect.eu/ (дата обращения 28.08.2017)

УДК 624.131.1

Д. А. Вавер
ФГАОУ ВО «СПбПУ», Россия
Vaver D.A.
FSEI HE «SPbPU», Russia

ОСОБЕННОСТИ СОВМЕСТНОГО РАСЧЕТА СИСТЕМЫ ЗДАНИЕ-ФУНДАМЕНТ-ОСНОВАНИЕ
FEATURES OF THE JOINT CALCULATIONS OF THE STRUCTURE-FOUNDATION-BASE SYSTEM

Аннотация. В данной статье приведен обзор основных положений теории совместного расчета системы здание-фундамент-основание и современных математических моделей грунтового основания. Множество моделей, имеющих различную степень точности описания механики поведения основания под действием нагрузки, позволяет выделить для решения геотехнических задач необходимую и достаточную математическую модель, позволяющую поучить наиболее точный результат, затрачивая минимум временных ресурсов и вычислительных мощностей.

Ключевые слова: совместный расчет здания, фундамента и основания, модели основания, программный комплекс, МКЭ.

Abstract. This paper author presents an overview of the main provisions of the theory of joint calculation of the structure-foundation-base system and modern math-models of the soil foundation. A lot of models that have a different level of precision in describing the behavior of the base under the load make it possible to identify a necessary and sufficient math-model for solving geotechnical problems that allow one to learn the most accurate result by spending a minimum of time and computing capacity.

Key words: joint calculation of the structure, foundation and base, models of soil base, program complex, FEM.

На сегодняшний момент методика расчета надземной части здания опробована и модифицирована многократно, и каждая из современных расчетных программ использует математический процессор, использующий метод конечных элементов, и саму библиотеку конечных элементов. В результате расчета надземной части мы можем получить достоверное значение контактных напряжений, необходимых для дальнейшего расчета несущих конструкций и грунтового основания. На характер их распределения оказывает влияние жесткость, размеры и форма фундамента (сооружения), и жесткость (податливость) грунтов основания. В соответствии с нормативной документацией выделяют несколько случаев взаимодействия

основания и сооружения: взаимодействие грунтового основания с абсолютно жестким сооружением; взаимодействие грунтового основания с абсолютно гибким сооружением; взаимодействие грунтов основания с сооружением конечной жесткости. Для всех случаев взаимодействия у геотехнической задачи может быть как плоская, так и пространственная постановка. В случае плоской задачи совместный расчет здания является итерационным и занимает достаточное время в связи с неэффективностью методики. Поэтому, расчетные программы используют встроенные модули расчета основания, использующие разные упрощенные расчетные модели.

Наличие большого количества моделей обуславливается тем, что грунт представляет собой сложную многофазную систему, поведение которой зависит от ряда факторов и это поведение не является постоянным во времени. Поэтому, создание единой математической модели механического поведения грунта под нагрузкой и в различных условиях строится на основе допущений и эмпирических данных, в связи с чем, результаты расчетов таких моделей могут давать только приближенные результаты. Для решения задачи по нахождению НДС основания используются методики расчета на основе механической модели грунтового основания: дискретно-аналоговая модель среды и сплошная модель среды. Математические методик на основе дискретно-аналоговой модели не нашли популярность в связи с недостаточно развитой теории упругости. Эксперименты, поставленные Б.И. Кулачкиным и А.И. Радкевичем по нагружению песчаной насыпи дорожного полотна, показали недостаточность существующей сплошной теории грунтового массива. В связи с этим к идеальным телам аналоговой модели (идеально упругое тело, идеально вязкое тело, идеально линейно-упругое тело) было добавлено идеально хрупкое тело [1]. Но на данный момент для ведения расчетов достаточной является модель грунта как сплошной среды. При этом для применения теории упругости в расчетах применяется допущение, что грунтовый массив является сплошным линейно деформируемым телом. На основе данной механической модели работы грунта используются математические модели расчета основания.

Модель местных упругих деформаций (метод Винклера-Фусса) разработана в 1867 году немецким инженером Э. Винклером. В дальнейшем над развитием этой модели трудились Н.П. Пузыревский, С.П. Тимошенко, А.Н. Крылова, П.Л. Пастернак и др. В основе модели лежит утверждение, что реактивное напряжение в каждой точке поверхности контакта сооружения с основанием прямо пропорционально осадке контактной поверхности в этой же точке:

$$p(x) = C \cdot w(x),$$

где С – коэффициент постели (пропорциональности), Па/м.

Схематическое изображение модели представлено на рисунке [1]. Основным недостатком модели является то, что грунт не обладает распределительной способностью, и деформации за пределами штампа фундамента отсутствуют, что не соответствует реальной работе основания и сооружения. Так же данная модель не учитывает размеры фундамента.

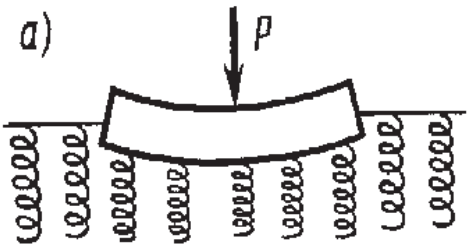


Рис. 1. Схематическое представление модели Винклера

В последствии, для уточнения результатов стали использовать модель балки с переменным коэффициентом постели по длине [2]. По мнению С. Б. Ухова модель местных упругих деформаций имеет хорошую сходимость с реальными данными при расчетах на слабых сжимаемых грунтах с модулем деформации $E \leq 5$ МПа, на просадочных лессовых грунтах [3]; И. Далматов, опираясь на исследования Г. В. Крашенинниковой, приводит данные, по которым местные деформации с постоянным коэффициентом постели при плоской задаче дает хорошие результаты при толщине сжимаемого слоя менее $l/16$ (где l – длина балки, рассчитываемой как плоский элемент) [4].

Модель упругого полупространства разработана в 1920-ых годах Г.Э. Проктором. В данной модели грунт рассматривается как упругая сплошная среда, ограниченная плоскостью контакта с фундаментом, и деформируемая вместе с сооружением, включая пространства за пределами пятна здания на величину, зависящую от механических характеристик грунтов. Недостатками данной модели является то, что передаточные свойства грунтов значительно завышены, что ухудшает результаты расчета. Так же, глубина сжимаемой толщи не ограничивается, поэтому часто используют модифицированные модели с несжимаемым слоем, с переменным модулем деформации грунтов по глубине.

Модель с двумя коэффициентами постели разработана в 1950-ых годах П.Л. Пастернаком на основании предшествующих моделей. Основание рассматривается так же, как упругая сплошная среда, но описывается двумя коэффициентами постели, зависящими от механических характеристик и независящих друг от друга, отражающих жесткость основания на сжатие и на сдвиг [5].

Модель Горбунова-Посадова разработана в 1950-70-ых годах М.И. Горбуновым-Посадовым и представляет собой модель упругого полупространства с одним коэффициентом постели, зависящим от давления и

предполагаемой осадкой в конкретной точке. Принцип расчета заключается в итерационном совмещении расчета осадок основания с моментами в фундаментной конструкции от неравномерности ее осадки. Недостатком данной модели является медленная сходимость итерационного расчета, что повлияло на непопулярность модели и отсутствия реализации в расчетных программах [6].

Конечно-элементная модель основания построена на основном принципе метода конечных элементов. В отличие от упрощенных моделей, при моделировании грунта пространственными конечными элементами появляется возможность учета нелинейного характера поведения грунта, и возможность описать его моделями, в наибольшей степени соответствующими существующей геотехнической обстановке [7]. В процессе расчета формируется система линейных алгебраических уравнений, состоящая из сотен тысяч уравнений, требующих значительных мощностей процессора и специальных методов оптимизации программного расчета.

БИБЛИОГРФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кулачкин, Б.И. Аналого-дискретная модель грунта / Б.И. Кулачкин, А.И. Радкевич // Международная научно-практическая конференция «Геотехника-99». – Пенза, 1999.

2. Масленников, А.М. Балки на упругом основании с переменными параметрами / А.М. Масленников, В.В. Улитин // Вестник гражданских инженеров. - №4. – 2016.

3. Ухов, С.Б. Механика грунтов, сонования и фундаменты: Учеб. пособие М55 для строит. спец. вузов / С.Б. Ухов, В.В. Семёнов, В.В. Знаменский и др.; Под ред. С.Б. Ухова. – 4-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2007. – 566 с.: ил.

4. Далматов Б.И. и др. Проектирование фундаментов: учебное пособие / Под общ. ред. Б.И. Далматова. М.: Высш. шк., 1986. – 239 с.: ил.

5. Пастернак П.Л. Основы нового метода расчета фундаментов на упругом основании при помощи двух коэффициентов постели. М.: Госстройиздат, 1954. – 56 с.

6. Горбунов-Посадов М.И. Расчет конструкций на упругом основании / М.И. Горбунов-Посадов, Т.А. Маликова. – 2-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1973. – 627 с.

7. Шашкин А.Г. Взаимодействие здания и основания: методика расчета и практическое применение при проектировании / А.Г. Шашкин, К.Г. Шашкин. – Спб.: НПФ «Геореконструкция», 2000. – 47 с.: ил.

УДК 69.055
А. А. Ванунц
ФГБОУ ВПО «СПбГПУ», Россия
Vanunc A.A.
FSEI HPL «SPbSPU», Russia

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА ВЭС МОРСКОГО БАЗИРОВАНИЯ
FEATURES OF CONSTRUCTION PROCESS OF OFFSHORE WINDFARMS

Аннотация. Статья посвящена строительству оффшорных ветроэлектрических станций (станций морского базирования). Ветроэнергетика – самая динамично развивающаяся отрасль возобновляемой энергетики. Однако, в связи с недостатком материковых территорий возникает тенденция строительства ветроэлектрических станций (ВЭС) морского базирования. В данной статье рассказывается о преимуществах и недостатках оффшорной ветроэнергетики, перераспределении капитальных затрат и особенностях строительного процесса оффшорных ВЭС.
Ключевые слова: ветроэлектрические станции, строительство, возобновляемая энергетика, оффшорные ВЭС, ВЭС морского базирования.
Abstract. This article is devoted to offshore wind farms. Wind energy is probably the most dynamically developing industry of renewable energy. However, due to the lack of continental territories, there is a tendency of a construction of sea-based wind farms. This article describes the advantages and disadvantages of offshore wind energy, redistribution of capital costs and features of a construction process of offshore wind farms itself.
Key words: wind farms, building, renewable energy, offshore wind farms, sea based wind turbines.

Ветроэнергетика является наиболее динамично развивающимся направлением из возобновляемых источников энергии. Последние годы активно развивается оффшорная ветроэнергетика, прирост мощности которой за 2016 год составил 3000 МВт, а суммарная установленная мощность всех оффшорных станций достигла отметки 14 ГВт.

Оффшорная ветроэнергетика имеет ряд преимуществ перед оншорной, которые заключаются в следующем:

– морские ветры более сильные и продолжительные, как следствие – большая мощность ветрового потока и возможная выработка;

– в густонаселенных странах материковая территория может быть слишком ценна, поэтому на фоне дефицита наземных участков, стоит делать выбор в пользу ветроэлектрических станций морского базирования;

– малые колебания генерации электроэнергии благодаря постоянной и последовательной “природе” морского ветра. Необходимость в оперативной резервной балансировке мощностей уменьшается за счет точных прогнозных данных, поступающих в производственную модель.

Эти особенности обуславливают активное развитие оффшорной ветроэнергетики в странах с большими прибрежными территориями. Наибольшего прогресса добились Великобритания, Дания, Германия. Суммарная установленная мощность в Европе в 2016 году превысила значение 14000 МВт усилиями 3230 турбин [1]. С учетом станций, находящихся в процессе проектирования и строительства в 11 европейских странах – 84 оффшорные ветроэлектрические станции.

Выработка электроэнергии примерно равна 40,6 ТВт в год, что покрывает 1,5 процента от требуемого потребления в странах ЕС.

Однако, несмотря на существенные преимущества, развитие оффшорной ветроэнергетики происходило намного медленнее наземной. В первую очередь такое отставание можно объяснить сложностью проведения работ и большими затратами по присоединению к электросети (капитальные затраты в полтора-два раза выше, чем у наземной). Сравнение капитальных затрат на реализацию проектов оншорной и оффшорной ВЭС показаны на рисунке 1 [2]. В целом можно выделить следующие отличительные черты при строительстве оффшорных ВЭС:

– прокладка кабелей по морскому дну;
– процесс монтажа фундаментов и турбин;
– мониторинг и возможные ремонтные работы при плохой погоде.

Имеется также ряд конструктивных особенностей, которые являются следствием морского месторасположения ВЭС.

Отличительной чертой при проектировании оффшорных ВЭС является установка фундамента под водой. В основном применяются следующие виды оснований [4]:

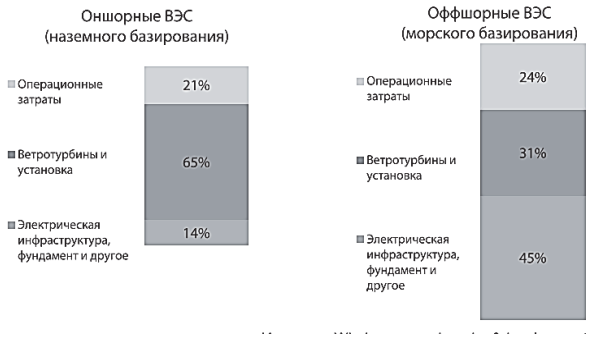


Рис.1. Сравнение капитальных затрат

– пилонные – толстостенные стальные трубы, забиваемые или закручиваемые в грунтовое основание. Диаметр труб достигает 4-6 метров и около 40-50 процентов пилона погружено в донный грунт;

– tripod – состоят из центральной стальной трубы и трех меньших по размеру труб, в которые забиваются сваи;

– ферменный фундамент – классические фермы, скрепленные болтовыми соединениями, протянувшиеся от донного грунта до места соединения с надводной частью;

– гравитационный – готовые блоки, скрепляемые перед погрузкой на транспорт;

– кессонный фундамент – цилиндрическая конструкция, обычно изготовляемая из стали и имеющая крышку со стороны фундамент.

– Различные типы фундаментов в зависимости от глубин для оффшорныых ВЭС приведены на рисунке 2.

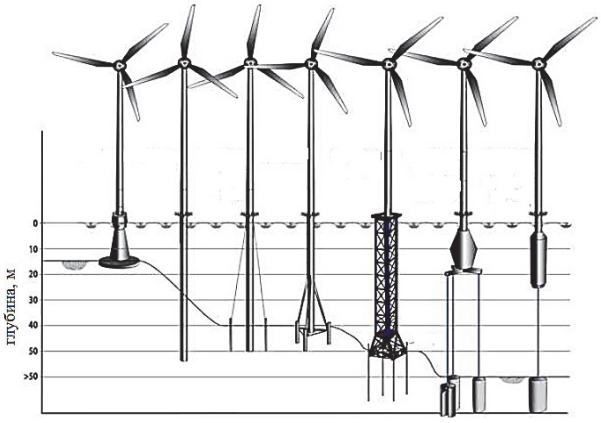


Рис. 2. Типы оффшорных фундаментов

Для установки фундаментов и турбин используются специальные судна, разработанные для этих целей. Так, например, судно TIV Resolution оснащено шестью опорами, которые опускаясь на дно, стабилизируют судно, тем самым обеспечивают стабильную платформу для установки турбин на заранее подготовленное место. Как только турбины установлены, Resolution опускается обратно в воду и передвигается на другую локацию, где процесс повторяется. Установка одного фундамента может продолжаться до двух суток.

Для проектирования и строительства оффшорного ветропарка необходимо решить следующие задачи:

- определить ветроэнергетический потенциал местности, в которой будет проходить строительство ветропарка (осуществляется с помощью специальных программных комплексов);
- выбрать класс ветроэнергетической установки – в зависимости от скорости и параметров турбулентности ветрового потока [3];
- собрать нагрузки на ветроэнергетическую установку – к типовым нагрузкам (собственный вес элементов надфундаментной части сооружения, собственный вес фундамента, ветровая нагрузка на ветроколесо, гондолу и башню вэу и динамические нагрузки, которые связаны с враще-

нием ветроколеса) здесь добавляются волновые и ледовые (в случае если в месте расположения станции может быть обледенение);

- выбрать фундамент и определить его габариты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. The European offshore wind industry - key trends and statistics 2015. A report by the European Wind Energy Association.
2. Environmental and Energy Study Institute [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.eesi.org/files/offshore_wind_101310.pdf , свободный. – Загл. с экрана.
3. IEC 61400-1 – International Standard. Wind turbines – Design requirements.
4. Malhotra Sanjeev – Selection, Design and Construction of offshore wind turbine foundations.

УДК 692.231.2

Т. О. Труфанова, Л. И. Чумадова
ФГАОУ ВО СПБПУ, Россия
Trufanova T.O., Chumadova L.I.
SPbPU, Russia

КОНСТРУКЦИЯ СТЕН В АДДИТИВНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ
CONSTRUCTION OF WALLS IN 3D PRINTING IN BUILDING

Аннотация. Для строительства методом 3d печати необходимы знания о конструкции стен. Стены в аддитивном строительстве имеют отличия в сравнении с теми, что используются в строительстве традиционными методами. В данной работе предложен вариант конструкции наружной стены в аддитивном строительстве.

Ключевые слова: конструкция стен, аддитивное строительство, 3d печать, печать зданий, инновации в строительстве, 3d принтер.

Abstract. For building by the method of 3d printing, knowledge of the construction of walls is necessary. The walls in additive building have differences in comparison with those used in building by traditional methods. In this paper, a variant of the construction of an external wall in additive building is proposed.

Key words: construction of walls, additive building, 3d printing, building printing, innovations in construction, 3d printer.

Жилищное строительство является одним из важных секторов строительства в России, особенно в таком крупном многонаселённом динамично развивающемся городе как Санкт-Петербург. Существует высокий потребительский спрос на жильё, однако, в связи с экономическим кризисом, наблюдается снижение ввода жилья в эксплуатацию. Требуются новые подходы в строительстве, которые позволили бы снизить стоимость строительства и уменьшить время на его реализацию. В этом поможет применение развивающихся аддитивных технологий: строительный принтер печатает самонесущие стены и перегородки, его применение позволяет экономить до 70% на стоимости и времени возведения коробки здания по сравнению с традиционными методами строительства.

Аддитивное строительство – это настоящая научно-техническая революция в строительстве. Это строительство, основанное на аддитивном производстве, т.е. создании изделия послойным наращиванием. Печать производится с использование традиционных вяжущих материалов. Экструдер дозировано подает раствор в зону печати и послойно наращивает деталь [1]. Уже существуют, функционируют и находятся в свободной продаже строительные принтеры, в том числе и отечественного производителя. Пока что дома возводятся малой этажности, но идёт тенденция к полной замене традиционных методов строительства.

Проанализируем и определим технологии строительной 3d печати и конструкции наружных несущих стен для аддитивного строительства на примере условий города Санкт-Петербург.

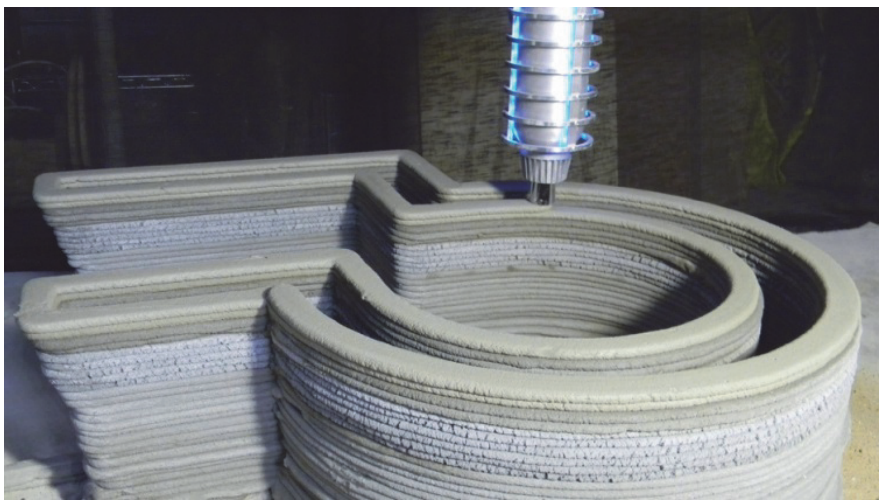


Рис .1. Послойная строительная печать

Существует две технологии 3d строительства: «печать на фундаменте» и в заводских условиях. В первом случае, 3d принтер устанавливается на участке строительства и производит печать здания. Во втором способе принтер находится на заводе и печатает отдельные части здания, которые затем монтируются на участке строительства.

Принимаем способ «печать на фундаменте». Это более современный и скоростной способ строительства. Печать отдельных частей здания на заводе хоть и ускоряет темпы строительства, но не сильно отличается от традиционного блочного строительства, в отличии от метода «печать на фундаменте».

Также стоит различать две конструкции 3d принтеров: портальная и стреловая.

Портальный принтер представляет собой конструкцию на рельсовых направляющих, печатающую в прямоугольных координатах [2]. Основание принтера – стойки. Между стойками портальная балка, по которой передвигается каретка с печатающим устройством. Портальная балка – это ось Y принтера. Балки суппортов – это ось X. Ось перемещения экструдера по вертикали - ось Z. Преимущество таких принтеров – простота конструкции, надёжность. Недостатки: они не мобильные (долго устанавливаются с применением техники); крупногабаритные (больше самого здания, например, 3D-принтер китайской компании WinSun имеет размер 150х10 м); максимальная высота строительства 20 м; рельсовые направляющие требуют для установки ровную поверхность, поэтому пуско-наладка может занять до 3-х недель; чаще всего используется для печати элементов здания на ровном полу на заводе, что подобно традиционному блочному строительству. Использование этой технологии оправдывает экономия на материалах строительства (т.к. 1м^3 любых блоков при формировании стены методом 3D печати заменяется 0,267м^3 строительной смеси) и более высокая скорость возведения здания по сравнению с традиционными методами строительства. Однако, по многим параметрам принтер стрелового типа превосходит портальный принтер.



Рис.2. Портальный принтер

Стреловой принтер – конструкция, подобная башенному крану [3]. Он печатает в полярных координатах. Принтер представляет собой вращающийся манипулятор, который способен с одной точки охватить зону,

ограниченную длиной «стрелы». Для печати больших площадей можно использовать несколько принтеров одновременно, синхронизированных между собой, или передвигать один принтер по мере печати. В высоту печать здания также не ограничена, достаточно переставлять с помощью крана принтер на следующий уровень перекрытия. Принтер последнего поколения оснащён системой автоматического выравнивания по горизонту. Преимущества: мобильные (установка занимает 30 мин и требует минимум техники), малогабаритные, не требуют идеально ровной площадки (погрешность 10 см), автоматическая стабилизация по горизонту, минимальное участие человека (может быть достаточно двух человек), безотходное строительство (материал используется с машинной точностью). Под недостатками можно понимать только то, что технология новая, а значит перед её внедрением необходимо решить множество вопросов, в том числе и проработку конструкции стен.



Рис. 3. Стреловой принтер

Примем стреловой принтер, как более экономичный (безотходный), технологичный, мобильный, экологичный, малогабаритный. Этот принтер предназначен для строительства методом «печать на фундаменте», который мы приняли ранее.

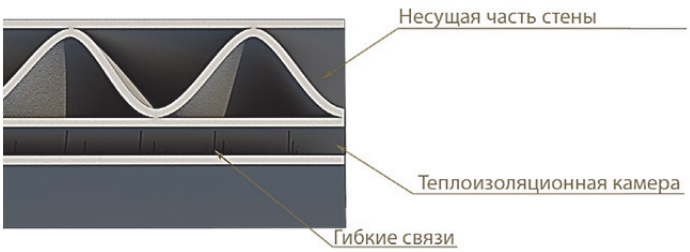
Конструкция стен в аддитивном строительстве отличается от традиционной. Строительный 3d принтер печатает несъёмную опалубку стены путём наслаивания цементного раствора. Подбирается цементный раствор, исходя из условий, что он должен быть достаточно пластичным для непрерывности печати и, в то же время, должен быть достаточно вязким, чтобы держать форму. Также после отвердевания, он должен обеспечивать необходимую прочность. Внутри стены также печатаются перегородки, предназначенные для устойчивости конструкции. В образовавшиеся полости заливаются материалы для теплоизоляции и для обеспечения несущей способности [4]. Такие стены называются многокамерные.



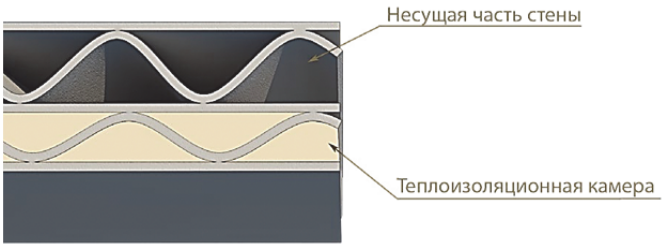
Рис. 4. Многокамерные стены в 3d печати

Многокамерные наружные стены имеют несущую и теплоизоляционную камеры. На рисунках [5] представлены различные варианты пирога наружной стены.

а)



б)



в)

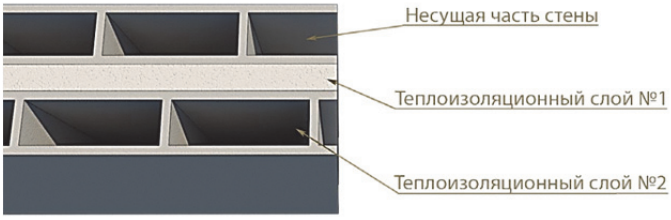


Рис. 5. Варианты пирога наружной стены:
а) - двухкамерная с гибкими связями; б) двухкамерная с перемычками синусоидальной формы; в) трёхкамерная с перемычками перпендикулярными к камерам

Как видно, в конструкции применяются различной формы перемычки для устойчивости, а также есть возможность создавать любое число камер любых форм и размеров, а также комбинировать различные материалы.

Примем конструкцию двухкамерной наружной несущей стены с перемычками синусоидальной формы [5, б] с возможным применением дополнительных гибких связей [5, а]. Считаем, что такая комбинация, может быть необходима по причине высокого давления на несъёмную опалубку при заливании несущих и теплоизоляционных материалов.

При выборе материалов для наружных стен следует учитывать особенности, связанные с технологией аддитивного строительства.

Для несъёмной опалубки нужно применять фибробетон или геополимер, т.к. конструкция стены предполагает работу опалубки на растяжение при ветровой нагрузке [6].

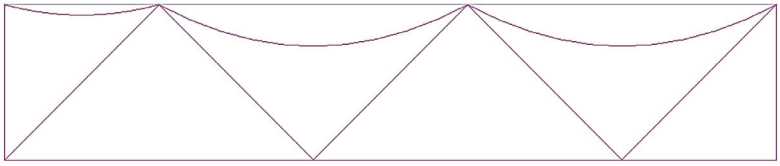


Рис. 6. Эпюра моментов при ветровой нагрузке

Примем для опалубки цементно-песчаную смесь М300 и фиброволокно. Такой выбор основан на доступности и большей изученности данных материалов. Толщина опалубки принимается конструктивно, т.к. зависит от параметров сопла экструдера, используемого 3d принтером. В лабораторных испытаниях мы используем строительный принтер S-4063 компании «Спецавиа», поэтому, исходя из его параметров, толщина опалубки 30 мм.

В качестве утеплителя следует применять засыпные или наливные теплоизоляционные материалы, что отвечает скоростному технологическому процессу строительства стен. Тем не менее, при необходимости можно устанавливать с внешней стороны стены и плитные утеплители, фиксируемые специальными полимерными дюбелями, но это замедлит ход строительства. В качестве утеплителя могут применяться: газо- и пенобетон, керамзит, крошка пенополиизоцианурата, насыпная минеральная вата, полиуретановая пена и т.п. Материалы на основе полимеров имеют меньший коэффициент теплопроводности, по сравнению с газобетоном, пенобетон, керамзитом. Но их недостаток в том, что процессы полимеризации никогда не проходят на сто процентов, поэтому всегда идёт обратный процесс разложения полимера с образованием токсичных фракций. Через несколько лет полимеры рассыпаются, превращаются в труху. В любой конструкции желательно иметь элементы структуры, стремящиеся к долговечности, чтобы избежать капитального ремонта, который может обойтись во много раз дороже нового строительства.

Принимаем в качестве теплоизоляционного материала пенобетон с плотностью 400 кг/м3, как один из самых экологичных, долговечных и соответствующих аддитивной технологии материалов. Толщина теплоизоляционного материала принимается по расчёту в соответствии со строитель-

ными нормами и стандартами, отвечающими месту строительства. По расчёту для Санкт-Петербурга по СНиП 23-02-2003 толщина пенобетона с плотностью 400 кг/м3 составила 400 мм.

Несущую часть стены следует выполнять из тяжёлого бетона класса В20 и выше. При необходимости стену можно армировать фиброволокном, стекловолокном, стеклофиброволокном, стеклопластиковой или стальной сеткой, послойным стальным армированием, полостным стальным армированием, композитной арматурой. Толщина несущей части стены назначается по итогам прочностного анализа конструкции здания.

Принимаем предварительно несущую стену из бетона класса В30 толщиной 300 мм. Точная толщина назначается после расчётов всей конструкции здания.

Основываясь на проведённом нами анализе технологий строительной печати и конструкции наружных несущих стен в аддитивном строительстве предлагаем конструкцию стен для Санкт-Петербурга и наиболее экономичный и скоростной способ печати здания:

- аддитивное строительство методом «печать на фундаменте»;
- использование стрелового принтера;
- двухкамерная конструкция стены с перемычками синусоидальной формы;
- несъёмная опалубка из цементно-песчаного раствора М300 и фиброволокна толщиной 30 мм;
- утеплитель из пенобетона плотностью 400 кг/м^3 толщиной 400 мм;
- несущая часть стены из бетона класса В30 толщиной 300 мм (уточняется в зависимости от здания)

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ватин Н.И., Чумадова Л.И., Гончаров И.С., В.В. Зыкова В.В., Карпеня А.Н., Ким А.А., Финашенков Е.А. 3D-печать в строительстве // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2016. №1(52). С. 27-46.

2. Чен Юн-Тай Н.Д., Альбом технических решений по применению технологии строительства зданий гражданского и общественного назначения методом трехмерной печати мобильным строительным 3D-принтером Apis Cor. М.: Москва, 2016. 38 с.

3. В России напечатали первый жилой дом [Электронный ресурс] : http://apis-cor.com: Apis Cor. М., 2017. URL: http://apis-cor.com/about/news/first-house (дата обращения: 14.05.2017).

4. Шанхайская компания WinSun [Электронный ресурс] : http://3dtoday.ru: 3Dtoday. М., 2013-2017. URL: http://3dtoday.ru/blogs/news3dtoday/shanghai-company-winsun-has-printed-a-fivestorey-house-and-mansion/ (дата обращения: 14.05.2017).

УДК 332.871.1:334.736

Б. Б. Виноградова, С. В. Вахрушева, Е. С. Бузыкаева
ФГАОУ ВО «СПбПУ», Санкт-Петербург
Vinogradova B.B., Vakhrusheva S.V., Buzykaeva E.S.
FSAEI HL «SPbPU», Saint-Petersburg

ПОРЯДОК ФОРМИРОВАНИЯ ПЛАТЕЖЕЙ И ВЗНОСОВ ДЛЯ СОБСТВЕННИКОВ ПОМЕЩЕНИЙ В МНОГОКВАРТИРНОМ ДОМЕ
THE ORDER OF FORMATION OF PAYMENTS AND CONTRIBUTIONS FOR OWNERS OF HABITABLE ROOMS IN A MULTIFAMILY HOUSE

Аннотация. Рассмотрен порядок формирования обязательных платежей и взносов для собственников помещений в многоквартирном доме (на примере ТСЖ Санкт-Петербурга). Сравнительный анализ тарифов на работы и услуги, входящие в содержание жилого помещения, позволил определить три категории этих работ, в зависимости от формирования тарифа.

Ключевые слова: жилищное строительство, многоквартирный жилой дом, ТСЖ, тариф, коммунальные услуги, капитальный ремонт.

Abstract. The article is devoted to order of formation of payments and contributions for owners of premises in a multifamily house (for example, the St. Petersburg Housing Association). A comparative analysis of the rates for works and services included in the maintenance of housing unit allowed to determine three categories of these works, depending on the formation of the rates.

Key words: housing construction, multifamily house, Homeowners Association, rate, public utilities, total building renovation.

Согласно статье 154 ЖК РФ обязательные платежи и взносы для собственника помещения в многоквартирном доме (МКД) можно разделить на три составляющие:

1. плата за коммунальные услуги;
2. взнос на капитальный ремонт;
3. плата за содержание жилого помещения [1].

Плата за коммунальные услуги

Согласно постановлению Правительства РФ от 6 мая 2011 г. N 354 «О предоставлении коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов» потребителю могут быть предоставлены следующие виды коммунальных услуг:

- холодное водоснабжение;
- горячее водоснабжение;
- водоотведение;
- электроснабжение;

– газоснабжение;
– отопление [2].

Максимальные разметы тарифов за все виды коммунальных услуг в Санкт-Петербурге устанавливаются Комитетом по тарифам Санкт-Петербурга, вследствие чего являются одинаковыми для всех собственников помещений в многоквартирных домах.

Взнос на капитальный ремонт

В соответствии со статьей 3 Закона Санкт-Петербурга от 11 декабря 2013 г. N 690-120 «О капитальном ремонте общего имущества в многоквартирных домах в Санкт-Петербурге» минимальный размер взноса на капитальный ремонт общего имущества в многоквартирном доме ежегодно утверждается Правительством Санкт-Петербурга [3].

Минимальный размер взноса на капитальный ремонт общего имущества в многоквартирном доме зависит от типа многоквартирного дома и наличия в доме лифта.

Плата за содержание жилого помещения

Размер платы за содержание жилого помещения в многоквартирном доме формируется с учетом комплекса предоставляемых услуг (выполняемых работ) и состава общего имущества в многоквартирном доме.

В соответствии с Приложением 1 к распоряжению Комитета по тарифам Санкт-Петербурга от 20.12.2016 № 260-р содержание жилого помещения включает в себя следующие услуги (работы):

1. Управление многоквартирным домом.
2. Содержание общего имущества в многоквартирном доме.
3. Текущий ремонт общего имущества в многоквартирном доме.
4. Уборка и санитарно-гигиеническая очистка земельного участка, входящего в состав общего имущества, содержание и уход за элементами озеленения, находящимися на земельном участке, входящем в состав общего имущества, а также иными объектами, расположенными на земельном участке, предназначенными для обслуживания, эксплуатации и благоустройства этого многоквартирного дома.
5. Очистка мусоропроводов (при наличии в составе общего имущества в многоквартирном доме).
6. Содержание и ремонт автоматически запирающихся устройств дверей подъездов многоквартирного дома (при наличии в составе общего имущества в многоквартирном доме).
7. Содержание и ремонт систем автоматизированной противопожарной защиты (при наличии в составе общего имущества в многоквартирном доме).
8. Содержание и текущий ремонт внутридомовых инженерных систем газоснабжения (при наличии в составе общего имущества в многоквартирном доме).

9. Эксплуатация общедомовых приборов учета используемых энергетических ресурсов (при наличии в составе общего имущества в многоквартирном доме).

10. Содержание и текущий ремонт систем экстренного оповещения населения об угрозе возникновения или о возникновении чрезвычайных ситуаций (при наличии в составе общего имущества в многоквартирном доме).

11. Содержание и ремонт лифтов (при наличии в составе общего имущества в многоквартирном доме) [4].

В ходе работы проведен сравнительный анализ тарифов на работы и услуги, входящие в содержание жилого помещения многоквартирного дома при рассмотрении 76-ти смет доходов и расходов за 2016 год многоквартирных домов Санкт-Петербурга [5]. Для анализа были выбраны дома, находящиеся под управлением ТСЖ, вследствие их умеренной степени затрат на управление и прозрачности расходования денежных средств [6].

Представленные сметы имели разный уровень детализации затрат, в некоторых сметах не были выделены отдельно тарифы по каждой услуге и работе, входящей в плату за содержание жилого помещения. Поэтому, при анализе тарифов по каждому виду работ (услуг) использовались данные только тех смет, в которых тариф на данную работу (услугу) был выделен отдельным тарифом [7].

На рисунке 1 представлены значения тарифов на управление многоквартирным домом.

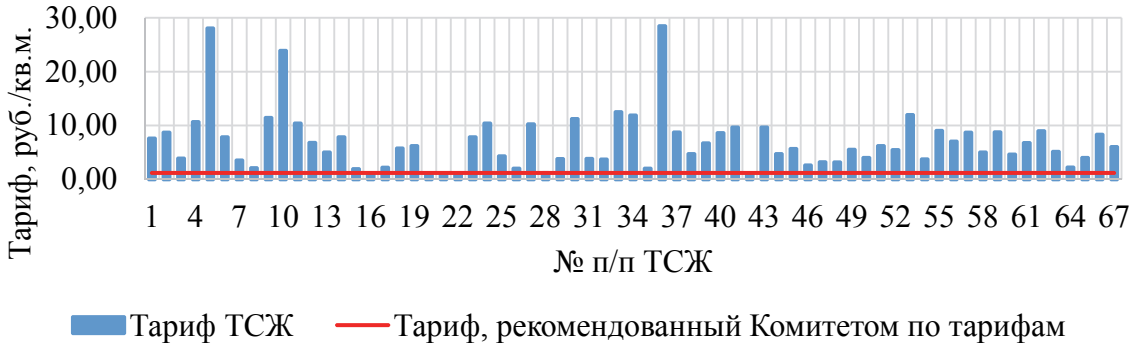


Рис. 1. Тарифы на управление многоквартирным домом

Как видно из графика, тариф на управление многоквартирным домом имеет большую разницу в значениях для разных домов. Коэффициент вариации, характеризующий относительное отклонение значений от среднеарифметического, для данной выборки составляет 78%, что говорит о неоднородности данных значений.

Это объясняется тем, что управление многоквартирным домом может включать в себя большой перечень работ и услуг, конкретный их со-

став, форма организации оказания данных услуг зависят от особенностей конкретного дома и от решений жильцов этого дома.

Значения тарифов на содержание и ремонт систем автоматизированной противопожарной защиты, содержание и текущий ремонт внутридомовых инженерных систем газоснабжения (рисунок 2), эксплуатацию общедомовых приборов учета используемых энергетических ресурсов и очистку мусоропроводов являются практически одинаковыми, коэффициенты вариации данных выборок составляют 5-15%, что говорит о незначительной изменчивости вариационного ряда.

Анализ тарифов на содержание жилого помещения, текущий ремонт, уборку и санитарно-гигиеническую очистку земельного участка, содержание и ремонт автоматически запирающихся устройств дверей подъездов (домофонов) многоквартирного дома показал, что в большинстве случаев они равны рекомендованному Комитетом по тарифам значению, однако отдельные значения имеют значительный выброс.

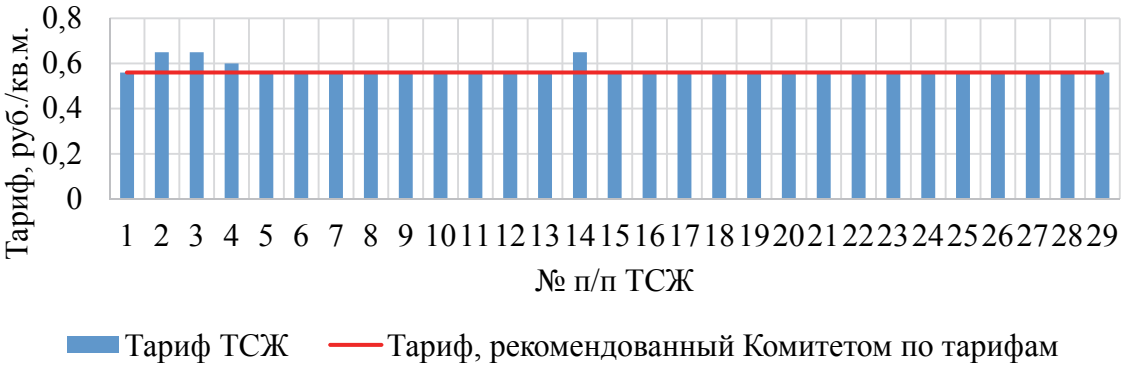


Рис. 2. Тариф на содержание и текущий ремонт внутридомовых инженерных систем газоснабжения

Это связано с тем, что затраты на содержание общего имущества и текущий ремонт напрямую зависят от конструктивных особенностей, степени физического износа и технического состояния конкретного дома, затраты на уборку и санитарно-гигиеническую очистку земельного участка зависят от решений жильцов о степени благоустройства участка, а на содержание и ремонт автоматически запирающихся устройств дверей подъездов многоквартирного дома от выбранного тарифа сервисного центра на обслуживание домофонов.

В табл. 1 приведены рекомендуемые тарифы Комитетом по тарифам и значения полученных статистических показателей для тарифов на все работы и услуги, входящие в содержание жилого помещения.

Таблица 1

Статистические показатели тарифов на работы и услуги, входящие в содержание жилого помещения

Статистические Показатели / Работы (услуги)	Рекомендуемый тариф	Математическое ожидание	Минимальное значение	Максимальное значение	Медиана	Мода	Коэффициент вариации	Среднеквадратичное отклонение
Управление	1,18	6,88	1,18	28,43	5,74	1,18	78%	5,35
Содержание общего имущества	9,59	11,07	5,30	30,02	9,59	9,59	33%	3,54
Текущий ремонт общего имущества	5,08	5,49	3,00	15,96	5,08	5,08	32%	1,72
Уборка и очистка земельного участка	1,41	1,68	1,26	3,58	1,41	1,41	32%	0,54
Очистка мусоропроводов	1,26	1,26	1,09	1,41	1,26	1,26	5%	0,06
Содержание и ремонт автоматически запирающихся устройств дверей подъездов	0,34	0,43	0,26	0,77	0,34	0,34	26%	0,11
Содержание и ремонт систем автоматизированной противопожарной защиты	0,41	0,42	0,36	0,51	0,41	0,41	7%	0,03
Содержание и текущий ремонт внутридомовых инженерных систем газоснабжения	0,56	0,57	0,56	0,65	0,56	0,56	5%	0,03
Эксплуатация общедомовых приборов учета используемых энергетических ресурсов	0,59	0,64	0,50	0,81	0,59	0,59	15%	0,09
Содержание и ремонт лифтов	—	2,26	1,11	4,75	2,10	2,60	31%	0,70

Таким образом, по результатам проведенного анализа можно сделать вывод о том, что услуги и работы, входящие в содержание жилого помещения следует разделить на три категории в зависимости от формирования тарифа (табл. 2):

1. работы и услуги, тарифы на которые соответствуют значениям, рекомендованным Комитетом;

2. работы и услуги, тарифы на которые напрямую зависят от конструктивных особенностей дома, его физического износа и технического состояния;

3. работы и услуги, тарифы на которые главным образом зависят от решений жильцов дома.

Таблица 2

Категории работ и услуг, входящих в содержание жилого помещения в зависимости от формирования тарифа

Работы и услуги, тарифы на которые соответствуют значениям, рекомендованным Комитетом	– очистка мусоропроводов; – содержание и ремонт систем автоматизированной противопожарной защиты; – содержание и ремонт внутридомовых инженерных систем газоснабжения; – эксплуатация общедомовых приборов учета.
Работы и услуги, тарифы на которые напрямую зависят от конструктивных особенностей дома и его технического состояния	– содержание общего имущества; – текущий ремонт; – содержание и ремонт лифтов.
Работы и услуги, тарифы на которые главным образом зависят от решений жильцов дома	– управление многоквартирным домом; – уборка и очистка земельного участка; – содержание и ремонт автоматически запирающихся устройств дверей подъездов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жилищный кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс]: от 29.12.2004 г. № 188-ФЗ (ред. от 29.07.2017) (с изм. и доп., вступ. в силу с 10.08.2017). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

2. О предоставлении коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов [Электронный ресурс]: постановление Правительства РФ от 6 мая 2011 г. N 354 (ред. от 09.09.2017). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

3. О капитальном ремонте общего имущества в многоквартирных домах в Санкт-Петербурге [Электронный ресурс]: Закон Санкт-Петербурга от 11 декабря 2013 г. N 690-120 (принят ЗС СПб 04.12.2013). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

4. Об установлении размера платы за содержание жилого помещения на территории Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]: распоряжение комитета по тарифам Санкт-Петербурга от 20 декабря 2016 г. N 260-р. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

5. Жилищный комитет. Отраслевой портал ЖКХ Санкт-Петербурга: [сайт]. URL: http://gilkom-complex.ru.

6. Симанкина Т.Л., Виноградова Б.Б. Способы управления многоквартирным жилым домом // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2017. №4 (55). С. 36-49.

7. Информационные методы оценки недвижимости: учебник для студ. учреждений высш. образования / С.А. Болотин, Н.В. Брайла, Т.Л. Симанкина. – М.: Издательский центр «Академия», Москва, 2014. – 208 с. ISBN 978-5-4468-0572-3

УДК 6

М. В. Гравит, С. А. Свинцов, Е. И. Денискина, А. Е. Колобзаров
ФГАОУ ВО «СПбПУ», Россия
Gravit M.V., Svintsov S.A., Deniskina E.I., Kolobzarov A.E.
FSAEI HE «SPbPU», Russia

СНИЖЕНИЕ СРОКОВ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА С ПОМОЩЬЮ BIM ТЕХНОЛОГИЙ
THE REDUCTION OF PROJECT IMPLEMENTATION PERIOD BY MEANS OF BIM TECHNOLOGY

Аннотация. В статье рассматриваются научные и практические аспекты внедрения и процесса перехода проектирования от двумерных (плоских) чертежей к BIM технологии на протяжении всего цикла реализации строительного проекта с целью комплексного и эффективного подхода к решению проблем недвижимости при эксплуатации зданий и сооружений. Также в статье приведен детальный анализ отечественного и зарубежного опыта перехода на BIM-технологии, различных трудностей связанных с переходом и перспективы развития BIM-отрасли в строительном комплексе. В статье раскрывается определение понятия LOD (Level of detalisation = уровень детализации проекта). Затронута тема освоения 4D и 5D проектирования в BIM-среде и экономическая выгода при использовании этих технологий в строительной отрасли как комплексе.

Ключевые слова: технологии информационного моделирования (BIM), внедрение BIM-технологий, эффективность внедрения BIM-технологий, издержки внедрения инновационных технологий, принятие инвестиционного решения, LOD, 4D проектирование; 5D проектирование.

Abstract. In this article the scientific and practical aspects of implementing and transition process from 2D drawings to BIM technology are considered, taking into account the complete cycle of project realization in order to find the integrated and effective solving method for real-estate problems during buildings and structures maintenance. The article also provides a detailed analysis of russian and foreign experience of transition to BIM-technologies, various difficulties connected the transition and the prospects for the development of the BIM-industry in the construction sector. The article reveals the definition of the concept of LOD (Level of detalization). The theme of the development of 4D and 5D design in the BIM environment and the economic benefits of using these technologies in the construction industry as a complex are touched upon.

Key words: building information modeling (BIM), BIM implementation, BIM maturity level, stages of company development, transient process,

investment decision, implementation costs, implementation process effectiveness, 4D design, 5D design.

Сегодня в странах Евросоюза более 70% всех проектов реализуются по технологии BIM. [1] В Великобритании уже с 2015 года перешли на BIM-проектирование всего, что строится за государственный счет, и если в 2015 году в этой стране зафиксировано 20%-ное сокращение стоимости строительства, то согласно прогнозу на ближайшую перспективу, эффективность внедрения BIM-технологий обеспечит 33%-ное сокращение затрат, что в денежном эквиваленте составляет более 3 млрд. фунтов стерлингов. [2]

Основной задачей применения BIM-технологий является создание информационной модели, которая необходима для планирования, логистики, закупки материалов, строительства, монтажных работ и сборки, координации работ на различных участках и этапах проекта и передачи в эксплуатацию и которая будет использоваться на протяжении всего жизненного цикла здания или сооружения.

В основе инновационного проектирования лежит необходимость добиться точности и прозрачности реализуемого проекта, также создать дополнительные удобства при эксплуатации зданий и сооружений, обеспечив возможность контролировать проект на всех стадиях реализации в любой момент времени как службами эксплуатации, так и самими жильцам.

Ключевым моментом является и то, что информационная модель становится поставщиком данных для системы закупок, системы календарного планирования, системы управления проектом. [3]

Сегодня все чаще повышение согласованности работы всех участников инвестиционно-строительного проекта реализуется путем внедрения практичного, универсального и в то же время гибкого инструмента - BIM-технологий. [4]

Основным преимуществом BIM-технологий является сокращение сроков создания и реализации проекта за счет оптимизации графика, более четкого планирования и постоянного мониторинга затрат. Ошибки и коллизии определяются и оперативно устраняются на первоначальных этапах, до начала строительства. [5]

Конкурентные преимущества BIM–технологий перед традиционными системами автоматизированного проектирования заключаются в способности BIM не только моделировать графику, но и анализировать будущий строительный объект, сопоставлять разные строительные материалы и прогнозировать стоимость важнейших составляющих строительной логистики. [1]

BIM-система обеспечивает обмен данными между существующими системами предприятия и BIM-моделью. [3]

Информационное моделирование может использоваться не только в архитектурном проектировании, но и в строительном производстве.

Однако подходы, используемые в строительных организациях, отличаются от тех, которые используются в проектировании.

Строительные организации стремятся победить в конкурсе на строительство и нацелены на эффективное управление финансовыми, людскими, техническими и материальными ресурсами, необходимыми для проведения строительных работ. Строительная индустрия двигается по пути автоматизации. В связи с этим весьма актуально включение временных и стоимостных характеристик в модель BIM (5D). [5] Или же, конечной целью продукта является создание модели “деньги во времени”.

Для правильной организации формирования, передачи и использования информации, возникающей при информационном моделировании разрабатывается BIM-стандарт. В первую очередь это относится к большим проектам. [6]

BIM-стандарт есть особый набор рекомендаций по использованию BIM-данных и инструментов Autodesk для проектирования зданий и объектов инфраструктуры. Стандарт разработан именно представителями отрасли и теоретически допускает использование другого BIM-совместимого ПО. [7]

Важной частью государственной стандартизации проектно-строительной отрасли является создание для всей страны единого классификатора строительных элементов. [8] На практике использование классификатора при информационном моделировании зданий происходит следующим образом: вставляемый в модель элемент имеет в свойствах код по классификатору и другие подобные характеристики, по которым затем может вестись специфицирование. Возможность вводить такие значения предусмотрена практически во всех современных BIM-программах. [6]

Использование классификаторов строительных элементов при информационном моделировании имеет целый ряд неоспоримых преимуществ:

- уменьшает количество проектных ошибок;
- повышает качество проектов;
- обеспечивает более высокий уровень взаимодействия между исполнителями в рамках одного или нескольких проектов;
- обеспечивает правильный обмен, в том числе через формат IFC, модельной информацией для пользователей, работающих в разных BIM программах;
- существенно облегчает выполнение комплексных проектов большого объема, в том числе и государственного уровня;
- значительно облегчает составление смет, определение стоимости и планирование строительно-монтажных работ, управление логистикой и строительством;
- существенно облегчает подготовку тендерных условий и оценку поступивших на конкурс предложений для заказчиков, а также подготовку самих конкурсных предложений со стороны исполнителей;
- увеличивает продуктивность работы проектировщиков, строителей и, причем как по отдельности, так и взятых вместе. [6]

Для процесса планирования BIM проекта, осуществления 3D координации и передачи необходимой информации для решения основных проектных задач было определено пять базовых уровней детализации элементов информационных моделей: LOD100, LOD200, LOD300, LOD400 и LOD500. [6] Изначальная трактовка термина “Level of Detail” определяла уровень детализации как степень графической и информационной насыщенности элементов модели. В общем случае уровень детализации (LOD) определяет полноту проработки элемента информационной модели. Он определяет, какое количество графической и атрибутивной информации требуется для конкретного элемента информационной модели на определенном этапе ее развития. [9]

Очевидно, что уровни детализации должны соответствовать специфичным потребностям всех участников проекта на каждом его этапе. Так, например, для подготовки сметы и для составления заказной спецификации на элемент инженерного оборудования (например, насос) не нужно точно знать как он выглядит, какие его точные размеры и каковы его технологические характеристики, но совершенно необходимы данные по его маркировке, производителю, каталожной стоимости, весе и др. И наоборот, инженеру нужна детальная геометрия и технологические параметры, смежным дисциплинам нужны габариты для осуществления 3D координации и контроля элементов модели (выявления «жестких» и «мягких» коллизий). [9]

Впервые BIM технологию попыталась представить компания GRAPHISOFT. В 1984 году она совершила революцию, разработав ARCHICAD-первое в индустрии САПР BIM-решение для архитекторов. Чаще всего основными программами взаимодействия являются: ARCHICAD-архитектурное проектирование; Лира-САПР- расчет и проектирование несущих конструкций. В последних версиях обмен данными и геометрией модели между этими тремя программами будет осуществляться при помощи IFC-файлов. [10]

Ещё в архитектурном проектировании применяются следующие BIM программы: Revit (компания Autodesk, США) [11], Allplan (компания Nemetschek Group, Германия). Базовым инструментом ведения проекта является поддержка основных форматов пространственного моделирования IFC, DWG, DXF. Также на рынке представлена компания Tekla structures, являющаяся особо эффективной при проектировании стальных конструкций. [12]

На сегодня мир полон вспомогательных программ для работы архитекторов, строителей, электриков и других смежников. Большинство программных ресурсов совместимы и существует возможность подгружать один файл в другой. [13]

С помощью программы Revit можно создать точные модели проекта, оптимизировать производительность и эффективность взаимодействия между

участниками проекта. К данному продукту возможно подключить Navisworks и MS Project, где осуществляется организация всего процесса, привязка к календарным планам, расчет трудозатрат - процесс 4D проектирования. [14]

Однако, при использовании BIM-технологий может возникнуть ряд проблем.

Первая проблема – коммуникация, коллектив, работающий над проектом, должен быть хорошо обучен и слаженно работать, иначе некомпетентность и дезориентация может свести пользу BIM до минимума.

Вторая – это хранение файлов, каждый из авторов проекта называет свой файл как ему угодно, что может привести к несовпадению информацию у каждого участника проекта.

И третья проблема – отсутствие законодательной базы в нашей стране, которая должна регламентировать данный вид технологии [15]

При переходе на технологию BIM в проектной группе появляется новая функциональная единица: BIM-менеджер, для которого главной задачей является информационно-технологическое управление, создание модели и согласование действий всех участников проектного процесса. [16]
BIM Менеджер (англ. «to manage» – управлять) – управляет, руководит BIM на уровне компании

- Определяет цели и стратегию развития BIM компании
- Разрабатывает типовые рабочие процессы и Стандарты предприятия
- Поддерживает BIM технологию предприятия в актуальном
- состоянии, внедряет современные достижения
- Разрабатывает программы обучения и повышения квалификации
- Управляет сотрудниками BIM отдела, участвует в подготовке BIM-координаторов и внедрении их в проекты;
- Работает с экспертами по BIM для разработки новых бизнес процессов[17]

Такая командная стратегия подразумевает высокую степень ответственности каждого за свою часть работы, а также повышенную аккуратность и внимательность при выполнении всех действий. [18]

BIM Мастер (англ. «to master» – осваивать) – осуществляет поддержку

- Создает BIM контент – семейства, группы и прочие библиотечные элементы
- Поддерживает корпоративную библиотеку семейств: документирует и создает примеры использования
- Производит адаптацию ПО на уровне шаблонов

BIM Координатор (англ. «to coordinate» – согласовывать) – организовывает, согласовывает работу

- Координирует совместную работу
- Отвечает за целостность BIM модели
- Выдает задания смежным специальностям по утвержденным правилам и стандартам

- Формирует заявки на разработку BIM контента
- Обучает приемам работы и помогает пользователям
- Участвует в формировании стандартов компании и контролирует их исполнение[16]

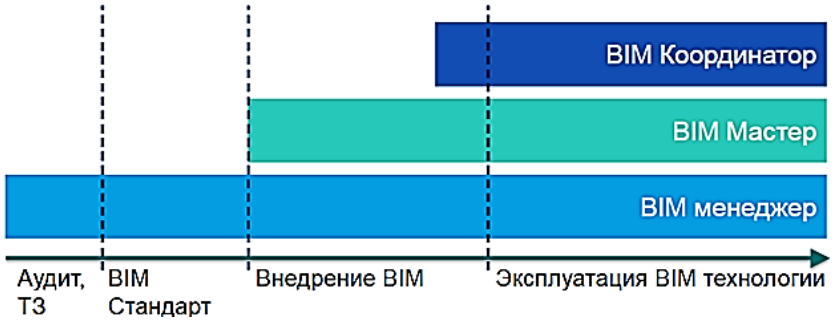


Рис. 1. Потребность в BIM персонале на временной шкале внедрения

Использование атрибутов элементов информационной 3D-модели – масса, объём, тип конструкции – позволяет задать любую логику генерации ведомости объёмов работ, нормирования, описания технологических цепочек работ и получения мастер-графика строительства и монтажа. Разработка план-графика по 3D-модели позволяет обнаружить проектные ошибки и организовать обратную связь от технолога-планировщика. Снижение влияния человеческого фактора и задействование 3D минимизирует количество ошибок в процессе разработки графика и ускоряет его [19], [20].

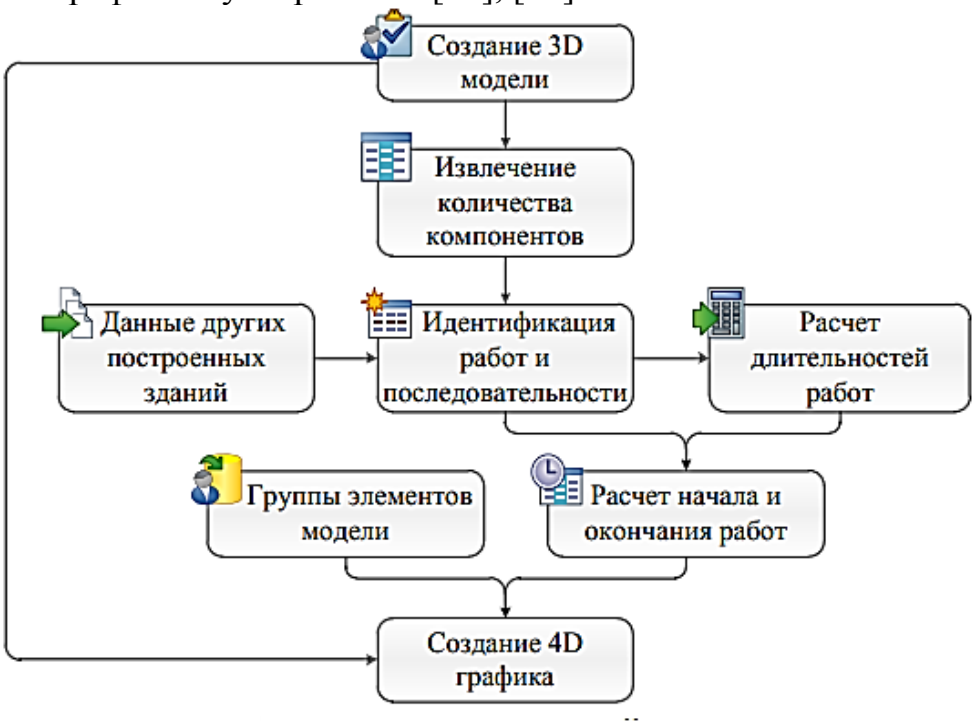


Рис. 2. Переход от 3D к 4D

Преимущества использования 4D BIM технологий:

- Визуальное отображение корректности выбранной технологии производства работ на объекте.
- Исключение ошибок проектирования на стадии планирования.
- Визуальное отображение хода строительства объекта.
- Формирование анимированных отчетов хода выполнения работ на объекте с использование 3D модели.

На сегодняшний день на рынке существует два программных продукта позволяющие реализовать 4D модель, это: программа английских разработчиков компании Software Ltd – Synchro; программа компании Autodesk – Navisworks [21], [22].

4D моделирование объединяет 3D-модель объекта и его календарный план строительства, таким образом, обозначая существование тех или иных элементов в определенном отрезке времени. Так формируется визуально подкрепленный календарный график работ, который можно сделать максимально подробным или наоборот укрупненным.

Благодаря использованию информационных моделей здания (BIM) можно сделать значительно более эффективный прием количества, а также увеличить использование количественных данных в различных ситуациях принятия решений. Измерение количества вручную из чертежей заменяется компьютерным измерением из BIM. Количества могут быть измерены по архитектурным, структурным и строительным технологиям данных технологий и их интеграции. Возможно создание собственников и клиентов, дизайнеров, подрядчиков и изготовителей изделий для использования количественного взлета совершенно новыми способами и с новых точек зрения.

Операции на основе BIM значительно меняют работу инспектора количества – количество рутинных задач уменьшается, а требования к профессиональному мастерству возрастают. Оценщик количества заметно становится специалистом по количеству. Тем не менее, BIM не разрешает проблемы, связанные с выбросом, «исчерпывающе», и не все количества, необходимые во время проекта, могут быть сняты с BIM.

Профессиональная квалификация специалиста по количественным показателям по-прежнему необходима для оценки достоверности исходных данных и исходных материалов, обеспечения охвата взлета, предложения альтернативных решений и анализа результатов [23].

На практике применение BIM- технологий в отрасли приносит существенные изменения в существующий процесс разработки документации по проекту. На сегодняшний день существует распределение: 40% – стоимость стадии П (инженерный проект) и 60% – стоимость стадии Р (рабочий проект) [17]. Данная пропорция будет значительно изменена – смещение трудоёмкости и стоимости разработки модели произойдёт в сторону стадии П. На стадии П модель в значительной степени уточняется

и детализируется, формируются сметные расчёты, календарно-сетевые графики производства работ – выполняется большая часть работ по формированию информационной модели. На стадии Р информационная модель, разработанная на предыдущем этапе, уточняется и корректируется (а не создаётся новый пакет рабочей документации на основании существующего проекта, как это делается сейчас) – этот процесс значительно менее затратный по времени и усилиям, следовательно, и стоимость его ниже. Возможно, в принципе придётся уйти от разделения на стадии П и Р – стадии будут различаться по LOD (уровню проработки/детализации модели). [6], [18]

В долгосрочной перспективе по подсчетам экспертов Smart Market Report McGraw Hill Construction ожидается что компании, использующие в работе технологию BIM, получат следующую выгоду:

- Удержание клиентов повысится на 49%
- Сокращение сроков реализации проекта снизится на 37%
- Прибыль увеличится на 36%
- Стоимость снизится на 32%
- Сокращение судебных споров на 28%

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Диханов Н., Абдрахамова К.К. Эффективность внедрения BIM-проектирования // Наука и инновационные технологии. 2016. №1. С. 27-30.

2. Батищев В. Из практики информационного моделирования // Информационное моделирование в строительстве. 2015. №6. С.20-27.

3. Масловский Н.М. BIM-технологии и опасности, которые могут возникнуть с экспертной оценкой проекта [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: https://www.scienceforum.ru/2017/pdf/32323.pdf (дата обращения: 21.09.2017).

4. Бачурина С.С., Голосова Т.С. Этапы эффективного внедрения BIM в проектной компании // Материалы VI Международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию кафедры управления проектами и программами. 2016. С. 104-109

5. Буравлева А.Ф., Клипина Н.А., Крутилова М.О. Внедрение BIM-технологий в процесс проектирования и строительства объектов недвижимости // Вестник научных конференций 2016. № 1-5 (5). С. 213-216.

6. Владимир Талапов Основы BIM: суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий. Изд-во ДМК Пресс, 2015. 410с.

7. A. A. Latiffi. Building Information Modeling (BIM): Exploring Level of Development (LOD) in Construction Projects. Applied Mechanics and Materials. 2015. Vols. 773-774. pp. 933-937.

8. Building and Construction Authority 2013 Building and Construction Authority 5 Maxwell Road #16-00 Tower Block MND Complex Singapore 059110. [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: https://www.bca.gov.sg/StructuralPlan/others/Electronic_transfer_SI_data.pdf (дата обращения: 22.09.2017)

9. Черных М.А., Якушев Н.М. BIM-технология и программные продукты на его основе // Вестник ИЖГТУ им. М.Т. Калашникова. 2014. №1(61). С. 119-121

10. Арсеньев Д.Г., *Ватин Н.И.* Международное сотрудничество в строительном образовании и науке // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2012. No 2. С 1-5

11. Autodesk, Autodesk Revit Products [Электронный ресурс]. URL: http://www.autodesk.com/products/revit-family/overview (дата обращения: 01.10.2017).

12. Зеленина В.Г., Морарь В.С. Концепция информационного моделирования зданий // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. 2015. №1(17). С. 118-126

13. Жук Ю.Н. Почему Минстрой предпочел BIM-технологии. [Электронный ресурс]. URL: http://rcmm.ru/tehnika-i-tehnologii/22401-pochemu-minstroypredpochel-bim-tehnologii.html. (дата обращения: 05.10.2017).

14. Талапов В.В. Технология BIM: суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий: [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: https://stroi.mos.ru.

15. В.В. Шарманов, А.Е. Мамаев, А.С. Болейко, Ю.С. Золотова. Трудности поэтапного внедрения BIM // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. №10(37). С. 108-120.

16. Софья Аникеева, Артем Рыжков, Владимир Талапо Технология BIM: для чего нужен BIM-менеджер. [Электронный ресурс]. URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=15913

17. Баранник С.В. Применимость BIM- технологий в дорожной отрасли // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. №1(4). С. 24-28.

18. Райкова Л.С., Анисимов С.С., Петренко Д.А. 3D-визуализация как современная технология повышения качества проектных решений // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. №1(2). С. 20−24

19. Borja García de Sotoa, Anton Rosariusb, Jochen Riegerb, Qian Chena, Bryan T. Adeya. Using a Tabu-search Algorithm and 4D Models to Improve Construction Project Schedules. Procedia Engineering. 2017. Vol. 196. pp. 698 – 705.

20. A.M. Alsheikh. Automated Planning and Fomation of 4D Construction Schedules. Management, Computer Engineering and Information Science. 2014. Vol. 3(6). pp. 49-52.

21. Кузнецова К.К. Исследование возможностей применения 4D BIM-технологий для управления архитектурным проектом // Будущее науки. 2016. Том 3. с.183.
22. Autodesk Navisworks. [Электронный ресурс]. URL: http://www.autodesk.com/products/navisworks/overview (дата обращения: 05.10.2017).
23. M. Shick Alshabab1, A.E. Vysotskiy, T. Khalil, M.V. Petrochenko. BIM-Based Quantity Takeoff. Строительство уникальных зданий и сооружений. 2017. Vol. 4(55). pp. 124-134.

УДК 725.381.3

С. В. Ерзаков, М. А.Кореневская
ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Россия
Erzakov S.V., Korenevskaya M. A.
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Russia

МНОГОУРОВНЕВЫЕ ПЕРЕХВАТЫВАЮЩИЕ ПАРКОВКИ, КАК ПУТЬ РАЗВИТИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГОРОДА
MULTISTOREY PARK AND RIDE, AS A WAY TO DEVELOP THE INFRASTRUCTURE OF THE CITY

Аннотация. В статье рассматриваются основные предпосылки развития парковок. Оцениваются основные проблемы, путем решения которых является строительство многоуровневых перехватывающих парковок. Особое внимание уделяется экологической стороне вопроса, что весьма актуально для экологически неблагоприятных районов с большой численностью населения, и числом используемых автомобилей.

Ключевые слова: многоуровневые перехватывающие парковки, перехватывающие парковки, инфраструктура, экология.

Abstract. The main prerequisites for the development of parking facilities are considered. The main problems are assessed, the solution of which is the construction of multistorey park and ride. Particular attention is paid to the enviro nmental side of the issue, which is very important for ecologically unfavorable areas with a large population and the number of cars used.

Key words: multistorey park and ride, intercepting parking, infrastructure, ecology.

Анализ транспортных ситуаций в крупнейших городах мира показывает, что городов, которые не сталкиваются с проблемой транспортных

заторов, не существует [1]. Для многих жителей такого города одной из приоритетных задач является проезд к местам своего назначения в комфортных условиях: без задержек и неудобств в пути из-за заторов на дорогах. В этом им может помочь такой элемент транспортной инфраструктуры, так транспортно-пересадочные узлы (ТПУ), или перехватывающие стоянки.

Перехватывающие автостоянки – это автостоянки, расположенные в непосредственной близости от конечных и крупных станций пересадок общественного наземного транспорта, с целью оптимизации движения транспортных средств путем предоставления машиномест для их временного размещения при поездках с пересадкой на общественный транспорт [2]. В настоящий момент, по данным СПб ГКУ «Городской центр управления парковками Санкт-Петербурга», на территории Санкт-Петербурга в Выборгском, Калининском, Кировском, Красногвардейском, Московском, Невском, Приморском, Фрунзенском и Центральном районах функционирует и развивается сеть из 14 перехватывающих автостоянок, рассчитанных на 1603 машиноместа [3].

Актуальность строительства перехватывающих парковок вызвана тем, что за последние десятилетие резко возросло количество частных транспортных средств, скачок роста показывает возрастание их количества почти в три раза (рис. 1).

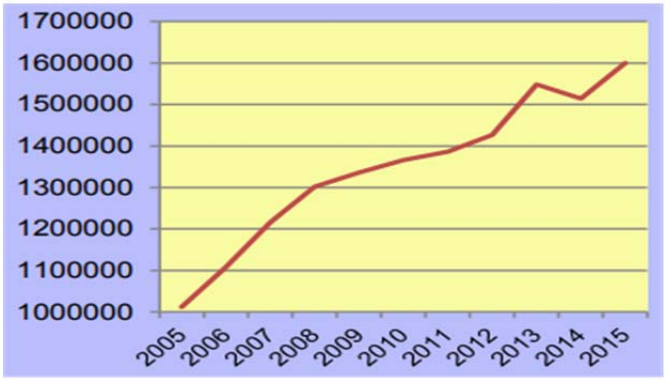


Рис. 1. Динамика изменения числа личных автомобилей по годам

Такой резкий прирост вызвал дефицит парковочных мест не только около существующей плотной застройки Санкт-Петербурга: жилых зданий и зданий общественно-делового назначения. [4], но и на существующих плоскостных перехватывающих парковках. Недостаточное количество машиномест на таких парковках не позволяет разместить автомобили всех желающих, поэтому автомобилями заставлены все окрестные обочины, проезды, карманы, дворы, тротуары и газоны.

Помимо пробок, заторов и угрозы утраты гуманитарно-ориентированного облика городских районов, связанную с их избыточным насыщением автомобилями, немаловажной является экологическая сторона

вопроса. При способности вместить в себя большое количества автомобилей перехватывающие парковки могут оказывать незначительное влияние на экологическую среду города, например, уменьшая количество выб-росов загрязняющих веществ в атмосферу от перехватываемых транспортных средств [5]. Ведь выхлопные газы, которые являются причиной образования канцерогенных веществ в воздухе представляют огромную опасность для атмосферы и здоровья человека. В них содержится около 200 химических соединений. Среди них вещества как безвредные для организма человека (азот N2, кислород O2, водяные пары H2O, углекислый газ CO2), так и весьма токсичные соединения, в том числе канцерогены [6] (табл. 1).

Помимо вредных выхлопных газов на окружающую среду неблагоприятно влияют продукты износа и повреждения механических частей автомобилей и дорог [7].

Таблица 1

Количество веществ в выхлопных газах автомобиля

Вещество	**Бензиновые двигатели**	**Дизельные двигатели**
N_2, об.%	74–77	76–78
O_2, об.%	0,3–8,0	2,0–18,0
H_2O (пары), об.%	3,0–5,5	0,5–4,0
CO_2., об.%	0,0–16,0	1,0–10,0
CO, об.%	0,1–5,0	0,01–0,5
Оксиды азота, об.%	0,0–0,8	0,0002–0,5
Углеводороды, об.%	0,2–3,0	0,09–0,5
Альдегиды, об.%	0,0–0,2	0,001–0,009
Сажа, г/м^3	0,0–0,04	0,01–1,10
Бензпирен, г/м^3	(10–20)*10^{-6}	10*10^{-6}

Выходом из сложившейся ситуации может стать строительство новых многоуровневых перехватывающих автостоянок. Многоуровневая планировка позволяет вместить большее количество автомобилей, а также значительно сэкономить городскую территорию, по сравнению с плоскостными площадками. Этим уже давно пользуются зарубежные строители в густонаселенных городах, особенно в азиатских странах, где проблема дефицита свободных площадей стоит очень остро.

Так, например, в 2015 году в Малайзии было завершено строительство 13 объектов, на которых в общей сложности могут поместиться до семи тысяч автомобилей. Самым ярким примером стал проект шестиэтажной перехватывающей стоянки у станции Гомбак, на которой одновременно помещаются 1260 автомобилей, в то время как в прошлом на этом месте было место лишь для 471 автомобиля (рис. 2 а). Работа одной лишь парковки позволила снизить нагрузку на транспортную сеть [8].



Рис. 2. Многоуровневые перехватывающие парковки: а – в Малайзии; б – на 1000 мест на Гибралтаре, Великобритания; в – в г. Новосибирск

Другим примером удачного использования доступной площади является постройка многоэтажного сооружения на Гибралтаре, Великобритания. Перехватывающая стоянка способна вместить до 1000 автомобилей единовременно, что позволяет освободить узкие улицы от большого количества автомобилей и сохранить уникальную природу полуострова от вредных выбросов [8] (рис. 2 б).

В нашей стране также имеется опыт строительства многоуровневых перехватывающих парковок. На сегодняшний день функционирует автостоянка в Новосибирске (рис. 2 в). Пятиэтажное сооружение вмещает в себя 445 автомобилей, однако, в день через нее проходит лишь до 200 автомобилей, и сооружение наполовину пустует. При этом, стоит отметить, что, как и раньше, близлежащие обочины и тротуары заставлены автомобилями [9]. Низкая осведомленность граждан, а также малое число указателей для проезда мешает паркингу работать в полной мере. Если бы автомобилисты пользовались доступной услугой, то паркинг функционировал бы на сто процентов.

С учетом доступной маленькой площади, строительство новых перехватывающих парковок в непосредственной близости от метро осложнено высокой стоимостью земли, в основном принадлежащей торговым центрам, которые предпочитают организовывать платные парковки для своих посетителей.

Данный вопрос очень актуален для центральной части Санкт-Петербурга, так как она является типичным примером застройки европейского типа с узкими улицами и полным отсутствием парковочных мест из-за исторических особенностей – застройка велась в 18-19 веках.

Немаловажен вопрос создания многоуровневых перехватывающих парковок на границе Санкт-Петербурга с Ленинградской областью. За последнее десятилетие ведется комплексное освоение территорий, находящихся в непосредственной близости с городом. Для всех этих территорий характерно наличие лишь одной дороги в Санкт-Петербург до ближайшей станции метро, возле которой расположены небольшие парковки или вовсе отсутствуют перехватывающие автостоянки. Если

центральная часть у станций метро плотно застроена, то на окраине города существует возможность создания перехватывающих парковок на свободных площадях в непосредственной близости от метро.

Согласно [11] в центре Санкт-Петербурга сконцентрировано более трети всего пассажирооборота. Сюда ежедневно приезжает 2 миллиона человек, что в 2,5 раза превышает численность населения центральных районов. Около 300 тысяч автомобилей проезжают ежедневно через город, причем многие транзитом. Из-за вечных "пробок" машины отравляют воздух выхлопными газами. В районе Исаакиевской площади, Вознесенского и Невского проспектов, а также Большого проспекта Петроградской стороны загрязнение воздуха двуокисью азота в 7-10 раз превышает предельно допустимую концентрацию. От выхлопных газов страдают и люди, и памятники архитектуры. Большое количество автомобилей и неправильная организация дорожного движения приводят к тому, что 92,8% из всего количества выбросов приходится именно на автомобильные выхлопные газы [12].

Согласно докладу комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга “Об экологической безопасности” за 2016 год наибольший вклад (84,5%) в загрязнение атмосферного воздуха города Санкт-Петербурга вносит автомобильный транспорт. Общее количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников, в сравнении с 2012 годом, возросло на 7%. Это может быть связано с общим увеличением количества зарегистрированных транспортных средств на территории Санкт-Петербурга [13].

Таблица 2

Количество автотранспортных средств по данным МВД ГИБДД

Год	**Легковые автомобили**	**Грузовые автомобили**	**Автобусы**	**Всего**
2013	1 741 267	220 067	21 513	1 982 847
2014	1 636 336	213 123	19838	1 869 297
2015	1 638 183	217 738	20 221	1 876 142
2016	1 676 379	214 003	19 659	1 910 041

Таблица 3

Суммарные выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздухот стационарных и передвижных источников в 2013–2016 гг., тыс. т

Год	**Всего**	**Твердые**	**SO_2**	**CO**	**NO_x**	**CH_x**	**ЛОС**
2013	536,6	2,7	5,4	396,8	66,5	10,6	53,4
2014	513,2	3,0	4,7	377,4	62,3	16,9	47,9
2015	521,0	3,1	4,4	379,4	61,4	22,3	49,2
2016	530,2	3,4	4,6	383,4	65,9	22,7	48,9
увел.(+), сниж.(-)	+9,2	+0,3	+0,2	+4,0	+4,5	+0,4	-0,3

На основании данных таблиц 2 и 3, можно наблюдать прямую зависимость числа автомобилей от количества выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду.

Для предотвращения и снижения негативного воздействия на атмосферный воздух в Санкт-Петербурге используется: поэтапное стимулирование использования общественного и велосипедного транспорта, дестимулирование использования личного автомобильного транспорта в центральной части Санкт-Петербурга, в том числе путем развития системы перехватывающих парковок вблизи станций метрополитена [14].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что развитие инфраструктуры Санкт-Петербурга путем строительства многоуровневых перехватывающих парковок является приоритетным направлением политики Правительства города. Проблема экологии остро стоит перед населением мегаполиса и поэтому строительство таких сооружений является актуальным вопросом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Власов Д. Н., Данилина Н. В. «Перехватывающая» стоянка как ключевой элемент транспортно-пересадочного узла. // Недвижимость: экономика, управление. 2011. № 2. С. 55–58.

2. Официальный сайт Петербургского метрополитена // Перехватывающие автостоянки. URL:http://www.metro.spb.ru/parkovki.html/ (дата обращения 10.11.2017).

3. Санкт-Петербургское государственное казенное учреждение "Городской центр управления парковками Санкт-Петербурга" // Перехватывающие автостоянки. URL:http://gcup.spb.ru/perehvatyvajuschie-avtostojanki/ (дата обращения: 28.10.2017).

4. Дуванова И. А., Симанкина Т. Л. Оптимизация организации парковочного пространства в условиях жилой застройки. // СУЗИС. 2016. № 2(41). С. 108–117.

5. Данилина Н. В. Научно методические основы формирования системы “перехватывающих” стоянок в крупнейших городах (на примере города Москвы). // Диссертация кандидата технических наук. 2012. 187 с.

6. Экологическое общество зеленое спасение // Влияние выхлопных газов на здоровье человека. URL:https://greensalvation.org/index.php?page=influenceavtozv (дата обращения: 10.11.2017).

7. Балака М. Н., Слободчиков В. В., Аржаев Г.А. Выброс вредных веществ с отработавшими газами двигателей внутреннего сгорания. // Транспортные и транспортно технологические системы. 2014. № 12. С. 18–22.

8. The star online // Park ‘N Ride project at KTM Serdang station to be ready by March.URL:https://https://thestar.com.my/news/community/2014/04/17/complex-being-revived-park-n-ride-project-at-ktm-serdang-station-to-be-ready-by-next-march/ (дата обращения: 11.11.2017).
9. РИА новости // Перехватывающая парковка в Новосибирске: тест-драйв и мнения водителей. URL:https://ria.ru/nsk/20131112/976178444.html (дата обращения: 13.11.2017).
10. Наука и жизнь // На магистралях Санкт-Петербурга. URL:https://https://nkj.ru/archive/articles/5898/ (дата обращения: 13.11.2017).
11. Место проживания // Список самых грязных городов России и состав загрязнений. URL: https://mestoprozhivaniya.ru/spisok-samykh-gryaznykh-gorodov-rossii/ (дата обращения: 13.11.2017).
12. Правительство Санкт-Петербурга // Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2016 году. 2017
13. Приложение к постановлению Правительства Санкт-Петербурга от 18.06.2013 N 400 “Экологическая политика Санкт-Петербурга на период до 2030 года”. 2013.

УДК 69.059.25

Д. С. Кареева, М. А. Романович, Д. Е. Новицкий
ФГАОУ «СПбПУ» Политех, Россия
Kareeva D.S., Romanovich M.A., Novitckii D.E.
FGAOU «SpbPU» Politech, Russia

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ
DEVELOPMENT OF THE TECHNIQUE OF REPAIR-RENEWAL WORKS BASED ON THE INFORMATION MODEL OF THE BUILDING

Аннотация. В статье рассматривается проблема необходимости создания информационной модели здания для разработки методики восстановительных работ исторических зданий. В качестве примера взят исторический объект – дом-памятник на пр. Стачек, 172, г. Санкт-Петербург. Была построена BIM-модель данного объекта и на основании модели и технического обследования предложены начальные рекомендации по восстановлению здания.

Ключевые слова: исторический объект, BIM-модель, технический паспорт, восстановление, ремонт, капитальность, физический износ.

Abstract. The article is devoted to the problem of the necessity to create an information model of the building for a development of the methods of historic building restoration. As an example, a historical object – the memorial house on Stachek Avenue, 172, St. Petersburg is taken. The BIM-model of this object was constructed and on the basis of the model and technical survey the initial recommendations for the restoration of the building were proposed.
Key words: historical object, BIM-model, technical passport, restoration, repair, capitality, physical wear.

На сегодняшний день большое количество старинных зданий в России находятся в неудовлетворительном состоянии и нуждаются в реконструкции или капитальном ремонте. В связи с событиями, происходившими в стране большая часть данных об объектах утеряна и существует потребность в их воссоздании.

Для обоснования необходимости информационно модели был выбран объект – историческое здание на пр. Стачек, 172 [рис.1], на примере которого была показана оптимизация процесса подготовки к капитальному ремонту объекта. Здание входит в комплекс памятников Дача К. Сиверса, который был построен во второй половине 1750-х годов по приказу графа Карла Сиверса в стиле барокко. В 50-х XX века его капитально перестроили в духе сталинского неоклассицизма и отдали под общежитие Кировскому заводу. С тех пор здание используется как жилой объект-общежитие.

Дом включен в Единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации в качестве объекта культурного наследия регионального значения. Его зарегистрированный номер - 7801885007.



Рис. 1. Дом-памятник на пр. Стачек, 172

Четыре раза это здание горело. После первого пожара дом был признан непригодным для проживания. Тогда же собственники, проживавшие там, проголосовали против проведения капремонта. С тех пор пустое общежитие горело трижды.

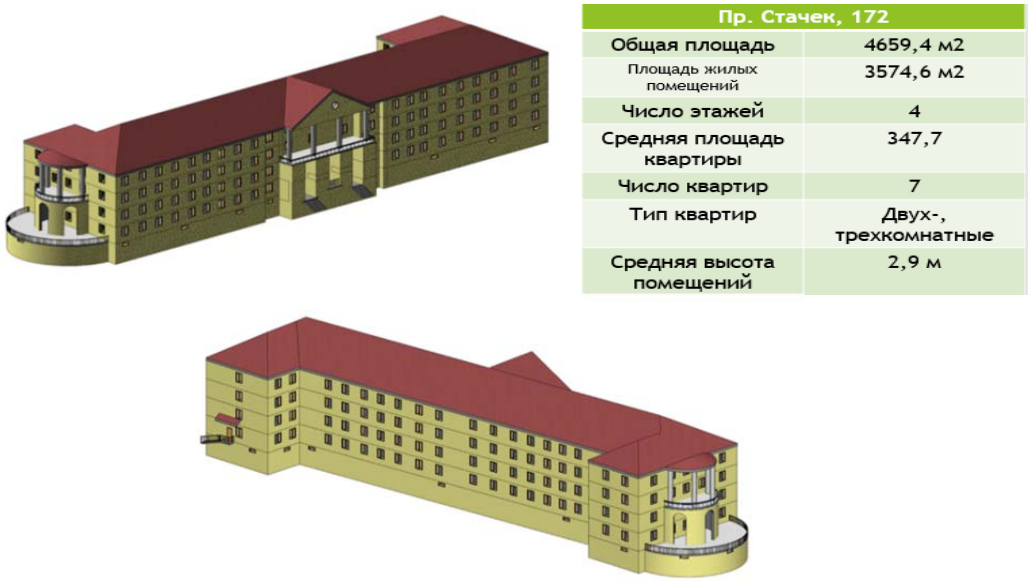
Сейчас проникнуть внутрь объекта невозможно: окна закрыты листами железа, двери накрепко заварены. Снаружи здание выглядит неудовлетворительно.

Долговечность фундаментов и стен определяют общий эксплуатационный срок сооружений и их капитальность, от которых в свою очередь зависит периодичность ремонтов.

На основании технического паспорта здания дом относится к первой группе капитальности. То есть к объектам с бетонным или каменным основанием, кирпичными или бетонными стенами и ж/б перекрытием, для которых характерен текущий ремонт раз в 3 года, капитальный выборочный – раз в 6 лет и капитальный комплексный – раз в 30 лет. Последний капитальный ремонт данного дома произошел в 1953 г.

По результатам обследования специализированной организацией, здание признано непригодным для проживания и по рекомендации межведомственной комиссии необходимо произвести ремонтно-восстановительные работы по возможности с перепланировкой и переустройством помещений.

Для более удобного распределения конструктивных элементов по степени износа была построена модель здания в программе Revit [рис.2]. Здание общей площадью 4659,4 м^2 имеет 4 этажа, подвал, средняя высота помещений – 2,9 м.



Пр. Стачек, 172	
Общая площадь	4659,4 м2
Площадь жилых помещений	3574,6 м2
Число этажей	4
Средняя площадь квартиры	347,7
Число квартир	7
Тип квартир	Двух-, трехкомнатные
Средняя высота помещений	2,9 м

Рис. 2. BIM-модель дома на пр. Стачек, 172
и общая информация по зданию

Здание бескаркасное, с наружными и внутренними несущими кирпичными стенами, перекрытия – из сборных ж/б плит. Фундамент – бутовый ленточный. Крыша из оцинкованного железа по деревянной обрешетке. Покрытие полов дощатое, цементное, линолеумное и из керамической плитки. Наружная и внутренняя отделка – штукатурка и окраска. По результатам обследования после пожаров общий износ составляет 42 %, что означает неудовлетворительное техническое состояние, при котором эксплуатация конструктивных элементов возможна после капитального ремонта.

На примере 1 этажа [рис. 3] были выделены зоны повреждений с процентом износа на удельный вес конструктивных элементов.

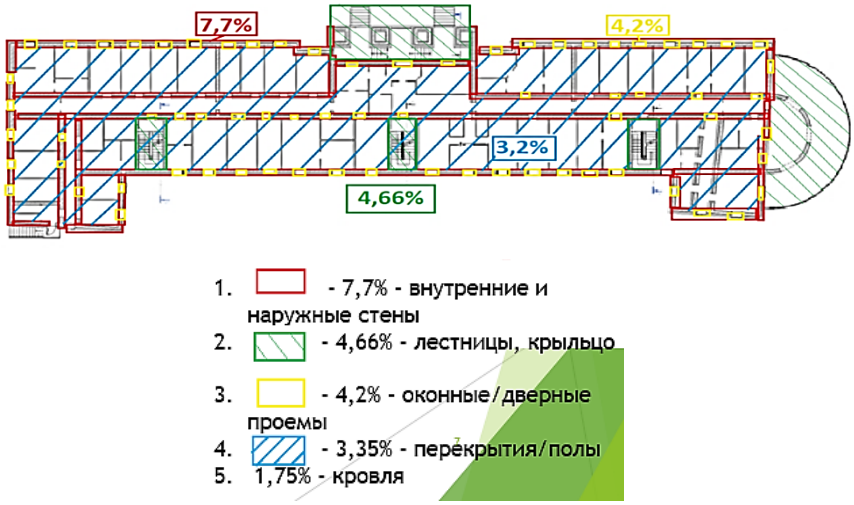


Рис. 3. Сводная схема износа конструктивных элементов на примере 1 этажа

Самыми изношенными элементами здания являются стены, крыльцо/лестницы, оконные/дверные проемы и перекрытия/полы. Помимо этого, повреждены наружная и внутренняя отделка, фундамент, отопление, электропроводка [рис.4].



Рис. 4 Выпадение штукатурки вследствие пожара, трещины и отбитый водосток; повреждения крыльца, разрисованные фасады

Существует три вида износа: физический, функциональный и внешний. Физический износ связан с потерей работоспособности конструкций, функциональный – с несоответствием современным нормам и требованиям по эксплуатации, внешний – с падением экономической стоимости и целесообразности элемента. В данном случае, рассматривается физический износ и, таким образом, выделив, наиболее изношенные элементы, можно предложить способы их восстановления.

В соответствие с процентом износа и типом конструктивного элемента в таблице 1 приведены рекомендации по восстановлению.

Таблица 1

Рекомендации по ремонту конструктивных элементов

Элемент (износ)	**Описание элемента**	**Признаки износа**	**Примерный состав ремонтных работ**
Наружные и внутренние капитальные стены (40 %)	кирпичные	Отслоение и отпадение штукатурки, выветривание швов; трещины в местах сопряжения со смежными конструкциями	Ремонт поврежденных мест стен, карнизов и перемычек
Междуэтажные перекрытия (35%)	Сборные железобетонные плиты	Значительные смещения плит относительно друг друга по высоте	Выравнивание поверхности потолка с подвеской арматурных сеток, устройство местами цементно-песчаных пробок в пустотах настила на опорной части; укрепление мест опирания плит
Полы	Дощатые, цементные, окрашенные, из керамической плитки	Стертость досок и повреждения в отдельных местах	Смена отдельных досок; смен или добавление плиток; повторная окраска
Лестницы, крыльцо (35%)	Сборные ж/б лестницы	Выбоины и сколы в ступенях, поручни повреждены	Заделка отбитых мест, ремонт поручня, усиление лестничных площадок
Оконные/дверные проемы (35%)	Окна- двойные створные Двери-филенчатые, металлические	Оконные переплеты покоробились и расшатаны в углах; дверные полотна осели и имеют неплотный притвор	Ремонт дверных полотен с заменой (50%) или устройством приборов; мелкий ремонт переплетов, установка накладок
Кровля (35%)	Из цинкованного железа по деревянной обрешетке	Неплотность фальцев, пробоины, дыры, нарушение примыканий	Постановка заплат, смена отдельных листов, промазка и обжатие фальцев, заделка свищей, смена гидроизоляции
Электропроводка (35%)	скрытая	Повреждение изоляции, провода густо закрашены при малярных работах	Смена проводки, прокладка изоляции
Отопление (35%)	От квартальной котельной на газе	Течи в местах нарезки арматуры и соединении радиаторов	Смена арматуры и перегруппировка радиаторов, частичная замена труб
Фундамент (30%)	Бутовый ленточный	Глубокие трещины в подвале, следы увлажнения	Ремонт каменной кладки с устройством ранд-балок местами, ремонт горизонтальной и вертикальной гидроизоляции

Подводя итоги, в таблице 2 приведен перечень и объемы работ по всему зданию исходя из площадей, взятых из программы Revit:

Таблица 2

Объемы работ на здание

Наименование работы	**Количество-Единица измерения**
Заделка цементно-песчаным раствором	1577,6 $м^2$
Оштукатуривание	2997,44 $м^2$
Усиление опорных мест для плит	3494,55 $м^2$
Выравнивание потолков	13978,2 $м^2$
Замена половых досок, плиток	4659,4 $м^2$
Ремонт/замена поручней	330,6 м
Ремонт лестниц	815,3 $м^2$
Заделка свищей на кровле	460 $м^2$
Замена стальных листов	4659,4 $м^2$
Гидроизоляционные работы	3106,3 $м^2$
Ремонт дверных проемов	1050 $м^3$
Ремонт оконных проемов	2007,4 $м^3$
Замена электропроводов/изоляции	3574,6 $м^2$
Ремонт системы отопления	3574,6 $м^2$
Ремонт каменной кладки фундамента	2795,6 $м^3$

Таким образом, с помощью созданной информационной модели здания, а также с помощью фотографий и паспорта здания получены начальные, исходные данные для разработки эффективного метода восстановлению здания – представлены рекомендации по ремонту и подсчеты объемов работ. Это подтверждает то, что BIM модель позволяет вместить в себе информацию о здании, визуализировать, оптимизировать процесс обработки данных и провести наиболее полный анализ путей восстановления объекта – в данном случае, по совместительству с программой Navis Works.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Методика определения физического износа гражданских зданий. Разработана Мосжилпроект Главного управления жилищного хозяйства Мосгорисполкома, согласована с ЦСУ СССР, ЦСУ РСФСР, Госстроем РСФСР и Госпланом РСФСР, 1970.

2. ГОСТ Р 54257-2010. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования.

3. ВСН 53-86(р) Правила оценки физического износа жилых зданий

УДК 692.4

А. И. Копылова, А. К. Богомолова
ФГАОУ ВО «СПбПУ», Россия
Kopylova A.I., Bogomolova A.K.
FSAEI HE «SPbPU», Russia

ТЕХНОЛОГИЯ ЗЕЛЕНЫХ КРОВЕЛЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ
THE TECHNOLOGY OF GREEN ROOFS AND EFFICIENCY OF APPLICATION

Аннотация. В статье приведен обзор литературы, посвященный технологии зеленых кровель, применяющейся в современном строительстве. Рассматриваются преимущества применения данной конструкции с энергетического и экологического аспектов. Анализируется опыт зарубежного и отечественного строительства в сфере использования зеленых кровель. Из анализа источников сделан вывод об актуальности и эффективности рационального использования зеленых кровель в городском строительстве.

Ключевые слова: зеленая кровля, ландшафтная архитектура, экологичность, энергоэффективность, городское строительство, энергосбережение.

Abstract. The article provides an overview of the literature on the technology of green roofs used in modern construction. The advantages of using this design with the energy and environmental aspects are considered. Examines the experience of foreign and domestic construction in the use of green roofs. From the analysis of the sources, a conclusion about the relevance and effectiveness of rational use of green roofs in urban construction.

Key words: green roof, landscape architecture, ecological compatibility, energy efficiency, urban construction, energy saving.

Введение. В условиях глобальной урбанизации в современном мире все больше склоняются к планированию, проектированию, строительству и эксплуатации зданий, находящихся в экологическом равновесии с человеком и окружающей его природной средой. К таким зданиям можно отнести здания с зеленой крышей, которая снижает влияние урбанизации, особенно в условиях крупных городов с малой площадью зеленых насаждений.

Развитие строительной отрасли негативно сказывается на окружающей среде, поэтому все большее распространение получает экологическая архитектура. Повышение качества жизни людей и сохранение зеленого облика города для будущих поколений тесно связано с экологизацией города. Основным правилом экологичности является максимальный комфорт человека при минимальных затратах и ущербе природному окружению.

Преобладание зеленого цвета в городской среде положительно влияет на психологическое состояние и способствует снижению стрессовой нагрузки и повышению производительности труда.



Рис. 1. Пример устройства современной зелёной крыши площадью S=10 100 кв.м. Калифорнийская академия наук. США, Калифорния [1]

Цель и задачи. Целью работы является оценка эколого-энергетической эффективности зеленых кровель, применяемых в условиях городского строительства. Основные задачи формулируются следующим образом: 1) рассмотрение зеленой кровли в качестве энергосберегающей технологии; 2) изучение биоразнообразия растительных насаждений; 3) выявление экологических и социальных преимуществ, влияющих на городских жителей.

Зеленая кровля как энергосберегающая технология. Инновационная технология зеленых кровель обладает тепло-экономическими преимуществами, которые помогают добиться уменьшения затрат и реализуются за счет снижения теплопотерь через внешнее покрытие здания. Наиболее рациональным способом достижения этой цели является повышение теплозащитных свойств ограждающих конструкций. Таким образом, при грамотном подборе конструкции кровли можно значительно повысить энергоэффективность здания [2].

Статья S. Parizotto и R. Lamberts [3] посвящена исследованию тепловых характеристик зеленой кровли одноквартирного дома, находящегося в условиях южного города с умеренным климатом Флорианополис (Бразилия). Экспериментальные измерения проводились для трех типов кровель: зеленой, металлической и керамической в течение теплого и холодного периодов. По результатам исследования в теплый период зеленая кровля снижает теплопоступления на 92-97% по сравнению с металлической и керамической крышами и соответственно. Теплопотери через зеленую кровлю увеличиваются до 49 и 20% соответственно. В холодный период зеленая кровля уменьшает теплопоступления на 70 и 84% , а также снижает потери тепла на 44 и 52% по сравнению с керамической и металлической кровлями. Полученные результаты показали, что зеленая кровля обладает тепловыми преимуществами и способствует энергоэффективности зданию в условиях умеренного климата.

В последние годы многие специалисты в области строительных технологий способствуют развитию систем зеленых кровель для увеличения пространства зеленых насаждений. В работе [4] Vivian W.Y. со своими коллегами Jiayuan W. и Khoa N. Le исслеуют эффективность использования технологии зеленых кровель в строительстве высотных зданий Гонконга. Изучаются теплоизоляционные свойства, в результате которых показано, что зеленая кровля может уменьшить внутреннюю температуру до 3.4° C. В ходе исследования был проведен опрос, который показал, что инвесторы заинтересованы в экологических, социальных, экономических преимуществах зеленых кровель.

Umberto B. в статье [5] описывает исследование влияния зеленых кровель на энергосбережение учебного кампуса университета в Торонто. После детального энергетического обследования здания проводилось определение преимуществ, возникающих при установке зеленой кровли. Для моделирования воздействия зеленой кровли на наружный микроклимат была создана и испытана виртуальная модель, которую также использовали для сравнения энергосбережения нескольких типов зеленых кровель. Исследование показало, что применение зеленой кровли уменьшает потребности в энергии на 3% и значительно повышает уровень комфорта в помещениях под зеленой кровлей.

Исследование [6] посвящено определению количества сэкономленной энергии за счет зеленой кровли для климата Средиземноморья, с характерными для него холодным и отопительным периодами года. Экспериментальное изучение термического поведения зеленой кровли проводилось в Лисбоне в течение этих периодов в 2013 году. Полученные данные были использованы для создания модели в программе Energy plus и дальнейшего сравнения энергоэффективности интенсивного, полуинтенсивного и экстенсивного озеленений на основе численной модели. При всех типах кровель значение энергопотребления здания во время отопительного сезона оказалось одинаковым, но при экстенсивном озеленении потребовалось больше энергии в холодный сезон. Эффективность применения зеленых кровель и их теплоизоляционные свойства также были сравнены с обычными кровельными конструкциями. Потребление энергии при применении полуинтенсивных и интенсивных кровель ниже на 45-70% , чем при черных и белых традиционных крышах.

В статье [7] авторы исследуют теплозащитные свойства субстратов зеленой кровли. Сравнивается теплопроводность трех типов субстратов, состоящих из шлаков вулканического пепла, измельченной кровельной черепицы и золы. По результатам эксперимента выяснилось, что в зависимости от влажности субстраты имеют разные значения теплопроводности. Влажность субстрата увеличивает показатели теплопроводности. Измель-

ченная черепица имеет наивысшие показатели теплопроводности при любой влажности. Для субстратов зеленых кровель были построены кривые теплопроводности, получены коэффициенты, которые могут применяться в моделях зеленых кровель для количественных оценок тепловых характеристик для энергосбережения зданий.

В работе [2] была выявлена закономерность более эффективного возведения зеленой кровли: чем больше отношение площади покрытия к площади ограждающих стен, тем больше выгода на экономии в отоплении здания в отопительный период.

Биоразнообразие растительного покрова. Изучению флоры и фауны зеленых кровель посвящено множество работ. Одной из которых является публикация Benvenuti S. [8]. Цель этого исследования состояло в наблюдении за полевыми растениями для того, чтобы оценить, как деревенский пейзаж будет вписываться в городскую среду. Изменения в биологическом разнообразии растений на кровле наблюдались в течение двух лет. Теплоизоляция зеленой кровли была связана с динамикой развития листового покрова растений. Было отмечено, что раноцветущие и поздноцветущие растения не требуют дополнительного ухода. В результате исследования, сделан вывод об использовании растительности на кровлях для улучшения биологического разнообразия и ландшафтной среды городских экосистем Средиземноморья.

В Ганновере, в Германии, Catalano C., Marceno C., Laudicina V.A. и Guarino R. исследовали зеленую кровлю с интенсивным озеленением в течение 30 лет [9]. Изучение кровли проводилось с целью оценки устойчивости растительного покрова, выросшего из исходной смеси семян, а также с целью оценки растительного изменения. Кровля была озеленена в 1985 году. Была произведена сравнительная оценка геоботанических описаний, отобранных в 1987, 1999 и 2014 годах. С 1987 г. по 1999г. наблюдался рост видового разнообразия растений. В то время как с 1999г. по 2014г. видовое разнообразие оставалось стабильным. Основным фактором влияния на функциональные изменения стал переход к более термо-засушливым условиям. С точки зрения жизненных условий растительного мира, конкурирующие виды посеянных семян постепенно подавлялись рудеральными растениями. В результате исследования были даны рекомендации по зеленым кровлям. Для создания устойчивых зеленых крыш самопроизвольное произрастание растений должно учитываться как конструктивный параметр. Региональная флора может служить моделью для подбора семян растительного покрова зеленой кровли.

Colla S.R., Willis E. и Packer L. посвятили публикацию [10] изучению зеленых кровель в качестве местообитания городских пчел. В ходе экспериментального исследования показано, что зеленые кровли способны

обеспечить видовое разнообразие пчел. В заключении сделан вывод о том, что наличие пчел положительно скажется на выращивании культур сельского хозяйства на зеленых кровлях в условиях городской среды.

Экологические и социальные преимущества. Зеленые кровли могут снизить темпы глобального потепления по двум направлениям. Во-первых, растения, расположенные на зеленой кровле, преобразуют CO_2 во время фотосинтеза в кислород и глюкозу. Во-вторых, возможно снижение выбросов парниковых газов за счет уменьшения необходимости в кондиционировании здания. Зеленая кровля способствует понижению температуры здания, благодаря этому уменьшается потребность в кондиционировании. Это актуально ввиду того, что хладагенты, используемые в кондиционерах, относятся к наиболее сильным парниковым газам.

В статье Hong T., Kim J., Koo C. [11] рассматриваются различные вариации применения технологии зеленая кровля в сочетании с энергосберегающими мероприятиями как способ технического усовершенствования состояния здания начальной школы. Проводится оценка экономического и экологического влияния реализации данных вариантов улучшения на состояние здания. На основе современного программного обеспечения EnergyPlus было проведено моделирование потенциала энергии и оценено сокращению выбросов углекислого газа за счет энергосбережения и поглощения растениями. Результаты исследования позволяют подобрать наиболее подходящими энергосберегающие мероприятия для объектов с зеленой кровлей, а также выбрать благоприятное расположение здания с учетом климатических условий региона для внедрения технологии зеленой кровли.

Выводы. Особенностью зеленой кровли является то, что благодаря наличию дополнительных слоев (субстрат, зеленые насаждения и др.) она имеет большее сопротивление теплопередаче по сравнению с обычной кровлей, что позволяет уменьшить тепловые потери через покрытие и сэкономить средства на отоплении здания в отопительный период и на вентиляции в летний период. Применение зеленых кровель позволяет решить множество задач, одной из которых является экологическое строительство - возведение зданий, которые будут ориентированы на активное включение природных элементов, что позволит улучшить эстетическую среду. Использование природных решений для создания зеленых кровель, развитие биологического разнообразия территорий посредством создания экологических или природных ландшафтов в будущем станет неотъемлемой частью устойчивого развития городского строительства.

В связи с недостатком литературы по исследованию свойств слоев зеленой кровли данная технология является актуальной для дальнейшего изучения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Википедия [Электронный ресурс]: https://ru.wikipedia.org/wiki /Калифорнийская_академия_наук#/media/File:California_Academy_of_Sciences _pano (Дата обращения 20.11.2017).

2. Копылова А.И., Богомолова А.К., Немова Д.В. Энергетическая эффективность здания с применением технологии «зеленая кровля» // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2016. №10(49). С.20-34.

3. Parizotto S., Lamberts R. Investigation of green roof thermal performance in temperate climate: A case study of an experimental building in Florianópolis city, Southern Brazil. Energy and Buildings. 2011. Vol. 43. Issue 7. Pp. 1712-1722.

4. Vivian W.Y.T., JiayuanW., Khoa N.L. Thermal insulation and cost effectiveness of green-roof systems: An empirical study in Hong Kong. Building and Environment. 2016. Vol. 110. Pp. 46-54.

5. Umberto B. The outdoor microclimate benefits and energy saving resulting from green roofs retrofits. Energy and Buildings. 2016. Vol. 121. Issue 7. Pp. 217-229.

6. Silva C.M., Gomes M.G., Silva M. Green roofs energy performance in Mediterranean climate. Energy and Buildings. 2016. Vol. 116. Pp. 318-325.

7. Pianella A., Clarke R.E., Williams N. S. G., Chen Z., Aye L. Steady-state and transient thermal measurements of green roof substrates. Energy and Buildings. 2016. Vol. 131. Issue 1. Pp. 123-131.

8. Benvenuti S. Wildflower green roofs for urban landscaping, ecological sustainability and biodiversity. Landscape and Urban Planning. 2014. Vol. 124. Pp. 151-161.

9. Catalano C., Marcenò C., Laudicina V.A., Guarino R. Thirty years unmanaged green roofs: Ecological research and design implications. Landscape and Urban Planning. 2016. Vol. 149. Pp. 11-19.

10. Colla, S.R., E. Willis, and L. Packer. Can Green Roofs Provide Habitat for Urban Bees (Hymenoptera: Apidae?) 2009. Cities and the Environment. Vol. 2. Issue 1. Pp. 1-12.

11. Hong T., Kim J., Koo C. LCC and LCCO2 analysis of green roofs in elementary schools with energy saving measures. Energy and Buildings. 2012. Vol. 45. Pp. 229-239.

УДК 624.01:577.344

Е. С. Залата, Ю. Ю. Шавров, А. П. Маричев, В. И. Масликов, К. Ю. Стрелец
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Россия
Zalata E.S., Shavrov Yu.Yu., Marichev A.P., Maslikov V.I., Strelets K.Yu.
Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University, Russia

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОТОБИОЛОГИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ В РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМАХ ЗДАНИЙ
USE OF PHOTOBIOLOGICAL DEVICES IN VARIOUS BUILDING SYSTEMS

Аннотация. Статья посвящена использованию фотобиологических устройств в строительных конструкциях зданий. Сопряжение таких устройств с архитектурными оболочками здания и образование биоадаптивных фасадов являются перспективным направлением развития строительных конструкций. Приводятся примеры реализации проектов с использованием микроводорослей для получения биотоплива, в том числе с применением фотобиологических устройств, позволяющих обеспечить контроль и управление биотехнологическими процессами, которые характеризуются высоким коэффициентом полезного действия фотосинтеза. Проводится анализ данных о возможности использования данных фотобиологических устройств в различных системах зданий на территории России.

Ключевые слова: биотопливо, фотобиореактор, микроводоросли, фасад, строительные конструкции.

Abstract. The article is devoted to the use of photobiological devices in building structures. The conjugation of such devices with architecture structures and the formation of bio-adaptive facades is a promising direction in the development of building structures. Examples are given of the implementation of projects using microalgae for the production of biofuels, including using photobiological devices to control and manage biotechnological processes that are characterized by a high efficiency of photosynthesis. An analysis of data on the possibility of using these photobiological devices in various building systems in Russia is being carried out. The article is devoted to the use of photobiological devices in building structures of buildings. The conjugation of such devices with architecture-tourist structures and the formation of bio-adaptive facades is a promising direction in the development of building structures. Examples are given of the implementation of projects using microalgae for the production of biofuels, including using photobiological devices to control and manage biotechnological processes that are characterized by a high efficiency of photosynthesis. An analysis of data on the possibility of using these photobiological devices in various building systems in Russia is being carried out.

Key words: biofuel, photobioreactor, microalgae, facade, building structures.

По мере истощения традиционных источников энергии человечество обращает внимание на альтернативные источники энергии. Применение биотоплива в последние десятилетия привлекает все больший интерес. [1-4] В настоящее время внимание привлечено к использованию биотоплива третьего поколения – биотопливу, полученному на основе микроводорослей.

Микроводоросли идеально подходят для производства биотоплива благодаря большому содержанию в них масел, высокой скорости образования биомассы и т.д. [5]

Имеются примеры реализации проектов с использованием микроводорослей для получения биотоплива, в том числе с применением фотобиологических устройств, позволяющих обеспечить контроль и управление биотехнологическими процессами, которые характеризуются высоким коэффициентом полезного действия фотосинтеза, а также их интенсификацию и т.д.

В настоящее время большое внимание уделяется биотехнологическим исследованиям по практическому применению различных видов микроводорослей в медицине, сельскохозяйственном производстве, химической промышленности и других отраслях. [9] Также микроводоросли традиционно используются в системах биологической очистки сточных вод. На данный момент реализовано множество проектов фотобиологических очистных сооружений с использованием микроводорослей [10-15], которые позволяют очищать и обеззараживать сточные воды, перерабатывать соединения фосфора.

Перспективным направлением применения фотобиологических устройств является сопряжение их с архитектурными оболочками здания и образование биоадаптивных фасадов. [17] Создание таких строительных конструкций позволяет сократить энергопотребление и обеспечить комфортные условия в помещениях. Данное направление является совершенно новым в мире архитектуры и пока не получило широкого распространения. Имеется сравнительно небольшое количество публикаций малодоступных зарубежных источников.

Основное внимание в данной статье уделяется использованию фотобиологических устройств в строительных конструкциях зданий, играющих роль «климатического буфера», который обеспечивает требования комфорта в условиях изменяющейся окружающей среды, а также уменьшает внешний спрос на энергию в таких зданиях.

Технология использования фотобиореакторов в строительстве изучается многими зарубежными исследователями на протяжении нескольких лет. [18-21] Первые реализованные проекты архитектурных оболочек с интегрированными фотобиореакторами были представлены на выставке Hamburg International Building Exhibition 2013 (BIQ House) и EXPO Milano 2015 (Urban Algae Canopy). Использование подобных сооружений позволяет существенно повысить биосферную совместимость современных мегаполисов. Однако на эффективность их работы оказывают влияние многие внешние факторы, такие как: уровень солнечной радиации, количество

доступных соединений азота и фосфора, наличие источников диоксида углерода, распределение которых в городской среде неравномерно и зависит от годовых и суточных ритмов. [23]



Рис. 1. B.I.Q. House

Проект BIQ House, представленный на международной выставке Hamburg International Building Exhibition 2013, является первым в мире прототипом жилого здания, которое частично обеспечивает своё энергопотребление за счёт водорослей, выращиваемых непосредственно на его фасаде [рис. 1]. Данный проект является совместной разработкой международной дизайнерской компании Arup, немецкой консультационной компании Strategic Science Consultants (SSC) и австрийской архитектурной компании Splitterwerk Architects. С солнечной стороны дома установлены панели с микроводорослями, которые предназначены для производства биологического топлива и снижения затрат на охлаждение объекта в летний период. При солнечном свете водоросли растут и размножаются, затем полученная биомасса отправляется в биореактор, где из нее вырабатывается газ, пригодный для отопления и генерации электричества [рис. 2]. Фасад из водорослей имеет специальные наружные жалюзи, которые закрывают панели по ночам, что позволяет существенно уменьшить потери тепла в ночное время. Благодаря тому, что сами панели являются прозрачными, они могут заменить собой привычные всем окна, а это, в свою очередь, снижает затраты на освещение объекта внутри помещений.

В дневное время фасады играют роль «жалюзей», в начале дня когда солнца мало, панели полупрозрачные и хлорелла мало активна, но когда солнца становиться больше, хлорелла начинает разрастаться, тем самым скрывая большую часть солнечного света, поддерживая нормальную температуру в помещении. Также интересная особенность этих панелей в том, что они поворачиваются вслед за солнцем, поглощая все лучи и тем самым увеличивая популяцию водорослей. Прототипы имеют высоту 2,60 м и ширину 60 см и состоят из четырех панелей из монолитного стекла. Стекла образуют центральную полость 18 мм для циркуляции воды и 16 мм изо-

ляционных полостей с обеих сторон. [25] В нижней части панели находятся все трубы и клапаны, для ввода и вывода водной среды и биомассы.



Рис. 2. Фасад с биореактором

Удельная стоимость 1-го квадратного метра фотобиореакторов выполненных из стекла и стали превышает стоимость солнечных панелей, однако, применение мембранных конструкций из Ethylene tetrafluoroethylene (ETFE) может существенно удешевить строительство. Примером может служить павильон с интегрированными фотобиореакторами в архитектурную оболочку Urban Algae Canopy, разработанную ecoLogic Studio [рис. 3]. Проект был выполнен для выставки Expo Milano 2015. Поскольку для получения 1кг биомассы микроводорослей используется 1,83 кг CO2, данное инженерное сооружение сможет производить такое же количество кислорода, что и четыре гектара леса, наряду с почти 150 кг биомассы в день.

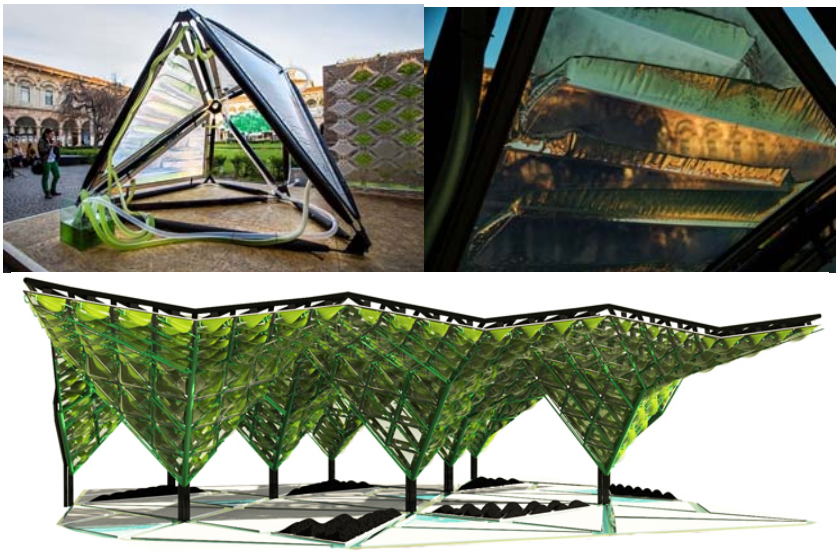


Рис. 3. Urban Algae Canopy

Французское архитектурного бюро X-TU при поддержке лаборатории CNRS Gepea из Университета Нанта запустило проект Symbio2. На первом этапе эксперимента предусматривается установка фотобиореакторов на фасаде здания в городе Сен-Назер, рядом с лабораторией Gepea. По мнению разработчиков, использование микроводорослей поможет снизить потребление энергии более чем на 50%. Затем, основываясь на результатах полученных исследований, планируется перейти к промышленной стадии.

Она включает монтаж реакторов на мусоросжигательном заводе Alcéade Nantes. Предполагается, что выделяемые при сжигании мусора тепло и CO2 обеспечат оптимальные условия для культивирования водорослей.



Рис. 4. Symbio2

В России многие исследователи изучали вопрос культивирования микроводорослей для практического использования в различных сферах [5], однако отсутствуют примеры интегрирования фотобиологических устройств в строительные конструкции, так как климатические условия большинства регионов не позволяют выращивать микроводоросли круглогодично без дополнительного подогрева. Это снижает эффективность биотехнологического процесса.

Определяющим для организации процесса производства биомассы из водорослей является наличие благоприятных климатических условий, в том числе солнечная радиация 4 кВт·ч м2 сутки, температура окружающей среды не ниже 12 градусов [28].

Анализ данных [31] показал, что температурные требования на территории России выполняются в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах, поэтому необходимо проведение исследования инфраструктурных факторов на региональном и локальном уровнях, создающих благоприятные предпосылки для использования фотобиологических устройств.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Минюк Г. С. Одноклеточные водоросли как возобновляемый биологический ресурс / Г. С. Минюк, И. В. Дробецкая, И. Н. Чубчикова и др. // Морской экологический журнал. – 2008. Т. 7, № 2. С. 5–23.

2. Вопросы управления биосинтезом низших растений. / [В. Н. Белянин, Р. П. Тренкеншу,Ф. Я. Сидько и др.]. Новосибирск: Наука, 1982. 154 с.

3. Пульц О. Ценные вещества из водорослей / О. Пульц // Альгология. 2000. Т. 10, № 3. С. 344–348.

4. Винберг Г. Г. Массовые культуры одноклеточных водорослей как новый источник пищевого и промышленного сырья / Г. Г. Винберг // Успехи современной биологии. 1957. Т. 18, вып. 3.

5. Мещерякова Ю.В., Нагорнов С.А. Культивирование микроводоросли хлорелла с целью получения биотоплива / Ю.В. Мещерякова, С.А. Нагорнов // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2012. № 12. С. 33-36.

6. Прикладная биохимия и микробиология. 1981. Т. 17, № 3. С. 400–407.

7. Романенко В. Д. Биотехнология культивирования гидробионтов / [В. Д. Романенко, Ю. Г. Крот, Л. А. Сиренко, В. Д. Соломатина]. Киев, 1999. 264 с.

8. Хоанг Т. М. Н. Исследование процессов получения продуктов белковой и углеводной природы из белого лепестка сои: автореферат дисс. на соиск. уч. звания канд. биол. наук / Т. М. Н. Хоанг; российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева. М., 2009. 20 с.

9. Макарова Е. И. Прикладные аспекты применения микроводорослей – обитателенй водных экосистем / Е. И. Макарова, И. П. Отурина, А. И. Сидякин // Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского (Симферополь). 2009. № 1(20). С. 120-133.

10. Соловченко А.Е., Лобакова Е.С., Барский Е.Л., Саванина Я.В., Лукьянов А.А. Экологическая фотобиотехнология для очистки сточных вод / А.Е. Соловченко, Е.С. Лобакова, Е.Л. Барский, Я.В. Саванина, А.А. Лукьянов // Биотехнология. 2011. № 6. С. 70-88.

11. Баянова Ю. И. Оценка витаминного состава некоторых одноклеточных водорослей и высших растений, выращенных в искусственных условиях / Ю. И. Баянова, Н. И. Трубачев // Прикладная биохимия и микробиология. 1981. Т. 17, № 3. С. 400–407.

12. Горюнова С. В. Синезеленые водоросли (биохимия, физиология, роль в практике) /С. В. Горюнова, Г. Н. Ржанова, В. К. Орлеанский. М.: Наука, 1969. 300 с.

13. Царенко П. М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР /П. М. Царенко [отв. ред. Г. М. Паламарь-Мордвинцева]. К.: Наукова думка, 1990. 208 с.

14. Гаевская Н. С. Проблемы использования одноклеточных водорослей / Н. С. Гаевская // Природа. 1956. № 4. С. 43–51.

15. Саут Р., Уиттик А. Основы альгологии / Р. Саут, А. Уиттик. – М.: Мир, 1990. 597с.

16. Береговая Н. М. Сравнение различных способов хранения водного экстракта с-фикоцианина микроводоросли Spirulina platensis / Н. М. Береговая, И. Н. Гудвилович // Экология моря. 2006. Вып. 70. С. 5–8.

17. Loonen R. Биоадаптивная оболочка здания /R. Loonen , A. Khayrullina , J. Hensen// АВОК-ПРЕСС. 2014. № 3-3. С. 23-57

18. Сиренко Л. А. Особенности интенсивного культивирования Dunaliella salina (обзор) / Л. А Сиренко, З. Т. Сафиуллин, Н. В. Панченко // Экология моря. 2005. Вып. 67. С. 68–88.

19. Тренкеншу Р. П. Технология промышленного культивирования спирулины / Р. П. Тренкеншу, Р. Г. Геворгиз. – Севастополь, 2004. 16 с.

20. Чернова Н. И. Микроводоросль спирулина как объект биотехнологии / Н. И Чернова,Т. П Коробкова, С. В. Киселева // Московский педагогический марафон учебных предметов [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://bio.1september.ru/articlef.php?ID=200601304

21. Тренкеншу Р. П.. Технология промышленного культивирования дуналиеллы / Р. П. Тренкеншу,Р. Г. Геворгиз, А. Б. Боровков. Севастополь, 2005. 14 с.

22. Гудвилович И. Н. Динамика суммарных каротиноидов и хлорофилла–а в клетках Dunaliella salina в квазинепрерывной культуре / И. Н. Гудвилович, Н. М. Береговая, А. Б. Боровков // Экология моря. 2005. Вып. 6. С. 52–55.

23. Ермаченко П.А. Адаптивная фотобиологическая архитектурная оболочка / П.А. Ермаченко // XXIII-ая конференция. 2016. Вып. 6. С. 1-2.

24. Анализ направлений пищевой биотехнологии / [А. Д. Лодыгин, А. Б. Рябцева] // Сборник научных трудов СевКавГТУ. Серия «Продовольствие»: [ред. колл. Б. М. Синельников и др.]. – Изд-во СевКавГТУ, 2005. № 1. С. 12–18.

25. Wurm J. Photobioreactors as adaptive shading devices. [Электронный ресус] http://smartgeometry.org/index.php?option=com_content&view=article&id=154:photobioreactors-as-adaptive-shading-devices&catid=45:sgarticles&Itemid=160

26. Боровков А. Б. Зеленая микроводоросль Dunaliella salina Teod. (обзор) / А. Б. Боровков // Экология моря. 2005. Вып. 67. С. 5–17.

27. Ефимов А. А. Обоснование использования синезеленых водорослей для выделения хлорофилла и фикобилипротеинов как пищевых красителей и биологически активных веществ / А. А. Ефимов, Т. П. Белова, М. В. Ефимова // Фундаментальные исследования. 2007. № 11.С. 77–80.

28. Чернова Н.И., Киселева С.В., Рафикова Ю.Ю. Влияние климатических и инфраструктурных факторов на ресурсный потенциал производства биотоплива из микроводорослей / Н.И. Чернова, С.В. Киселева, Ю.Ю. Рафикова // International Renewable Energy Congress REENCON-XXI 2016.

29. Ефимов А. А. Обоснование технологии получения фикоцианина из синезеленых водорослей как пищевой добавки / А. А. Ефимов // Научный журнал «Фундаментальные исследования». 2007. № 11. С. 80.

30. Боровков А. Б. Продуктивность Spirulina platensis и Tetraselmis viridis при использовании различных методов культивирования / А. Б. Боровков, Р. Г. Геворгиз // Экология моря. – 2006. – Вып. 70. С. 9–13.

31. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* (с Изменением № 2)

32. Минюк Г. С. Спирулина Крымская – источник йода / Г. С. Минюк, Р. П. Тренкеншу //Прикладная альгология. 1999. № 1–3. С. 25–28.

УДК 69.07

А. М. Мамин
ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Россия
Mamin A.M.
Saint-Petersburg State Polytechnical University, Russia

КОНСТРУКЦИИ СТЕН ИЗ ГАЗОБЕТОННЫХ БЛОКОВ НА ПЕНОПОЛИУРЕТАНОВЫХ КЛЕЯХ
WALL CONSTRUCTIONS FROM AERATED CONCRETE BLOCKS ON FOAMED POLYURETHANE ADHESIVES

Аннотация. В статье рассматривается опыт применения пенополиуретанового клея в кладке стен из газобетонных блоков автоклавного твердения. Актуальность темы обусловлена стремлением к улучшению теплотехнических свойств стеновых конструкций, ускорением и упрощением возведения кладки. Во-первых, отдельно выделены преимущества и недостатки газобетона и пенополиуретана, что помогает понять насколько перспективными являются эти материалы. Во-вторых, показаны альтернативные пути повышения теплотехнической однородности кладки. Приведен обзор исследований газобетонной кладки на пенополиуретановых клеях, результаты прочностных и теплотехнических испытаний кладки. Сделан вывод о том, что исследованность такой кладки является недостаточной, а в частности, минимальны сведения о долговечности кладки.

Ключевые слова: строительство, автоклавный газобетон, пенополиуретановый клей, стеновые конструкции, теплопроводность, энергоэффективность.

Abstract. The article provides overview on the experience of using polyurethane adhesive in masonry walls from autoclaved aerated concrete blocks. The relevance of the issue is determined by the desire to improve the thermal properties of wall structures, the acceleration and simplification of the construction of masonry. Firstly, the advantages and disadvantages of autoclaved aerated concrete and polyurethane adhesive are separately highlighted, which helps to understand how promising these materials are. Secondly, alternative ways of increasing the heat engineering uniformity of the masonry are shown. The review of the studies of aerated concrete masonry on polyurethane foam adhesives, the results of strength and heat engineering testing of masonry is given. It is concluded that the study of presented masonry is insufficient, and there is minimal information about the durability of the masonry.

Keywords: construction, autoclaved aerated concrete, polyurethane foam glue, wall constructions, thermal conductivity, energy efficiency.

1. Введение

Возведение конструкций стен из газобетонных блоков в настоящее время достаточно широко распространено в строительстве. [1-4] Газобетон используется для возведения как наружных, так и внутренних стен в мало- и многоэтажном строительстве. Это обусловлено хорошими теплоизоляционными свойствами автоклавного газобетона, высокой точностью геометрических размеров блоков и сравнительно высокой скоростью возведения конструкций. При этом для склеивания блоков между собой чаще всего используют цементно-песчаные растворы и цементные клеи. Эти два варианта являются традиционными связующими в конструкциях кладки и распространены благодаря доступности материала и относительно невысокой стоимости. Однако цементные клеи и растворы являются «слабым местом» данной технологии, так как их теплопроводность значительно выше теплопроводности блоков из ячеистого бетона марок D300-D600, что обуславливает дополнительные потери тепловой энергии. [5-9] Для сравнения, коэффициент теплопроводности газобетона составляет приблизительно 0,1 Вт/м·°С, а для цементных растворов в среднем 0,93 Вт/м·°С. В зависимости от толщины шва дополнительные потери могут составлять от 10 до 30 %, что в свою очередь ведёт к увеличению необходимой мощности системы отопления и увеличению денежных затрат для обеспечения этой системы необходимым количеством тепла. [5, 10, 11] Одним из вариантов решения проблемы «мостиков холода» является применение вместо цементных растворов пенополиуретановых клеев (ППУ-клеев), обладающих низкой теплопроводностью и низким коэффициентом вторичного расширения. [12-16] Актуальность проблемы использования ППУ-клеев в кладке обусловлена необходимостью ускорения, упрощения и удешевления процесса возведения и эксплуатации стеновых конструкций в мало- и многоэтажном строительстве.

Целью данной статьи является проведение аналитического обзора опыта применения пенополиуретанового клея в кладке из газобетонных блоков. В связи с этим поставлены следующие задачи:

1. Выявление достоинств и недостатков автоклавного газобетона.
2. Выявление достоинств и недостатков пенополиуретанового клея.
3. Опыт применения ППУ-клея в кладке.
4. Альтернативные решения проблемы «мостиков холода».

2. Газобетон автоклавного твердения. Достоинства и недостатки.

Газобетон автоклавного твердения – искусственный каменный материал пористой структуры, изготовленный из вяжущего (цемент, известь), тонкомолотого кремнеземистого компонента (кварцевый песок), порообразователя (алюминиевая пудра), воды и прошедший тепловлажностную обработку при повышенном давлении в автоклаве. Именно 12-часовая вы-

держка в автоклаве позволяет оптимизировать прочностные характеристики материала и доводит его до более однородной структуры. [17-19]

К достоинствам газобетона относятся:

- невысокая плотность и, следовательно, небольшой вес блоков, позволяющие снизить затраты на сооружение фундамента;
- высокое качество и точная геометрия готовых блоков, которые ускоряют процесс возведения стеновых конструкций и уменьшают толщину связующего шва; [20]
- низкая теплопроводность (~ 0,1 Вт/м·°С), позволяющая снизить тепловые потери и сэкономить на теплоизоляционном материале; [21-23]
- легкая резка и обработка материала при монтаже стеновых конструкций;
- долговечность (срок службы не менее 100 лет);
- экологическая безопасность и безвредность для человека;
- высокая теплостойкость и огнестойкость, может использоваться как огнеупорный материал; [24,25]
- сравнительно высокая прочность; [26-30]
- паропроницаемость, сравнимая с паропроницаемостью деревянных материалов (коэффициент паропроницаемости ~ 0,2 мг/(м·ч·Па), что минимизирует вероятность появление плесени и грибка в помещении;
- минимальная усадка стен. [23]

Недостатками материала является:

- большое водопоглощение (может впитывать до 40% воды по объему), поэтому непригоден для строительства зданий, подверженных постоянному воздействию воды;
- высокая стоимость по сравнению с другими легкобетонными материалами, обусловленная необходимостью автоклавной обработки в условиях производства.
- необходимость использования специальных анкеров и дюбелей для крепления различных элементов к стеновой конструкции. [31-33]

Из всего вышесказанного видно, что автоклавный газобетон на настоящий момент является перспективным материалом, имеющим ряд значительных преимуществ перед другими видами материалов, используемых для возведения стеновых ограждающих конструкций. [34, 35] Благодаря этому ячеисто-бетонные блоки широко используются в значительной части возводимых зданий. [36-47] В Европе газобетон в строительстве используется уже более 80 лет. [48, 49] При этом использование газобетона является экономически обоснованным и целесообразным. [50, 51] Существуют различные конструктивные исполнения стен из газобетонных блоков. Например, кладка из газобетона может быть выполнена с облицовочным слоем кирпича, с штукатурным слоем по газобетону или наружному слою утеплителя, или с навесным вентилируемым фасадом, где

последний вариант, в свою очередь, имеет ряд преимуществ перед остальными конструктивными исполнениями. [31, 33, 52-54]

Автоклавный газобетон является отражением двух тенденций современного строительства, целью которых является снижение экономических затрат: снижение материалоемкости и повышение теплозащитных характеристик стеновых ограждающих конструкций.

3. Пенополиуретановые клеи. Достоинства и недостатки.

Пенополиуретановый клей – это синтетический клей, получаемый из веществ, используемых для синтеза полиуретанов. В состав полиуретановых клеев для облегчения использования могут входить ускорители отверждения (спирт, вода), наполнители, регуляторы вязкости, липкости, смачиваемости. [56-59]

Выделяют однокомпонентные и двухкомпонентные полиуретановые клеи, с характерным процессом вспучивания при отверждении. Процесс набора прочности клея активируется под воздействие влаги основания и воздуха. Двухкомпонентные клеи готовят непосредственно перед проведением работ. Однокомпонентный клей продается уже готовым к применению, смешивание компонентов не требуется. Жизнеспособность клея может составлять от 30 минут до 3 часов.

К достоинствам пенополиуретановых клеев относится:

- высокая теплоизолирующая способность; теплопроводность затвердевшей пены ~ 0,04 Вт/м·°С (теплопроводность цементно-песчаных растворов ~ 0,93 Вт/м·°С), что в свою очередь, позволяет повысить теплотехническую однородность стеновой конструкции; [60]
- высокая адгезия к минеральным основаниям (не менее 0,3 МПа);
- прочность на сдвиг около 60 кПа;
- высокая производительность труда за счет монтажа с помощью строительного пистолета;
- сокращение затрат на транспортировку и хранение материалов;
- температура применения от -5 до +35 °С;
- температура эксплуатации затвердевшей пены от -40 до +90 °С; [61]
- водостойкость;
- устойчивость к химическим веществам.

Недостатки пенополиуретановых клеев:

- необходимость защиты швов от ультрафиолетового излучения;
- возможно сдувание клея на открытой местности при монтаже кладки;

При сравнении пенополиуретанового клея и кладочного раствора видно, что расход пены намного меньше, чем расход раствора. Необходим примерно 1 баллон пенополиуретанового клея (750 мл) на 1.5 м^3 кладки, то есть чуть меньше одного баллона на 1 м^3, а расход сухой кладочной смеси составляет 25-30 кг на 1 м^3 кладки. Однако стоимость одного баллона пенополиуретанового клея на данный момент превышает стоимость одного

мешка сухой смеси (25 кг) в среднем на 10-15 процентов. Данное обстоятельство все же нивелируется тем, что затраты на хранение и транспортировку полиуретанового клея намного меньше, чем затраты для транспортировки кладочной смеси.

4. Опыт применения ППУ-клеев в кладке. Обзор литературы.

Первые попытки применять пенополиуретановый клей в кладке стен были произведены в конце 1990-х гг. Процесс освоения данной технологии начался в Западной Европе, и соответственно опыт возведения кладки на клее-пене там больше, чем в России. Помимо этого, в отечественных нормативных документах отсутствует определение кладки на ППУ-клеях, ее расчетные характеристики и правила, регламентирующие ее проектирование. В странах Евросоюза пенополиуретановый клей используется в малоэтажном строительстве. Вопрос о применении клея в многоэтажном строительстве, а также вопрос долговечности кладки на ППУ-клеях не были разработаны в необходимой для безопасной эксплуатации мере. Однако опыт применения пены в качестве оконных уплотнений показывает, что остаточный ресурс этих уплотнений, смонтированных около 30 лет назад, позволяет прогнозировать долговечность более 50 лет (при защите пенополиуретана от прямого воздействия ультрафиолетового излучения). [56, 59]

В работе [15] отражены результаты первых российских прочностных (в ЗАО «Испытательный центр ВНИИГС») и теплофизических (в испытательной лаборатории ООО ФПГ «РОССТРО – ПКТИ») испытаний кладки, в том числе даны рекомендации по расходу ППУ-клея и технологии возведения конструкций. В результате испытаний была получена диаграмма деформирования кладки, определены значения сопротивления кладки сжатию и сделаны выводы о возможности и целесообразности применения ППУ-клея в кладке ненесущих стен. В результате значительной деформативности швов (так как материал является легкодеформируемым) вопрос о применимости кладки в несущих стенах требует проведения дополнительных испытаний.

В работе [62] проведены сравнительные испытания газобетонной кладки с различным исполнением кладочного шва и его толщины: на цементно-песчаном растворе, цементном клею и полиуретановой монтажной пене. В результате этих испытаний было выявлено, что прочностные характеристики кладки на ППУ-клее превышают характеристики кладки на цементно-песчаном растворе. Следовательно, был сделан вывод о возможности использования ППУ-клея в ненесущих конструкциях стен. Однако вопрос применения ППУ-клея для возведения несущих стен по-прежнему остается открытым.

Научно-исследовательским институтом, находящемся в Варшаве, производилось исследование прочности и деформативности кладки. Кладка испытывалась на сжатие, были определены прочность швов на разрыв, время

схватывания, морозостойкость. После проведенных испытаний марке пенополиуретанового клея TYTAN PROFESSIONAL было выдано техническое свидетельство на применение данного клея в пределах Польши с возможностью использования в несущих стенах в малоэтажном строительстве. [63]

После своих испытаний «Испытательный центр ВНИИГС» составил на данный клей заключение о том, что кладка на нем «обладает более высокой прочностью при всех видах напряженного состояния, за исключением нормального сцепления, чем кладка на стандартном кладочном растворе М100».

Кроме этого, в рамках этого же исследования А.С. Горшков, Г.И. Гринфельд, В.Е. Мишин, Е.С. Никифоров, Н.И. Ватин после своих испытаний сделали вывод о допустимости использования кладки из газобетонных блоков на пенополиуретановом клее для возведения ненесущих внутренних и наружных стен зданий. [13,60, 64]

В 2017 году в филиале РУП «Институт БелНИИС» – НТЦ были проведены испытания для определения прочностных и деформационных характеристик кладки. В испытаниях для сравнения рассматривались образцы на ППУ-клее и на полимерцементном клеевом растворе М75. Были получены следующие результаты:

- прочность при сжатии кладки на ППУ-клее оказалась незначительно выше значений кладки на полимерцементном клее
- показаны отличия характера деформирования кладок на ППУ и на полимерцементном растворе
- модуль упругости полиуретановых швов оказался в 2,8 раза ниже, чем у полимерцементных швов, что связано с деформативностью пенополиуретана.

Полные результаты представлены в работе [65].

Учитывая все вышесказанное и некоторые другие работы [66-77], можно сделать вывод о том, что результаты, полученные разными специалистами противоречивы, недостаточно сведений о поведении кладки в качестве несущей конструкции, минимальна информация о долговечности кладки на ППУ-клее. Следовательно, необходима более глубокая проработка данного вопроса по обозначенным направлениям.

5. Альтернативные решения проблемы «мостиков холода» в кладке.

«Теплый» кладочный раствор.

Плотность традиционного цементно-песчаного раствора в среднем составляет 1800 кг/м^3, тогда как плотность рассматриваемого газобетона – 400 кг/м^3. Для снижения тепловых потерь через «мостики холода» необходимо, чтобы плотность этих двух материалов была сопоставима. Этого можно добиться несколькими путями. Например, с помощью использования специальных турбулентных смесителей и введения при этом в раствор воздухововлекающих добавок. Но самым простым вариантом является добавление в кладочный раствор наполнителя, плотность и, соответственно,

теплопроводность которого ниже. «Теплый» кладочный раствор – это раствор на основе портландцемента, легких минеральных наполнителей (пемзы, перлитового или керамзитового песка), фракционированного песка и комплекса модифицирующих добавок, обеспечивающих хорошую пластичность и низкую теплопроводность материала. [78-81] Характеристики подобных растворов можно рассмотреть на конкретном примере (теплый кладочный раствор «ThermoBlock»):

- коэффициент теплопроводности составляет не более 0,18 Вт/м·°С;
- предел прочности на сжатие ~ 10 МПа;
- время жизни раствора 120 минут;
- толщина шва от 5 до 20 мм;
- расход сухой смеси при толщине шва 10 мм 16-17 кг (на 1 $м^2$ при толщине кладки 250 мм);
- температура, при которой допустимо производить монтаж, составляет от +5 до +30 °С;
- морозостойкость не менее F50;
- смесь подготавливается на месте производства работ;
- высота кладки, возводимая за один день, не должна превышать 1-1,2 м. для того, чтобы избежать перегрузки не набравшего прочность раствора.

Помимо использования «теплого» раствора для повышения теплоэффективности кладки может применяться дополнительный наружный слой теплоизоляции. Наружное утепление целесообразно применять в следующих случаях:

- если кладка выполнена из блоков повышенной плотности
- в случае использования кладки в каркасных зданиях, когда монолитные несущие элементы выходят на фасад [82-84]
- в случае исправления конструктивных и технологических ошибок: растворные швы большой толщины, высокотеплопроводные стыки кладки с другими элементами [54, 85]

Однако подобный метод борьбы с «мостиками холода» является неэффективным в экономическом плане, а также требует проверки влажностного режима конструкции, так как в толще кладки или на границах слоев данной многослойной конструкции может образовываться конденсат. Накопление влаги в кладке ведет к промерзанию кладки зимой и снижению срока службы конструкции. [86-92]

Использование «теплого» кладочного раствора помогает значительно снизить теплопроводность кладки, но при этом остаются другие недостатки, присущие кладочному раствору, такие как:

- бóльшая трудоемкость подготовительных работ по сравнению с пенополиуретановым клеем (необходимость «мокрых» процессов)
- низкая производительность труда при возведении конструкций
- затраты на транспортировку смеси

- необходимость внешнего отделочного слоя для улучшения эстетического вида здания

- стоимость «теплого» кладочного раствора при этом превышает стоимость обычного кладочного раствора на 15-20 процентов

6. Заключение

В результате проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

1. Широкое применение газобетонных блоков автоклавного твердения в строительстве является оправданным благодаря конкурентным преимуществам данного материала.

2. И цементно-песчаный раствор (или клей), и пенополиуретановый клей имеют свои достоинства и недостатки. Однако применение пенополиуретанового клея в кладке может снизить трудозатраты, ускорить процесс строительства, повысить теплотехническую однородность кладки.

3. Исследованность характеристик пенополиуретанового клея является недостаточной. Особое внимание стоит уделить проведению испытаний по определению долговечности пенополиуретанового кладочного шва и кладки в целом, что поможет спрогнозировать поведение конструкции в будущем.

4. При рассмотрении других методов предотвращения тепловых потерь через «мостики холода» в кладке выявлено, что они помогают решить данную проблему, но при этом являются недостаточно эффективными или экономически нецелесообразными.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 15.13330.2012 (Актуализированная редакция СНиП II-22-81*). Каменные и армокаменные конструкции.

2. СТО 501-52-01-2007. Часть I. Издание второе, дополненное. Проектирование и возведение ограждающих конструкций жилых и общественных зданий с применением ячеистых бетонов в Российской Федерации.

3. ГОСТ 25485-89. Бетоны ячеистые. Технические условия.

4. ГОСТ 31359-2007. Бетоны ячеистые автоклавного твердения. Технические условия.

5. Горшков А. С., Гладких А. А. Влияние растворных швов кладки на параметры теплотехнической однородности стен из газобетона // Инженерно-строительный журнал. 2010. №3. С. 39-42.

6. ГОСТ 31360-2007. Изделия стеновые неармированные из ячеистого бетона автоклавного твердения. Технические условия. МНТКС, 2008.

7. Литвиненко Д. В. Наружные ненесущие стены из ячеистого бетона плотностью D400-D600 в виде блоков для многоэтажных монолитных зданий. Дис. канд. техн. наук. Москва, 2005.

8. Табунщиков Ю. А., Бродач М. М., Шилкин Н. В. Энергоэффективные здания. М.: Авок-Пресс, 2003. 200 с.

9. Малявина Е. Г. Теплопотери здания. М.: АВОК, 2007. 144 с.

10. Руководство по теплотехническому расчету наружных стеновых конструкций жилых и общественных зданий с применением изделия из ячеистого бетона автоклавного твердения в Российской Федерации. Спб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. 40 с.

11. DIN 52612-3 EN-Testing of Thermal Insulating Materials; Determination of Thermal Conductivity by the Guarded Hot Plate Apparatus; Thermal Resistance of Laminated Materials for Use in Building Practice.

12. Горшков А. С., Никифоров Е. С. Инновационная технология возведения стен и перегородок из ячеистобетонных изделий автоклавного твердения на пенополиуретановый клей // НПК «Современный автоклавный газобетон». 2013. №5. С. 19-26.

13. Горшков А. С., Никифоров Е. С., Ватин Н. И. Инновационная технология возведения стен из газобетонных блоков на полиуретановый клей // Технологии бетонов. 2015. № 9-10. С. 50-55.

14. Глумов А. Кладка на полиуретановых составах: как устранить мостики холода // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2014. №4. С. 30-31.

15. Горшков А. С., Ватин Н. И. Свойства стеновых конструкций из ячеистобетонных изделий автоклавного твердения на полиуретановом клее // Инженерно-строительный журнал. 2013. №5. С. 5-19.

16. Lu S., Kasa M., Habian E. Innovation on masonry glued with on-site PU-adhesives // 8th International Masonry Conference 2010. Dresden, 2010.

17. Алфимов С. И. Автоклавные ячеистые бетоны на основе попутно-добываемых песчано-глинистых пород. Дис. канд. техн. наук. Белгород, 2007.

18. Баженов П. И. Технология автоклавных материалов. Л.: Стройиздат, 1978. 368 с.

19. Миронов С. А., Кривицкий М. Я., Малинина Л. А., Малинский Е. Н., Счастный А. Н. Бетоны автоклавного твердения. М.: Изд-во литер. по строительству, 1968. 279 с.

20. Грахов В. П., Мохначев С. А., Акчурин Е. В. Основные факторы, влияющие на издержки при возведении стен // Фундаментальные исследования. 2014. №12. С. 1249-1253.

21. ГОСТ 26254-84. Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций.

22. Семченков А. С., Ухова Т. А., Сахаров Г. П. О корректировке равновесной влажности и теплопроводности ячеистого бетона // Строительные материалы. 2006. №6. С. 4-7.

23. Гринфельд Г. И. Эксплуатационные характеристики автоклавного газобетона марки по средней плотности D400 // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2013. №5. С. 28-57.

24. Нгуен Тхань Киен, Кудряшов В. А. Огнестойкость автоклавного ячеистого бетона на основе экспериментальных диаграмм деформирования после высокотемпературного нагрева // Вестник университета гражданской защиты МЧС Беларуси. 2016. №2. С. 10-19.

25. Нгуен Тхань Киен, Кудряшов В. А., Дробыш А. С. Моделирование прогрева конструкций из автоклавного ячеистого бетона в условиях пожара // Вестник университета гражданской защиты МЧС Беларуси. 2016. №2. С. 20-31.

26. Деркач В. Н., Орлович Р. Б. Трещиностойкость каменных перегородок // Жилищное строительство. 2012. №8. С. 34-37.

27. Пинскер В. А., Вылегжанин В. П., Гринфельд Г. И. Прочность и деформативность стен из газобетона низкой плотности. Сб. докладов конференции «Ячеистые бетоны в современном строительстве – 2008», 10-12 сентября 2008г. СПб.

28. Онищик Л. И. Прочность и устойчивость каменных конструкций. М.-Л.: Главная редакция строительной литературы, 1937. 564 с.

29. Грановский А. В., Джамуев Б. К. Повышение прочности стен из ячеисто-бетонных блоков // Жилищное строительство. 2011. №9. С. 39-43.

30. Гайовник Р., Сечковски Я. Сопротивление сжатию стены из автоклавного газобетона согласно ЕС6 в избранных странах // Справочник для проектирующих и строящих из газобетона. 2011. №1. Warszawa. Poland.

31. Вылегжанин В. П., Пинскер В. А., Гринфельд Г. И. Крепление навесных конструкций к газобетонным стенам // Евростройо. №4. 2014. С. 37-40.

32. Технический отчет по теме «Прочностные испытания различных типов анкерных креплений в газобетонные блоки «Ytong», изготовленные ЗАО «Кселла-Аэроблок-Центр», с учетом их влажности». М.: ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, 2009.

33. Гринфельд Г. И. Ограждающие конструкции из газобетонных блоков с облицовкой навесными фасадами // Строительные материалы. 2009. №10. С. 75-76.

34. Вишневский А. А., Гринфельд Г. И., Куликова Н. О. Анализ рынка автоклавного газобетона России // Строительные материалы. 2013. №7. С. 40-44.

35. Жиронкин П. В., Геращенко В. Н., Гринфельд Г. И. История и перспективы промышленности керамических строительных материалов в России // Строительные материалы. 2012. №5. С. 13-18.

36. Левченко В. Н., Гринфельд Г. И. Производство автоклавного газобетона в России. История, современность, перспективы // Научно-практическая конференция «Современное производство автоклавного газобетона»: сборник докладов. Под ред. Научно-технического совета Национальной Ассоциации Производителей Автоклавного Газобетона. Санкт-Петербург, 2011. С. 5-9.

37. Граник Ю. Г. Ячеистый бетон в жилищно-гражданском строительстве // Строительные материалы. 2003. №3. С. 2-6.

38. Гринфельд Г. И. Производство автоклавного газобетона в России: история, современность, перспективы // Материалы семинара «Применение современного автоклавного газозолобетона в строительстве». Декабрь 2010 г. Екатеринбург, 2010. С. 26-31.

39. Гринфельд Г. И. Практика применения автоклавного ячеистого бетона в наружных ограждениях каркасных зданий Санкт-Петербурга // Жилищное строительство. 2008. №6. С. 28-31.

40. Феофанов Г. Л. Учет экологического и энергетического факторов при обосновании стратегии развития промышленности строительных материалов на перспективу // Экономика природопользования. 2009. №6.

41. Грахов В. П., Мохначев С. А., Чиркова Д. С. Кластерная политика в регионе: особенности реализации // Региональная экономика: теория и практика. 2014. №28. С. 11-17.

42. Гринфельд Г. И. Ограждающие конструкции с применением автоклавного газобетона в Санкт-Петербурге: проблемы, пути решения. ALITinform: Цемент. Бетон. Сухие смеси. 2010. №1. С. 76-82.

43. Галкин С. Л. Применение ячеистобетонных изделий. Теория и практика. Минск: Стринко, 2006. 448 с.

44. Сомов Н. В. Проблемы развития российской силикатной промышленности // Строительные материалы. 2013. №3. С. 48-49.

45. Вылегжанин В. П., Пинскер В. А. Газобетон в жилищном строительстве и перспективы его производства и применения в Российской Федерации // Строительные материалы. 2009. №1.

46. Сажнев Н. П. Ячеистый бетон в Республике Беларусь // Опыт производства и применения ячеистого бетона автоклавного твердения: материалы 8-й Международной научно-практической конференции. Минск, 2014. С. 5-9.

47. Сажнев Н. П. Производство ячеистых бетонов в Беларуси на современном этапе // Белорусский строительный рынок. 2011. №5. С. 8-16.

48. Миронов С. А. Применение газобетона в Швеции // Строительные материалы. 1964. №2. С. 38-39.

49. Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten. Teil 1–1: Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk: EN 1996-1-1:2005. Berlin: Deutsches Institut für Normung, 2005. 127 p.

50. Фискинд Е. С., Ухова Т. А. Автоклавный ячеистый бетон – экономичный и эффективный материал для строительства любой этажности // Строительные материалы. 2007. №7. С. 8-9.

51. Ухова Т. А., Паплавскис Я. М., Гринфельд Г. И., Вишневский А. А. Разработка межгосударственных стандартов взамен ГОСТ 21520-89 и

ГОСТ 25485-89 в части ячеистых бетонов автоклавного твердения // Строительные материалы. 2007. №4. С. 10-12.

52. Кузнецов Д. В. Методы защиты наружных стен зданий на основе автоклавных газобетонных блоков // Дисс. на соиск. учен. степ. к.т.н. Уфа. 2006. 153 с.

53. Научно-технический отчет «Исследование физико-механических свойств материала Baumit Artoplast, предназначенного для тонкослойного оштукатуривания наружных стен на основе блоков из автоклавного газобетона». ГОУ ВПО Уфимский ГНТУ. Кафедра строительных конструкций.

54. Тарасюк П. Н., Ващенко Д. А., Трубаев П. А., Радченко В. В. Анализ сопротивления ограждающих конструкций различного типа по результатам инструментальных измерений // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. №2. С. 152-158.

55. Дементьев А. Г. Структура и свойства газонаполненных полимеров. Дис. д-ра. техн. наук. Москва, 1997.

56. Лысенко Н. В. Прогнозирование и технологические условия повышения долговечности пенополиуретана для строительных изделий. Дис. канд. техн. наук. Тамбов, 2007.

57. Гончарова М. А., Бондарев Б. А., Проскурякова А. О. Прогнозирование долговечности наполненного пенополиуретана в кровельной сэндвич-панели // Научный вестник Воронежского ГАСУ. Строительство и архитектура. 2014. №3. С. 31-37.

58. Саундерс Дж. Х. Химия полиуретанов. М.: Химия, 1968. 470 с.

59. Дементьев М. А. Старение отходов пенополиуретанов при воздействии различных факторов окружающей среды. Дис. канд. техн. наук. Владимир, 2000.

60. Горшков А. С., Гринфельд Г. И., Мишин В. Е., Никифоров Е. С., Ватин Н. И. Повышение теплотехнической однородности стен из ячеистобетонных изделий за счет использования в кладке полиуретанового клея // Строительные материалы. 2014. №5. С. 57-64.

61. Горяйнов Г. И., Саракуз О. Н. Термостойкие полиуретановые клеи // Инновации в науке. 2017. №7-2. С. 43-47.

62. Гринфельд Г. И., Харченко А. П. Сравнительные испытания фрагментов кладки из автоклавного газобетона с различным исполнением кладочного шва // Жилищное строительство. 2013. №11. С. 30-34.

63. Техническое заключение о возможности использования полиуретанового клея в виде пены «TYTAN PROFESSIONAL. Клей для кладки газобетона и керамических блоков» для кладки стен из газобетонных блоков автоклавного твердения и других кладочных материалов с гладкими поверхностями в условиях России. М.: ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, 2016.

64. Горшков А. С. Принципы энергосбережения в зданиях // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2014. №7. С. 26-35.

65. Деркач В. Н. Прочность и деформативность каменной кладки из ячеисто-бетонных блоков автоклавного твердения на полиуретановых швах. Часть 1. Прочность и деформативность при сжатии // Строительные материалы. 2017. №5. С. 29-32.

66. Jager A., Kuhlemann C., Habian E., Kasa M., Lu S. Verklebung von Planziegelmauerwerk mit Poliurethankleben // Mauerwerk. 2011. Vol. 15. No.4. Pp. 223-231.

67. Graubohm M., Brameshuber W. Investigations on the gluing of masonry units with polyurethane adhesive // 8th International Masonry Conference 2010. Dresden, 2010.

68. Schloeglmann K. H. Long-Term Behavior of PUR-Glued Clay Block Masonry // Proceedings of the 14th International Brick and Block Masonry Conference, Sydney, 17 – 20 February 2008. Callaghan: University of Newcastle, 2008.

69. Marzahn G. Dry-Stacked Post-Tensioned Masonry; load bearing and deformation behavior // Forschung fur die Praxis. Stuttgart: Teubner, 2000.

70. Klouda J. K. Research, evaluation and approval of masonry made of clay blocks with PU-adhesives // 8th International Masonry Conference 2010. Dresden, 2010.

71. Brameshuber W., Graubohm M. Test Report: M 1341: Investigation on the Flexural Load Bearing Capacity of Masonry with Polyurethane Adhesive. Unpublished, Aachen, 2009.

72. Heuer R., Seltenhammer A.: Untersuchungen der technischen Eigenschaften sowie Festlegung der zu deklarierenden Werte des Mauerwerksklebers DRYFIX extra der Fa. Wienerberger Ziegelindustrie GmbH. auf Polyurethanbasis fur die Erlangung einen Osterreichischen Technischen Zulassung (OTZ). Unpublished, Technical University Vienna, 2009.

73. Lu S., Kasa M. Seismic test program of special designed clay blocks due to earthquake resistance by Wienerberger consisting real scale shaking table-, cyclic shear-, diagonal tension and compression tests // Proceedings of the 14th World Conference on Earthquake Engineering. China, Beijing, 2008.

74. Wojcik M. Nowe technologie – deweloperski sposob na biznes // Ceramika Budowana. 2011. No.4. Pp. 23-25.

75. Jasche R. Geklebte Ziegel // OIB aktuell. 2009. No.3. Pp. 22-25.

76. Научно-технический отчет по теме: «Исследование прочности и деформативности кладки из газобетонных блоков Н+Н марки по плотности D400 на полиуретановом клее Soudabond-EASY при сжатии» / ЗАО «Испытательный центр ВНИИГС».

77. Грановский А. В., Джамуев Б. К., Вишневский А. А., Гринфельд Г. И. Экспериментальное определение нормального и касательного сцепления кладки из ячеисто-бетонных блоков автоклавного твердения на различных клеевых составах // Строительные материалы. 2015. №8. С.22-26.

78. Петрова М. А. Технологии создания теплого и уютного дома // Сухие строительные смеси. 2015. №6. С.31-33.

79. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий.

80. Кнатько М. В., Ефименко М. Н., Горшков А. С. К вопросу о долговечности и энергоэффективности современных ограждающих стеновых конструкций жилых, административных и производственных зданий // Инженерно-строительный журнал. 2008. №2. С. 50-53.

81. Semenov V. S., Oreshkin D. V., Rozovskaya T. A. Light-weight masonry mortars with hollow glass microspheres for winter conditions // Applied mechanics and materials. 2014. №467. Pp. 247-252.

82. Грахов В. П. Возведение зданий с монолитным каркасом. Ижевск, 2014.

83. Кислякова Ю. Г. Технология усиления ленточных фундаментов при реконструкции здания // Научные и методические проблемы подготовки конкурентоспособных специалистов для Удмуртии: материалы научно-методической конференции. Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2007. С. 370-373.

84. Литвиненко Д.В. Наружные ненесущие стены из ячеистого бетона плотностью D400-D600 в виде блоков для многоэтажных монолитных зданий: дис. канд. техн. наук. М. 2005. 178 с.

85. Гринфельд Г. И., Куптараева П. Д. Кладка из автоклавного газобетона с наружным утеплением. Особенности влажностного режима в начальный период эксплуатации // Инженерно-строительный журнал. 2011. №8. С. 41-50.

86. Гринфельд Г. И., Морозов С. А., Согомонян И. А., Зырянов П. С. Влажностное состояние современных конструкций из автоклавного газобетона в условиях эксплуатации // Инженерно-строительный журнал. 2011. №2. С. 33-38.

87. Ватин Н. И., Глумов А. В., Горшков А. С. Влияние физико-технических и геометрических характеристик штукатурных покрытий на влажностный режим однородных стен из газобетонных блоков // Инженерно-строительный журнал. 2011. №1. С. 28-33.

88. Киселев И. Я. Метод расчета равновесной сорбционной влажности строительных материалов // Вестник МГСУ. 2011. №3. Т.2. С. 92-98.

89. Drochytka R., Zach J. The study of thermal and moisture behavior of autoclaved cellular concrete // Materials of 5th International Conference on AAC “Securing a sustainable future”. University of Technology and Life Sciences Press, Bydgoszcz, 2011. Pp. 201-207.

90. Козлов В. В. Метод инженерной оценки влажностного состояния современных ограждающих конструкций с повышенным уровнем теплозащиты при учете паропроницаемости, влагопроводности и фильтрации воздуха: дисс. канд. техн. наук. М., 2004. 161 с.

91. Ватин Н. И., Горшков А. С., Гринфельд Г. И., Пестряков И. И. Влажностный режим стеновой ограждающей конструкции, выполненной

из газобетонных блоков автоклавного твердения с облицовочным слоем из лицевого силикатного кирпича // Строительная теплофизика и энергоэффективное проектирование ограждающих конструкций зданий: сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции /под науч. ред. Н. И. Ватина. Спб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. С. 56-70.

92. Руководство по расчету влажностного режима ограждающих конструкций зданий / НИИСФ. М.: Стройиздат, 1984. 168 с.

УДК 69

Э. А. Галиханова, И. А. Коваленко
ФГБОУ ВПО «СПбПУ», Россия
Galikhanova E.A., Kovalenko I.A.
FSEI HPL «SPbPU», Russia

ПОЛИУРЕТАНОВЫЙ ЭЛАСТОМЕР КАК УПРУГИЙ МАТЕРИАЛ В СЕЙСМОЗАЩИТЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
POLYURETHANE ELASTOMER AS AN ELASTIC MATERIAL IN SEISMIC PROTECTION OF BUILDINGS AND STRUCTURES

Аннотация. Статья посвящена вопросу сейсмозащиты зданий и сооружений. Выбран один из наиболее распространённых видов точечных опор, которые представляют собой слоистые конструкции попеременно уложенных листов упругого элемента и металла. За упругий материал, как обладающим наилучшими характеристиками, выбран полиуретановый эластомер. Были проведены опыты на осевое сжатие для сравнения механических характеристик пяти различных марок полиуретанов при разных температурных условиях. Составлена сравнительная таблица изменения модуля упругости при температуре близкой к комнатной и повышенной температуре.

Ключевые слова: строительство, сейсмозащита, эластомеры, эластомерные опоры.

Abstract. The article deals to the issue of seismic protection of buildings and structures. One of the most common types of point supports is chosen, which are layered constructions of alternately laid sheets of the elastic element and metal. For elastic material, as having the best characteristics, a polyurethane elastomer is chosen. Experiments on axial compression were performed to compare the mechanical characteristics of five different brands of polyurethanes under different temperature conditions. A comparative table is made of the modulus of elasticity change at a temperature close to room temperature and elevated temperature.

Key words: construction, seismic protection, elastomers, elastomeric bearings.

Ежегодно на планете происходит множество землетрясений и, как показывает практика, многие здания не выдерживают полученной нагрузки. Вопрос о совершенствовании сейсмической стойкости зданий, поиск рациональных, надежных и экономичных методов защиты на сегодняшний день продолжает быть актуальным.

При строительстве зданий и сооружений необходимо учитывать сейсмическую активность в зоне строительства и предпринимать необходимую сейсмозащиту. Так как вследствие увеличения прочности здания, а значит и массы, увеличивается и его инерционная нагрузка, то более рациональным путем является использование различных сейсмозащитных устройств.

Одно из направлений сейсмоизоляции, получившее особое распространение в США, Англии, Франции и также Новой Зеландии, стало использование резинометаллических опор, устанавливаемые между фундаментом и несущими конструкциями здания. В первое время такие опоры применялись в строительстве сейсмостойких опор мостов, и в дальнейшем уже более усовершенствованные опоры начали применяться в сейсмозащите зданий. К примеру, французские опоры системы GAPEC (рис.1) представляют собой слоистую конструкцию, которая состоит из чередующихся стальных листов и неопрена. В горизонтальной плоскости опоры обладают жесткостью примерно в 100 раз меньшей, чем в вертикальной, чтобы обеспечить возможность упругого бокового перемещения [2].

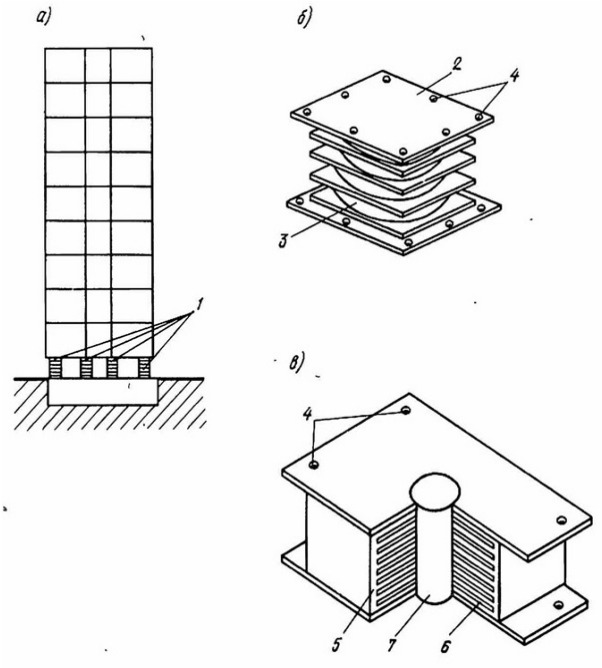


Рис. 1. Сейсмоизоляция здания с помощью резинометаллических опор [3]:
а – схема установки опоры; б – схема конструкции опоры GAPEC;
в – схема конструкции опоры, разработанной в Новой Зеландии;
1 – опора; 2 – стальная плита; 3 – слой неопрена;
4 – отверстия для анкерных болтов; 5 – резина; 6 – сталь; 7 – свинец

На сегодняшний день такой вид опор используется с эластомером в качестве упругого материала.

Эластомерная опора со свинцовым сердечником обладает следующими преимуществами:

1. Высокая вертикальная жёсткость за счёт свинцового сердечника;

2. Высокая горизонтальная жёсткость при слабых горизонтальных нагрузках (ветровая нагрузка, землетрясение малой интенсивности);

3. Низкая горизонтальная жёсткость при сильных горизонтальных нагрузках;

4. Высокая способность к диссипации энергии (ξ, в % от критического: 15-35%) [4].



Рис. 2. Справа образец сразу после 30% деформации,
слева - образец в естественном состоянии

Из всех эластомерных опор наибольшее распространение получили именно опоры со свинцовыми сердечниками.

Немаловажную роль играет выбор материала для упругих элементов с наибольшей энергоемкостью. Один из наиболее подходящих материалов для такой опоры является полиуретановый эластомер. Полиуретановые эластомеры характеризуются высокими значениями прочности и сопротивления раздиру, износостойкостью. От других эластомеров они отличаются:

– исключительной стойкостью к истиранию, во много раз больше, чем у резины и низкоуглеродистых сплавов;
– прочностью на растяжение и сопротивлением надрыва;
– хорошим гашением вибраций;
– устойчивостью к воздействию атмосферных факторов.

По характеристикам ожидаемого сейсмического воздействия на конкретной площадке строительства, а также по конструктивному решению здания и эксплуатационным требованиям, выдвигаемым к нему, можно выбрать тот или иной вид опоры с подходящими характеристиками материалов. Так как существуют и продолжают появляться новые марки полиуретанов, необходимо изучать их поведение в различных климатических условиях, то есть исследовать влияния температуры на прочностные характеристики полиуретанов.

Был проведен опыт с целью сравнения поведения полиуретанов при осевом сжатии при температуре близкой к комнатной (t=15°C) и повышенной температуре (t=60°C) в зависимости от состава материалов. Испытывалось 5 марок полиуретанов. Образцы представляли собой цилиндры с размерами d = 40 мм; h = 40 мм.

При испытаниях записывались диаграммы сжатия, по которым затем определялись механические характеристики, в первую очередь, нормальный модуль упругости при сжатии Ес. Определение Ес выполнялось по формуле:

$$E = \frac{N \cdot h}{\Delta h' \cdot F}$$

где Nc – нагрузка, соответствующая относительной деформации ε = 0,2, что составляет в абсолютных величинах Δh = 8 мм;

$\Delta h'$– абсолютная деформация образца, равная $\Delta h' = \Delta h - \Delta h_м$,

$\Delta h_м$ – деформация испытательной машины при нагрузке N.

Коэффициент рассеивания энергии **ψ** равен отношению площади петли гистерезиса к площади диаграммы сжатия.

$$\psi = \frac{\int_0^{\lambda max} N1 \cdot dx - \int_0^{\lambda max} N2 \cdot dx}{\int_0^{\lambda max} N1 \cdot dx} * 100\%$$

Результаты, полученные из опытов, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Марка полиуретана	Модуль упругостипри комнатной температуре, кН/м^2	Модуль упругости при повышенной температуре, кН/м^2
15s27	33695,9	25363,4
L167	26487,9	14343,8
LF751+L167+Mokko	105357,5	63738,7
LF751D+L167+Mokko	62342,4	36990,3
V8000+7561+BDO	56205,7	28733,3

При релаксации образцы постепенно самостоятельно возвращаются в первоначальное состояние. При попытке проведения испытаний при большей деформации (90%) образец в большинстве случаев, не разрушался, на максимальной нагрузке оборудования образец практически прекращал деформацию.

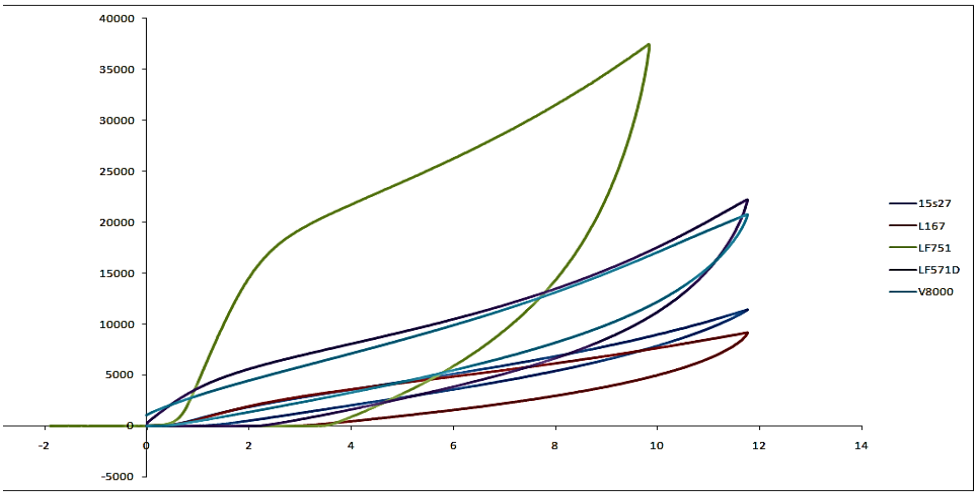


Рис. 3. Диаграммы сжатия образцов при t=15°C

Итогом работы является сравнение механических свойств нескольких марок полиуретанов при различных температурных условиях при осевом сжатии и релаксации, вычисление модуля упругости для каждого образца и их сравнение.

Возрастание модуля упругости при увеличении скорости нагружения имеет экспоненциальный характер; это позволяет ввести для эластомеров новую механическую характеристику – динамический модуль упругости, который больше статического. Необходимо изучить характеристики данных марок полиуретанов при циклическом воздействии в различных температурных условиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. В.А. Тарасов, М.Ю. Барановский , А.В. Редькин , Е.А. Соколов , А.С. Степанов. Системы сейсмоизоляции// Строительство уникальных зданий и сооружений. ISSN 2304-6295. 4 (43). 2016. 117-140.

2. Википедия: свободная энциклопедия. [Электронный ресурс]: https://ru.wikipedia.org/wiki.

3. Чигринская Л.С Сейсмостойкость зданий и сооружений. Учебное пособие. Ангарская государственная техническая академия. – Ангарск: Изд-воАГТА,2009.–107.[Электронный ресурс]: http://www.studfiles.ru/preview/5284061.

4. Lysmer J., Waas G. Shear Waves in Plane Infinite Structures // Journ. Engng. Mech. Div., ASCE. 1972. Vol.98, No EMI. P. 85-105.

УДК 697

Л. А. Герасимова, Д. Д. Норсонова, Н. А. Матвеева
ФГАОУ ВО «СПбПУ Петра Великого», Россия
Gerasimova L.A., Norsonova D.D.,. Matveeva N.A
FSAEI HE «Peter of the Great SPbSPU»

ПРИМЕНЕНИЕ СЕЗОННОГО АККУМУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОТЫ В СИСТЕМАХ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)
THE APPLICATION OF HEAT STORAGE IN SYSTEMS OF HOUSING AND COMMUNAL SERVICES IN REPUBLIC OF SAKHA (YAKUTIA)

Аннотация: Солнце самый доступный и неисчерпаемый из всех источников энергии, которые природа дарит человеку. В течение недели количество солнечной энергии, поступающей на поверхность Земли, превышает энергию всех мировых запасов нефти, газа и угля. В Республике Саха (Якутия) годовое количество суммарной солнечной радиации варьируется от 3225 МДж/м2 на севере, до 5030 МДж/м2 на юге, а продолжительность солнечного сияния составляет от 1300 до 2300 и более часов в году. При этом, не менее 77% этой энергии приходится на сезон с марта по август. Накопление и последующее использование части солнечной энергии в системах ЖКХ может снизить затраты и повысить надежность инженерных сетей.

Ключевые слова: солнечная энергия, солнечные коллекторы, солнечная электростанция, накопители энергии, Республика Саха (Якутия).

Abstract: The sun is the most inexhaustible of all energy sources that nature gives to people. During the week the amount of solar energy received at the Earth's surface exceeds the energy of all global reserves of oil, gas and coal. In the Republic of Sakha (Yakutia) the annual amount of total solar radiation varies from 3225 MJ/m^2 in the North, to 5030 MJ/m^2 in the South, and the sunshine duration ranges from 1300 to 2300 hours or more in a year. At least 77% of this energy falls from March to August. The accumulation and subsequent use of the solar energy systems, utilities can reduce costs and increase reliability of engineering networks.

Key words: solar energy, solar collectors, solar power plant, heat storage storage, Republic of Sakha (Yakutia).

На сегодняшний день в Республике Саха (Якутия) годовое количество суммарной солнечной радиации варьируется от 3225 МДж/м^2 на севере, до 5030 МДж/м^2 на юге, а продолжительность солнечного сияния составляет от 1300 до 2300 и более часов в году [1]. При этом, не менее 77% этой энергии приходится на сезон с марта по август.

Таблица 1

Суммарные поступления прямой солнечной радиации в различных пунктах Республики Саха (Якутия) , кВт·ч/м^2 [1]

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	В год
Верхоянск	1	42	153	199	186	194	169	141	91	65	8	0	1249
Якутск	16	65	156	176	162	194	183	146	103	50	28	8	1287
Алдан	37	64	127	135	130	171	148	100	77	64	29	26	1108

В качестве сравнения приведем данные по поступлению прямой солнечной радиации на СЭС в Грузии.

Таблица 1

Суммарные поступления прямой солнечной радиации в Грузии , кВт·ч/м^2 [1]

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	В год
Тбилиси	78	82	105	126	159	180	198	182	146	128	90	73	1545
Бакуриани	86	99	136	153	167	196	197	136	183	150	99	97	1699

В Якутии солнечную энергию (СЭ) преобразовывают в электрическую и тепловую энергию. Первое направление заключается в получении горячей воды и дополнительного теплоснабжения для жилых и производственных помещений с помощью плоских солнечных коллекторов (ПСК).

Обыкновенный ПСК может нагревать воду или антифриз до 60 С и более с КПД порядка 50 %. [1] Более эффективными и менее затратными солнечными коллекторами являются установки с вакуумными трубками, в которых теплоноситель нагревается до 100 С. (рис. 1).



Рис. 1. Плоский солнечный коллектор

Следующим направлением использования СЭ является получение электрической энергии с помощью фотоэлектрических панелей (ФЭП). Они обладают рядом достоинств, таких как долговечность, безотказность, экологичность, бесшумность, отсутствие движущихся частей, а также способностью работать и при низких температурах окружающей среды.

В то же время работоспособность таких устройств существенно зависит от времени суток и погодных условий, что является практически основным недостатком.

Радиационные условия республики позволили построить первые солнечные электростанции не только в ее Центральной части, но и далеко

за Полярным кругом. На данный момент в Якутии существуют 13 действующих СЭС (табл.2).

Таблица 2

Действующие СЭС в Якутии [2]

№	название сэс	расположение	количество модулей (панелей), их вид	Мощ-ность, квт	экономия топлива (тонн в год)
1	СЭС Батамай	с.Батамай, Кобяйского улуса	136 монокристаллических модулей	60	17,4
2	СЭС Батагай	пос.Батагай, Верхоянского улуса	360 поликристаллических панелей	1000	300
3	СЭС Бетенкес	с. Бетенкес, Верхоянского улуса	Поликристаллические панели	40	13,3
4	СЭС Джаргалах	с.Джаргалах, Эвено-Бытантайского улуса	20 поликристаллических 20 монокристаллических и 33 аморфных.	15	5,2
5	СЭС Дулгалах	пос.Дулгалах, Верхоянского улуса	80 монокристаллических модулей	20	9,1
6	СЭС Куду-Кюэль	с.Куду-Кюэль Олекминского улуса	80 монокристаллических модулей	20	6,5
7	СЭС Куберганя	с.Куберганя, Абыйского улуса	85 монокристаллических модулей	20	6,5
8	СЭС Столбы	с.Столбы, Верхоянского улуса	Поликристаллические панели	10	3,6
9	СЭС Тойон-Ары	с.Тойон-Ары, Хангаласского улуса	Фотоэлектрическая система	20	7,6
10	СЭС Улуу	с.Улуу, Алданского улуса	75 монокристаллических модулей	20	7,3
11	СЭС Юнкюр	с.Столбы, Верхоянского улуса	Поликристаллические панелей	40	15,7
12	СЭС Ючюгэй	с.Ючюгей, Оймяконского улуса	Монокристаллические панели	30	5,9
13	СЭС Эйик	с.Эйик, Оленекского района	160 монокристаллических модулей	40	11,9

Особого внимания заслуживает необходимость обеспечения выработки электричества и теплоты в периоды темного времени суток или при неблагоприятных погодных условиях. Для этого необходимо включать в систему тепловые накопители энергии. Такой подход позволяет аккумулировать энергию летом и использовать ее зимой, когда количество солнечной радиации мало. Аккумулирование энергии позволяет не только использовать

СЭС в периоды отсутствия солнечного излучения, но и существенно повышает стабильность работы станции в объединенной энергосети при текущих колебаниях СИ или нагрузки. Применение накопителей энергии (НЭ) в составе СЭС даже на сравнительно небольшой период (до 6 часов) позволит выравнивать переменные графики работы, снизить колебания мощности, обеспечить бесперебойное электроснабжение потребителей, что существенно изменит статус СЭС в единой энергосети. Применение НЭ совместно с малой генерацией на органическом топливе широко распространено и позволяет обеспечить стабильное электроснабжение различных потребителей, кроме того происходит снижение затрат топлива, улучшается экологическая ситуация. Типичная схема активной системы с тепловым аккумулированием энергии для получения горячей воды включает первичный контур на антифризе, теплообменник в нижней части аккумулирующего бака и дополнительный нагреватель в верхней части (рис.2).

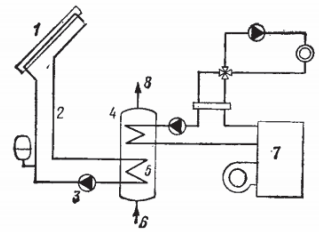


Рис. 2. Схема получения горячей воды для бытовых нужд с использованием солнечной энергии: 1 – солнечные коллекторы; 2 – первичный цикл (антифриз); 3 – циркуляционный насос; 4 – аккумулирующий бак; 5 – солнечный тепло-обменник; 6 – подача холодной воды; 7 – дополнительный нагреватель; 8 – линия подачи. [3]

Эффективность солнечного коллектора снижается с увеличением разности температур первичного контура и окружающей среды, температуру первичного контура следует поддерживать на более низком уровне. Для этого следует обеспечить небольшой перепад температур в теплообменнике, воспрепятствовать перемешиванию в баке и обеспечить подвод тепла только в самую холодную часть бака. Были предложены и разработаны системы аккумулирования на основе использования теплоты фазового перехода для зарядки и разрядки воздухом рис. 3) или водой (рис. 4).

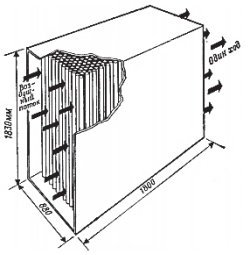


Рис. 3. Блок солнечных энергоаккумулирующих стержней в полиэтиленовых цилиндрах для отопления. [3]

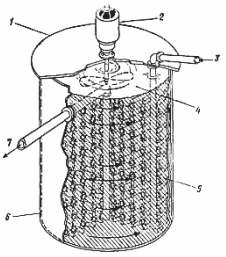


Рис. 4. Агрегат CALMAC для аккумулирования теплоты фазового перехода на Na2S2O3-5H2O или MgCl2-6H2O: 1 – съемная крышка; 2 – двигатель для перемешивания; 3 – вход воды; 4 – гидрат соли; 5 – пластиковый теплообменник; 6 – бак; 7 – выход воды. [3]

Таким образом, теплообменник позволяет проводить одновременно зарядку и разрядку. Каждый теплообменный элемент состоит из внутренней и наружной трубок, тепловой контакт между которыми обеспечивается продольными ребрами из материала с хорошей теплопроводностью (например, алюминия). Кольцевое пространство между ребрами заполнено материалом, аккумулирующим энергию фазового перехода (равную теплоте плавления). В этом варианте система теплового аккумулирования работает как гибридный аккумулятор, в котором используются теплота фазового перехода и теплота нагрева рабочего тела.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Ильин М. М., Тимофеев И. И. Оценка возможностей использования солнечной энергии для целей теплоснабжения в сельской местности Якутской АССР / М.М. Ильин, И.И. Тимофеев // Энергосбережение и нетрадиционные источники энергии в сельской местности. – Иркутск: СЭИ СО АН СССР, 1989. – С. 115-126
2. [Электронный ресурс] http://www.rao-esv.ru/activity/renewable-energy/solar-power/
3. Бекман Г, Гилли П. Тепловое аккумулирование энергии: Пер. с англ. – М.: Мир, 1987. – 272 с.

УДК 69.059

П. А. Гнам
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Россия
Gnam P.A.
FSAI HL «Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University», Russia

ОЦЕНКА ИЗНОСА И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗДАНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА
EVALUATION OF DETERIORATION AND FUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF BUILDINGS IN CAPITAL REPAIR

Аннотация. Число ветхих и аварийных зданий и сооружений с каждым годом увеличивается. К этому могут приводить различные факторы, начиная от обветшания конструкций, и заканчивая причинами стихийного характера. Кроме того, эксплуатация зданий и сооружений ведет к их старению, то есть к физическому износу конструктивных элементов. Поэтому важной становится задача определения фактического технического состояния объекта. Целью данной статьи является проведение анализа техниче-

ского состоянии зданий, основанного на данных из их технико-экономических паспортов. На основании этих данных, а также обзора влияния изменения эксплуатационных характеристик на нормативное техническое состояние зданий и сооружений, выявлена необходимость в разработке новой методики расчета физического износа здания.

Ключевые слова: строительные конструкции, эксплуатационные характеристики, износ, надежность, долговечность, жилой фонд, техническое обследование, капитальный ремонт.

Abstract. The number of dilapidated and emergency buildings and structures is increasing every year. Various factors can lead to this, including obsolescence of structures and natural causes. Besides, maintenance of buildings and structures leads to their aging, that is, to physical wear of structural elements. Therefore, the task of determining the actual technical state of an object becomes important. The purpose of this article is to analyze the technical condition of buildings, based on data from their technical and economic passports. These data, as well as a review of the impact of changes in performance on the normative technical condition of buildings and structures, leads to a necessity of creating a new method of determining the deterioration of buildings.

Key words: building structures, operational characteristics, deterioration, reliability, durability, housing fund, technical survey, capital repair.

Эффективное использование недвижимости всех форм собственности, удовлетворяющее потребностям населения страны, является одной из важнейших целей социальной политики Российской Федерации на современном этапе. Особое внимание уделяется жилищному строительству, так как проблема доступности комфортных условий проживания для всех слоев населения сейчас как никогда актуальна. Это делает жилищное строительство одной из важнейших сфер экономики, и наиболее значимым сегментом рынка недвижимости.

Как показывает статистика, в последние годы наблюдается рост аварий со зданиями и сооружениями. По данным Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ 51% многоквартирных домов нуждается в капитальном ремонте, а согласно Федеральной службе государственной статистики с 1990 года площадь аварийного жилья в России выросла в 7,2 раз, а ветхого в 2,4 раза [1].

К ветхому и аварийному состоянию могут приводить различные факторы, начиная от обветшания конструкций, и заканчивая причинами стихийного характера. Кроме того, эксплуатация зданий и сооружений всегда ведет к их старению, то есть к физическому износу их конструктивных элементов.

С течением времени, даже при нормальных условиях эксплуатации конструкции и оборудование зданий и сооружений стареют и теряют свои первоначальные свойства. В жизненном цикле любого здания можно вы-

делить несколько основных стадий: проектирование, строительство (а также консервация), эксплуатация, реконструкция/капитальный ремонт, снос.

Самым продолжительным и наиболее важным с точки зрения безопасности и комфортности здания является период эксплуатации. Именно во время этого периода происходит снижение прочностных, механических и технологических характеристик здания, иными словами, меняется его техническое состояние. Изменение технического состояния выражается в ухудшении работоспособности отдельных конструктивных элементов здания и связей между ними под действием различных факторов.

Задачей мониторинга технического состояния является поддержание в исправном и пригодном для использования состоянии зданий и сооружений, устранение их физического и морального износа, сохранение заданных эксплуатационных качеств [2].

Физический износ – величина, которая характеризует степень ухудшения технических и эксплуатационных показателей здания, вызванного объективными причинами, на определенный момент времени, в результате чего происходит снижение работоспособности конструкций здания. Иными словами, утрата зданием, его конструктивными элементами и инженерными системами первоначальных параметров эксплуатационных характеристик.

Износ является необратимым процессом, приводящим к разрушению и потере эксплуатационных качеств. Поэтому важной становится задача определения фактического технического состояния объекта, которое является исходным базисом для комфортных условий проживания для всех слоев населения [3-7].

К наиболее эффективным методам сохранения работоспособности конструкций зданий можно отнести качественный уход и надлежащую эксплуатация. При своевременном проведении необходимых профилактических и ремонтных работ значительно увеличивается срок эксплуатации зданий [8]. Однако зачастую для эффективного ремонта или реконструкции становится необходимым оценить физический износ здания или сооружения.

Износ подразделяется на физический и моральный.

Физический износ может определятся как в относительных величинах (%), так и в стоимостном выражении. Для определения процента износа зданий необходимо установить фактическое состояние отдельных участков конструкций, а также их точный срок службы. Эти данные собирают в соответствии с ВСН 53-86 «Правила оценки физического износа жилых зданий» [9], где в таблицах установлены признаки износа, количественная оценка и процент физического износа конструкций и систем, которые имеют свое процентное удельное соотношение относительно всего здания в целом.

Физический износ здания может быть вызван тремя группами факторов:

- внешние воздействия (климатические условия, природные катаклизмы);
- внутренние технологические процессы (естественное старение материалов, характер эксплуатации и т.д.);
- ошибки проектирования и возведения.

Согласно ВСН 53-86 физический износ следует оценивать, сопоставляя признаки физического износа, которые были выявлены в результате обследования, с их значениями, приведёнными в данном документе. Установив износ отдельных конструкций и элементов, вычисляют общую величину физического износа здания или сооружения.

Еще в начале 2000х годов по заказу Жилищного комитета с помощью Санкт-Петербургского государственного инженерно-экономического университета (далее – «ИНЖЭКОН») была разработана так называемая программа паспортизации. Суть программы заключалась в обследовании многоквартирных домов (далее – МКД) с последующим составлением их технико-экономических паспортов (далее – ТЭП) [10].

В ТЭП каждого здания представлены различные данные: общие сведения о доме, данные о проведенных ремонтах, информация о земельном участке, установленном оборудовании и т.д. Однако наиболее важной частью паспорта является ведомость оценки технического состояния МКД. В этом разделе указано техническое состояние дома – характерные повреждения, выявленные при обследовании здания. Сравнивая их с признаками, представленными в таблицах нормативных документов [9], составителями ТЭП определен физический износ того или иного конструктивного элемента. Результаты оценки физического износа основных элементов и систем, а также определения их удельного веса сведены в таблицы.

На основании ведомости оценки технического состояния, Постановлением Правительства Санкт-Петербурга № 84 от 18.02.2014 разработана программа проведения текущего и капитального ремонта зданий [11].

В Региональную программу капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах в Санкт-Петербурге включены все МКД на территории города. Однако, дома, признанные в установленном порядке аварийными и подлежащими сносу либо реконструкции, в данную программу включены не были.

Правительством города определены следующие критерии очередности проведения капитального ремонта:

- физический износ всех конструкций, элементов и инженерных систем зданий;
- срок эксплуатации зданий;
- продолжительность промежутков времени между капитальными ремонтами;

- техническое состояние конструкций [12-13].

В данной статье для анализа был выбран список многоквартирных домов по проведению капитального ремонта общего имущества Калининского района в Санкт-Петербурге в 2018 году [1].

Калининский район был выбран так как он является одним из крупнейших по численности административным районом города, с общей численностью населения – 530163 человек. Кроме того, здания в данном районе отличаются разнообразными эксплуатационно-техническими характеристиками.

В контрольный список входит 44 дома, введенных в эксплуатацию в 1900-1982гг. Типы рассматриваемых зданий и их количество представлены в табл. 1.

Таблица 1

Типы МКД для анализа

Тип МКД	Количество зданий, шт
Дореволюционные дома	5
«Сталинские» дома	4
«Хрущевки» кирпичные	2
«Хрущевки» панельные	5
Кирпичные дома 1970-1980гг	6
Панельные дома 1970-1980гг	16
Панельные дома после 1980г	3
Кирпичные дома после 1980г	3

Был проведен сбор сведений о техническом состоянии зданий из данного списка, основанного на данных из их технико-экономических паспортов.

Известно, что физический износ здания следует определять по формуле:

$$\Phi_з = \sum_{i=1}^{i=n} \Phi_{ki} \times l_i,$$

где $\Phi_з$ – физический износ здания, %; Φ_{ki} – физический износ отдельной конструкции, элемента или системы, %; l_i – коэффициент, соответствующий доле восстановительной стоимости отдельной конструкции, элемента или системы в общей восстановительной стоимости здания; n – число отдельных конструкций, элементов или систем в здании [9].

Перемножив столбцы с расчетным удельным весом и физическим износом элементов, получим средневзвешенное значение для каждого элемента. Сумма этих значений и дает износ по зданию в целом.

В дальнейшем был определен общий процент износа для каждого здания из контрольного списка; результаты занесены в табл. 2.

Таблица 2

Список МКД для капитального ремонта общего имущества Калининского района в Санкт-Петербурге в 2018 году

№ п/п	Адрес МКД	Год ввода в эксплуатацию	Тип МКД	Износ, %
1	Академика Лебедева ул., д.12 лит.А	1912	Дореволюционной постройки, не прошедшие капитальный ремонт	42.520
2	Академика Лебедева ул., д.20 лит.А	1917	Дореволюционной постройки, не прошедшие капитальный ремонт	44.458
3	Бестужевская ул., д.31 корп.1 лит.А	1970	Панельные, постройки 1970-1980	30.620
4	Вавиловых ул., д.11 корп.1 лит.А	1968	Панельные, постройки 1970-1980	33.552
5	Вавиловых ул., д.5 корп.1 лит.А	1969	Панельные, постройки 1970-1980	32.875
6	Вавиловых ул., д.7 корп.2 лит.А	1968	Панельные, постройки 1970-1980	35.213
7	Вавиловых ул., д.9 корп.1 лит.А	1968	Панельные, постройки 1970-1980	32.931
8	Гражданский пр., д.23 корп.2 лит.А	1965	«Хрущевки» кирпичные, постройки 1957-1970	31.267
9	Гражданский пр., д.23 корп.4 лит.А	1964	«Хрущевки» кирпичные, постройки 1957-1970	50.133
10	Гражданский пр., д.73 лит.А	1968	Панельные, постройки 1970-1980	24.059
11	Гражданский пр., д.92 корп.2 лит.А	1968	Панельные, постройки 1970-1980	32.187
12	Гражданский пр., д.94 корп.1 лит.А	1968	Панельные, постройки 1970-1980	32.636
13	Демьяна Бедного ул., д.24 корп.1 лит.А	1972	Кирпичные, постройки 1970-1980	30.597
14	Демьяна Бедного ул., д.28 корп.1 лит.А	1972	Кирпичные, постройки 1970-1980	38.999
15	Демьяна Бедного ул., д.8 корп.1 лит.А	1982	Кирпичные «Новое строительство», постройки после 1980	27.551
16	Демьяна Бедного ул., д.8 корп.2 лит.А	1972	Панельные, постройки 1970-1980	31.877
17	Киришская ул., д.5 лит.А	1970	Панельные, постройки 1970-1980	29.307
18	Киришская ул., д.7 лит.А	1977	Кирпичные, постройки 1970-1980	35.296
19	Кондратьевский пр., д.33 лит.А	1976	Кирпичные, постройки 1970-1980	29.635
20	Кондратьевский пр., д.48 лит.А	1936	«Сталинские», постройки 1931-1956	38.420
21	Лабораторная ул., д.8/53 лит.А	1954	«Сталинские», постройки 1931-1956	35.965
22	Лесной пр., д.9 лит.А	1900	Дореволюционной постройки, не прошедшие капитальный ремонт	38.342

23	Маршала Блюхера пр., д.12 зд. 157 лит.АЗ	1917	Дореволюционной постройки, не прошедшие капитальный ремонт	ТЭП в разработке
24	Маршала Блюхера пр., д.33 лит.А	1961	«Хрущевки» панельные, постройки 1957-1970	36.193
25	Науки пр., д.8 корп.1 лит.А	1968	Панельные, постройки 1970-1980	31.751
26	Пискаревский пр., д.18 лит.А	1982	Кирпичные «Новое строительство», постройки после 1980	20.783
27	Пискаревский пр., д.26 лит.А	1970	Кирпичные, постройки 1970-1980	39.340
28	Политехническая ул., д.29 корп.1 лит.Е	1901	Дореволюционной постройки, не прошедшие капитальный ремонт	ТЭП в разработке
29	Просвещения пр., д.78 лит.А	1979	Кирпичные, постройки 1970-1980	18.011
30	Светлановский пр., д.34 лит.А	1980	Панельные «Новое строительство», постройки после 1980	24.677
31	Светлановский пр., д.58 корп.3 лит.А	1980	Кирпичные «Новое строительство», постройки после 1980	27.225
32	Северный пр., д.65 корп.1 лит.А	1968	Панельные, постройки 1970-1980	27.438
33	Северный пр., д.77 корп.4 лит.А	1969	Панельные, постройки 1970-1980	32.802
34	Софьи Ковалевской ул., д.1 корп.1 лит.А	1965	Панельные, постройки 1970-1980	30.138
35	Софьи Ковалевской ул., д.4 лит.А	1972	Панельные, постройки 1970-1980	30.125
36	Суздальский пр., д.63 корп.3 лит.А	1972	Панельные, постройки 1970-1980	29.997
37	Тихорецкий пр., д.37 лит.А	1980	Панельные «Новое строительство», постройки после 1980	23.160
38	Тихорецкий пр., д.7 корп.5 лит.А	1952	«Сталинские», постройки 1931-1956	36.110
39	Тихорецкий пр., д.7 корп.6 лит.А	1951	«Сталинские», постройки 1931-1956	38.009
40	Тихорецкий пр., д.9 корп.10 лит.А	1963	«Хрущевки» панельные, постройки 1957-1970	39.759
41	Тихорецкий пр., д.9 корп.2 лит.А	1963	«Хрущевки» панельные, постройки 1957-1970	31.177
42	Федосеенко ул., д.19 лит.А	1960	«Хрущевки» панельные, постройки 1957-1970	34.863
43	Федосеенко ул., д.39 лит.А	1961	«Хрущевки» панельные, постройки 1957-1970	37.751
44	Черкасова ул., д.7 корп.1 лит.А	1981	Панельные «Новое строительство», постройки после 1980	27.827

Как известно, техническое состояние здания определяют, как совокупность свойств, которые характеризуют соответствие объекта нормативным документам, в назначенный момент времени [14]. Таким образом, на

основании физического износа выделяют следующие категории технического состояния:

- износ 0…20 % — хорошее состояние;
- 21…40 % — удовлетворительное;
- 41…60 % — неудовлетворительное;
- 61…80 % — ветхое;
- 81…100 % — негодное.

Отсортировав здания в контрольном списке по их возрасту (где номер 1 – самое старое, а номер 44 – самое новое соответственно), можно выделить некоторую зависимость:



Рис. 1. Зависимость значения физического износа (%) от возраста зданий

Проанализировав полученные результаты, можно увидеть, что здания с наибольшим процентом износа – это самые старые здания, расположенные после сортировки по году введения в эксплуатацию в верхней части списка. И наоборот: здания с наименьшим износом – это более поздние постройки.

Также стоит отметить, что большая часть зданий имеет удовлетворительное состояние. Однако, треть МКД из списка имеет износ более 35 %, что крайне близко к неудовлетворительному состоянию.

Выводы.

Основной задачей капитального ремонта является восстановление первоначальных эксплуатационных характеристик зданий и сооружений. Ряд авторов использует понятие «параметры эксплуатационных качеств зданий» (ПЭК). Под ПЭК понимают обоснованные эксплуатационно-технические характеристики (ЭТХ) конкретной конструкции или ее составных элементов, а также инженерных систем и их совокупностей. В качестве основного эксплуатационного качества зданий и сооружений при ведении капитального ремонта, реконструкции и непосредственной эксплуатации выделяют надежность. Надежность – это свойство объекта вы-

полнять требуемые функции, сохраняя в установленных пределах свои эксплуатационные показатели в течение заданного срока службы. Надежность здания зависит от надежности всех его элементов [15].

Поскольку одной из основных причин потери элементами объектов недвижимости их надежности является их несоответствие современным нормам и стандартам, дальнейшая эксплуатация зависит от своевременного проведения мероприятий по усилению зданий и сооружений, имеющих различные дефекты и повреждения.

Комплексный капитальный ремонт, предусматривающий одновременное восстановление конструкций, инженерного оборудования, отделки и общей комфортности здания, является одним из этих мероприятий. Данный вид ремонта назначается только особо важным зданиям и сооружениям, состояние основных конструктивных элементов которых близко к аварийному.

Выборочный же капитальный ремонт производится в зданиях, в основном находящихся в удовлетворительном состоянии, за исключением некоторых элементов, пришедших в неудовлетворительное состояние. Ремонт таких конструкций производится в первую очередь [16].

Однако, жилые дома и общественные здания дореволюционных и предвоенных лет постройки во многих случаях имеют неравнопрочные конструкции по срокам их службы, что крайне затрудняет определение общего износа здания, и в ряде случаев может привести к недосмотру, ведущему к переходу здания в аварийное состояние.

Недостаточность имеющихся методических данных, и отсутствие системного воздействия на инвестиционно-строительный процесс, крайне затрудняет реализацию программ по обеспечению комфортным и доступным жильем населения, а также поддержанию должного уровня рынка вторичного жилья.

Характеристика существующей застройки может быть получена или дополнена, по результатам обследования технического состояния зданий и сооружений, для чего необходима объективная количественная оценка степени физического и морального износа. Для этого, в дальнейшем, на основании имеющихся статистических данных будет разработана математическая модель новой методики для определения физического износа зданий и сооружений. Она будет опираться на соблюдение должной технологической дисциплины и правил эксплуатации, данные первичного обследования с целью повышения эксплуатационного качества, и состоять в определении коэффициента функциональности эксплуатируемого объекта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Официальный сайт Администрации Санкт-Петербурга [электронный ресурс]: http://gov.spb.ru.

2. Симионова Н.Е. Методы оценки и технической экспертизы недвижимости. Учебное пособие. М.: ИКЦ «Март», 2006.

3. Савицкий В.В. О физическом износе зданий // Жилищное строительство. 1985. № 4.

4. Simankina T., Popova O. Neural network application for scheduling of building constraction repair. Applied Mechanics and Materials. 2014. pp. 1944-1950

5. Simankina T., Braila N. Functional performance of piece of property with account for its level of environmental security. Applied Mechanics and Materials. 2014. pp. 723-727.

6. Симанкина Т.Л., Ширко Н.В. Оценка физического износа зданий с применением визуального моделирования дефектов // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2011. № 7. С. 91-97.

7. Симанкина Т.Л., Ширко Н.В. Создание графических образов физического износа объектов и связанных с ним затрат // Вестник гражданских инженеров. 2011. № 4. С. 30-37.

8. Арискин М.В. Сроки службы зданий: методические указания к самостоятельной работе; под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.П. Скачкова. Пенза: Изд-во ПГУАС, 2014. 14 с.

9. ВСН 53-86 Правила оценки физического износа жилых зданий.

10. Портал «Наш Санкт-Петербург» [электронный ресурс]: http://www.gks.ru.

11. Постановление Правительства Санкт-Петербурга N 84 "О региональной программе капитального ремонта общего имущества в многоквартирном доме в Санкт-Петербурге" от 18 февраля 2014 г.

12. Мищенко В.Я., Головинский П.А., Драпалюк Д.А. Прогнозирование темпов износа жилого фонда на основе мониторинга дефектов строительных конструкций // Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. 2009. № 4 (16). С. 111-117.

13. Рощина С.И. Особенности технической эксплуатации зданий и сооружений. Учебное пособие. Владимир. 2014. 119 с.

14. Гучкин И.С. Диагностика повреждений и восстановление эксплуатационных качеств конструкций. М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2001. 176 с.

15. Ройтман А.Г. Надежность конструкций эксплуатируемых зданий. М.: Стройиздат, 1985. 175 с.

16. Травин В.И. Капитальный ремонт и реконструкция жилых зданий. Учебное пособие для архитектурных и строительных спец. Вузов. Ростов-на-Дону: Изд-во «Феникс», 2002. 256 с.

УДК 69.009

О. С. Гришина, А. В. Савченко, А. П. Маричев, Е. С. Залата
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Россия
Grishina O.S., Savchenko A.V., Marichev A.P., Zalata E.S.
Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University, Russia

КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ ПЛАНА РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА BIM
CONCEPT OF CREATION OF THE BIM EXECUTION PLAN

Аннотация. В статье рассмотрен один из основных документов, необходимых для разработки BIM стандарта организации - план реализации проекта BIM (BEP - BIM Execution Plan). В виду отсутствия установленного на государственном уровне соответствующего стандарта в России, проанализированы и приведены основные составляющие данного документа, необходимые для эффективного использования BIM на основе планов реализации проекта BIM, используемых зарубежными странами. Приведены основные преимущества использования данных планов.

Ключевые слова: BIM Execution Plan, BEP, план реализации проекта BIM.

Abstract. The article considers one of the basic documents which is necessary for the development of the BIM standard of the organization. It is the BIM Execution Plan (BEP). In view of the lack of an appropriate standard at the state level in Russia, the main components of this document that are necessary for the effective use of BIM based on the BIM project implementation plans used by foreign countries are analyzed and presented. The main advantages of using these plans are given.

Key words: BIM Execution Plan, BEP.

Обеспечение информационного сопровождения полного жизненного цикла объекта – основная задача применения BIM (Building Information Model). На начальном этапе строительства здания или сооружения необходимо решить ряд организационных вопросов, связанных с использованием BIM для эффективной реализации комплексного подхода, изначально заложенного в концепции BIM. Данные вопросы прописываются в соответствующей документации, отвечающей за реализацию проекта строительства за счет использования информационной модели [1-7]. Регламентация процессов BIM с помощью специальных документов начинает осуществляться при переходе на второй уровень зрелости BIM. В России на настоящий момент отсутствуют установленные на государственном уровне BIM стандарты, содержащие необходимую для внедрения BIM информацию [8-11]. Но при этом существует ряд компаний – BIM-лидеров, которые оценивают уровень внедрения BIM в их компаниях как переходный на второй

уровень. Поэтому проблема исследования перечня документов, используемых зарубежными странами, достигающими наиболее высокого уровня зрелости BIM, и необходимых для успешной реализации BIM проекта с последующим внедрением данной информации в текущие и будущие отечественные проекты, является особенно актуальной. При этом анализ значительного опыта применения BIM зарубежными странами поможет избежать ошибок, с которыми сталкивались последние [12-17].

Одним из основных и обязательных документов для эффективной реализации BIM проекта является план реализации проекта BIM, определяющий цели использования BIM, процессы его реализации и обмены информацией на основе информационной модели на разных этапах жизненного цикла объекта [19]. Примером такого плана является The Building Information Modelling Execution Plan (BEP) for University of Cambridge, Великобритания [15].

Основные преимущества использования плана реализации проекта BIM заключаются в следующем:

1. Описывается использование BIM в течение всего жизненного цикла здания.

2. Описывается работа всех участников строительства, их коммуникация друг с другом.

3. Имеется возможность совместного использования данных, что обеспечивает прозрачность процесса, так как данные доступны для всех участников проекта и заинтересованных сторон с самого начала проекта.

4. Оптимизируется BIM процесс, который может быть скорректирован за счет совместного решения участников проекта, разрабатывающего данный план, за счет чего происходит экономия времени.

С точки зрения управляющей компании плана реализации проекта BIM разрабатывается как до, так и после заключения контракта между Заказчиком и Исполнителем и определяется как основной документ, отвечающий на вопросы, содержащиеся в EIR (Employer’s Information Requirements) – информационных требованиях Заказчика, определяющие что и в каком виде должно быть предоставлено Исполнителем [18]. Например, если Заказчиком прописывается требование получения 4D информационной модели для ее дальнейшего использования на стадии эксплуатации, Исполнитель обязуется её выполнить.

На стадии тендера до заключения контракта между Заказчиком и Исполнителем имеет место быть «предконтрактный» план реализации проекта BIM, в котором предполагается разработка данного плана с целью продемонстрировать предлагаемый подход для удовлетворения требований, предъявляемых Заказчиком, в общих чертах. После подписания контракта составляется «постконтрактный» план, в котором более подробно разрабатываются его составляющие [14-15].

При разработке BEP необходимо правильно структурировать данный документ. На основании изученных зарубежных источников для того, чтобы план реализации BIM проекта был максимально информативным, необходимо предусмотреть следующие разделы:

1. Цели документа. Данный раздел содержит основную информацию об определении плана реализации проекта BIM, основном его назначении и стратегической значимости.

2. Информация о BIM-проекте. Данный раздел позволяет создать базовое представление о BIM проекте за счет описания информации о Заказчике, адреса строительства, числе участников строительства, стадиях проектирования.

3. Цели и задачи BIM-проектирования. Основным документом, в котором прописаны цели BIM-проектирования, является информационные требования Заказчика, исходя из которого формируются цели и задачи плана реализации BIM проекта.

4. BIM требования и процессы. Данный раздел содержит информацию:

a. об уровне детализации элементов BIM (Level of Definition - LOD), формируется на этапе «постконтрактного» BEP. Эти требования также ссылаются на информационные требования Заказчика.

b. О геометрических и негеометрических требованиях, предъявляемых к элементам на разных стадиях проекта.

c. Также необходима таблица с показателями эффективности BIM-проекта, содержащая наименование и сроки выполнения элементов проекта и отображение их реализации в процентном соотношении.

5. Программа проекта. В данном разделе содержится основная программа BIM, в которой прописываются BIM процессы, используемые на различных этапах жизненного цикла объекта и сама информация о данных этапах. Этой программе должна придерживаться команда, реализующая BIM проект. Кроме того, в рамках основной программы составляются более подробные программы такие, как программы проектирования, строительства и программа реализации BIM. Программа реализации BIM создается для мониторинга за BIM процессами и сопоставление их с требованиями, содержащимися в информационных требованиях Заказчика.

6. Команда проекта, сотрудничество. Данный раздел определяет роли и обязанности участников проекта, а также общую стратегию их сотрудничества и коммуникацию, включающую способы совместного использования данных, в том числе и способы обмена информацией.

7. Программное обеспечение. Данный раздел устанавливает программное обеспечение, используемое для реализации BIM.

8. Контроль качества. Данный раздел содержит процедуру контроля качества, которая гарантирует, что участники проекта соответствуют определенным требованиям. Данная процедура должна быть разработана и находиться под контролем на протяжении всего проекта.

9. Результаты. Данный раздел включает информацию о необходимости задокументирования полученных результатов, требуемых Заказчиком.

10. Дополнительная информация. Поскольку ни один шаблон BEP не может удовлетворять всем требованиям проекта, данный раздел предназначен для добавления дополнительной информации.

Документация (это касается, не только плана реализации проекта BIM, но и остальных составляющих BIM стандарта) может разрабатываться не только BIM командой, но и внешним консультантом, которая в процессе лишь корректируется BIM командой.

В результате, одним из ключевых документов, обеспечивающих использование BIM, является план реализации проекта BIM. Корректная структура данного плана позволяет решить ряд вопросов, скоординировать действия участников проекта, тем самым экономя время на решении организационных вопросов на последующих этапах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Eastman C., Teicholz P., et al. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. Hoboken, New Jersey, Wiley, 2011. 490 p.

2. Eadie, R., Browne, M., Odeyinka, H., McKeown, C., McNiff, S. BIM Implementation throughout the UK Construction Project Lifecycle: An Analysis // Automation in Construction. 2013. No. 36. Pp. 145-151.

3. Eastman C., Fisher D., Lafue G., et al. An Outline of the Building Description System // Institute of Physical Planning, Carnegie-Mellon University, 1974. 23 p.

4. Azhar, S., Hein, M. and Sketo, B. Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry // Leadership Manage. Eng. 2011. No. 11(3). Pp. 241-252.

5. Tardif, M. and Smith K.D. Building Information Modeling: A Strategic Implementation Guide // John Wiley & Sons, Hoboken. 2009. 216 p.

6. Azhar, S et al. Building information modeling (BIM): now and beyond // Australasian Journal of Construction Economics and Building. 2012. No. 12 (4). Pp. 15-28.

7. Wang, X. Extending Building Information Modelling (BIM): A Review of the BIM Handbook // Australasian Journal of Construction Economics and Building. 2012. No. 12. Pp. 101-102.

8. Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 декабря 2011 г. №2227-р «Об утверждении Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года»).

9. Протокол заседания Правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям от 3 августа 2010 г. №4.

10. Методические материалы по разработке программ инновационного развития акционерных обществ с государственным участием, государственных корпораций и федеральных государственных унитарных предприятий (утверждены распоряжением Минэкономразвития России от 31 января 2011 г. №3Р–ОФ).

11. Методические материалы по разработке паспортов программ инновационного развития акционерных обществ с государственным участием, государственных корпораций и федеральных государственных унитарных предприятий (одобрены решением Рабочей группы по развитию частно-государственного партнерства в инновационной сфере при Правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям от 15 ноября 2011 г., протокол №43–АК).

12. PAS 1192-2:2013: Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modeling (BIM). BSI, UK. 2013.

13. MIT Design Standards. BIM Execution Plan v6.0. 2016. 33 p.

14. New Zealand BIM Handbook. Appendix F i - Project BIM Execution Plan – Example. 2014. 21 p.

15. Building Information Modelling (BIM) Execution Plan For University of Cambridge. 2015. 42 p.

16. Lijun, Shen, David K.H. Chua. Application of Building Information Modeling (BIM) and Information Technology (IT) for Project Collaboration // EPPM, Singapore. 2011. Pp. 67-71.

17. Yoosef Asen. Building Information Modeling Based Integration and Visualization for Facilities Management // A Thesis in The Department of Building, Civil and Environmental Engineering. 2012. 129 p.

18. Stephen Beadle, Managing Director, Omnia Consultants. Employer's information requirements (EIR). An overview of facilities management requirements // BIFM. 2017. 10 p.

19. NBS [Электронный ресурс]: What is a BIM Execution Plan (BEP)? (15.11.2017) https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-a-bim-execution-plan-bep

УДК 69.05

Р. С. Гуртовенко
ФГБОУ ВО «СПбПУ», Россия
Gurtovenko R.S.
FSEI HL «SPbPU», Russia

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО ЗДАНИЯ
RECOMMENDATIONS FOR THE SELECTION OF CONSTRUCTION MACHINES IN CONSTRUCTION OF THE MONOLITHIC REINFORCED CONCRETE BUILDING

Аннотация. Требования рынка заставляют предприятия строительной отрасли постоянно совершенствовать свою деятельность для достижения трех основных конкурентных преимуществ таких как: качество выполнение

работ, своевременное выполнение заказа и низкая цена. Соответственно, для того, чтобы быть востребованными и успешными на рынке, в фирмах должен быть грамотный подход к выбору и приобретению спецтехники, которая необходима для выполнения тех или иных видов строительных работ.

Ключевые слова: строительство, строительные машины, подбор.

Abstract. The requirements of the market force the enterprises of the construction industry to constantly improve their activities in order to achieve the three main competitive advantages such as: the quality of the work, the timely execution of the order and the low price. Accordingly, in order to be in demand and successful in the market, firms should have a competent approach to the selection and purchase of special equipment, which is necessary for performing certain types of construction work.

Key words: construction, construction machines, selection.

Перед тем как приступать к анализу рынка строительных машин, надо понять какие виды работ и их этапы существуют при строительстве ЖБ здания, чтобы лучше понимать, какие типы строительных машин понадобятся.

Выделить можно следующие этапы работ [1]:

- Нулевая часть здания:
  - земляные работы
  - свайные работы
  - заложение фундамента
- Монтаж коробки (сборно-монолитный бетон)
- Устройство ограждающих конструкций.

Учитывая данные виды работ, можно сказать, что в комплект машин войдут: экскаватор, бульдозер, кран, сваебойная установка, автобетоносмеситель, самосвал. Среди них стоит выделить наиболее важные, это экскаватор, бульдозер и кран, остальную спецтехнику можно отнести к вспомогательным.

Экскаватор является ведущей машиной в комплекте средств механизации для производства земляных работ. Его производительность должна обеспечивать разработку грунтовых масс в определенные сроки. Кроме экскаватора, в комплект машин могут входить автосамосвалы и бульдозеры. [2] Зависимость характеристик экскаватора и самосвала от объемов выемки представленны в табл. 1.

При комплектовании машин и выборе их типов для разработки грунта учитывают следующие положения:

1. Число машин, участвующих в техническом процессе, должно быть минимальным; их конструкции и параметры должны соответствовать условиям работы, характеру и размерам возводимого сооружения;
2. Состав комплекта машин должен обеспечивать непрерывность потока грунта от места его разработки до места отсыпки в насыпь или отвал;

3. Производительность и технические характеристики вспомогатель-ных машин должны обеспечивать эффективную работу ведущей машины. Их производительность должна быть на 10…15% больше, чем основной машины.

Таблица 1

Характеристики машин от объемов выемки

	Разработка выемки объемом до, м3		
	2500	5000	25000
Экскаватор с ковшом, м3	0,4…0,65	1…1,25	1,6…2,5
Автосамосвал, т	3,5…10	8…12	12…27

Как показывает строительный опыт, при эксплуатации бульдозеров все основные показатели, в том числе и стоимостные, примерно одинаковы для машин различных тяговых классов. Существуют следующие рекомендации при выборе бульдозера для производства земляных работ, представленные в табл. 2:

Таблица 2

Тяговые усилия бульдозера от вида работ

Виды работ	Тяговые усилия базового трактора, кН
Возведение насыпей высотой до 2 м из резервов, в том числе на косогорах	100
Разработка плотных и мерзлых грунтов	150…250
Очистка площадок от кустарников, мелколесья и пней диаметром до 20 см	100
Земляные работы объемом:	
до 3 тыс. м3	100
до 50 тыс м3	100…250 и более
Работа в заболоченной и обводненной местности	100 с увеличенной поверхностью гусениц
Обратные засыпки пазух, траншей и т.п.	100
Планировочные работы	100…150
Разработка растительного слоя грунта	100

1. Скорость подъема (опускания) груза при подаче бадей с бетоном должна быть не менее 90-100 м/мин. При выполнении монтажных операций может быть использован любой кран, удовлетворяющий пунктам 2 и 3;

2. Высота подъема крюка Нтр должна быть не более величины соответствующего параметра крана Н;

3. Вылет крюка Lтр и масса груза Qтр должны соответствовать грузовой характеристике крана.

При выборе крана следует учитывать следующее [3]:

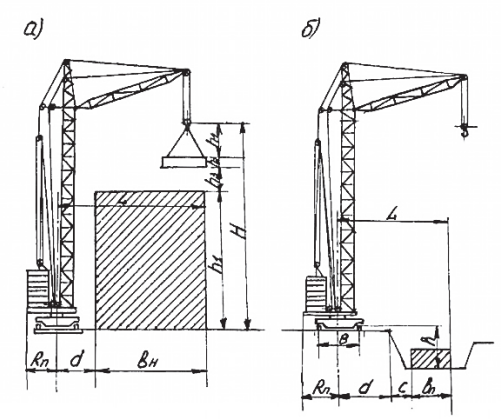


Рис. 1. Схема для определения параметров башенного крана;
а) – при возведении сооружения выше отметки стояния крана;
б) – при возведении сооружения в котловане

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Т - БЕТОН [Электронный ресурс]: Производство сборных железобетонных конструкций: http://t-beton.ru/news/tekhnologiya-sborno-monolitnogo-karkasnogo-domostroeniya

2. В.М. Галузин, В.И. Телешев. Выбор строительных машин для производства земляных работ: Ленинград 1987.

3. Выбор башенного крана для монтажа строительных конструкций [Электронный ресурс]: Материалы журнала «Основные средства» №03/2008: https://tehnoverh.ru/articles/vse_o_bashennyh_kranah/~id=937

УДК 658.512.012

Л. Ю. Дробина, Н. В. Брайла, Б. Б. Виноградова
ФГАОУ ВО «СПбПУ», Россия
Drobina L., Braila N., Vinogradova B.
Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, Russia

МИНИМИЗАЦИЯ РИСКОВ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТА, ОСУЩЕСТВЛЯЕМОГО В УСЛОВИЯХ ИСТОРИЧЕСКОЙ ЗАСТРОЙКИ
MINIMIZATION OF RISKS OF INVESTMENT-BUILDING PROJECT, IMPLEMENTED IN THE CONDITIONS OF HISTORICAL BUILDING

Аннотация. Статья посвящена выявлению и рассмотрению проблемы обнаружения рисков инвестиционно-строительных проектов, связан-

ных с отведенным под строительство земельным участком. Данная проблема особенно актуальна для проектов, которые осуществляются на земельных участках, расположенных в историческом центре. В статье рассматриваются наиболее типичные случаи ограничений, возникающих в результате выявления таких рисков. Поскольку проект в этом случае неизбежно подвергается изменениям, и имеются жесткие временные ограничения, необходимо применять определенный алгоритм действий для достижения поставленных целей ИСП.

Ключевые слова: инвестиционно-строительный проект, риск, историческая застройка, объект культурного наследия, срок окупаемости, дорожная карта.

Abstract. The article deals identification and consideration of the problem of detection of risks of investment-construction projects related to the land for construction. The problem is especially actual for projects which are located in the historical center. The article deals with the most typical cases of restrictions arising from the identification of such risks. Since the project in this case inevitably undergoes changes, and there are strict time limits, it is necessary to apply a certain algorithm of actions to achieve the objectives of the investment-construction projects.

Key words: investment-construction project, risk, historical building, object of cultural heritage, payback period, «roadmap».

Осуществление инвестиционно-строительных проектов – это бизнес с высоким уровнем риска. Результаты инвестиционной деятельности во многом зависят от того, насколько точно были учтены риски [1]. Однако не все риски возможно предусмотреть и учесть до начала осуществления ИСП. Множество проектов сталкиваются с проблемой выявления ограничений на отведенном земельном участке после начала строительных работ. Особенно часто такое происходит с проектами, осуществляемыми в историческом центре города.

Наиболее типичный случай – выявление обременений земельного участка, которые препятствуют строительству на части его площади [рис. 1]. Так, например, при осуществлении работ по разработке грунта на земельном участке могут быть обнаружены археологические находки, захоронения, необозначенные на схемах и планах действующие инженерные сети и др. Риск состоит в том, что имеются жесткие временные ограничения, требующие быстрого принятия решений для минимизации инвестиционных потерь ввиду изменения условий строительства.



Рис. 1. Схема изменения технико-экономических показателей при сокращении площади, пригодной под застройку

Таким образом, была выявлена необходимость разработки дорожной карты «Внесение корректировок в ИСП, осуществляемый на земельном участке с выявленными ограничениями». Дорожная карта дает наглядное представление пошагового сценария развития определённого объекта [2]. Целью дорожной карты является корректировка ИСП с учетом новых условий застройки таким образом, чтобы срок окупаемости проекта не увеличился в связи с неизбежным ростом издержек.

Область применения дорожной карты может распространяться на инвестиционно-строительные проекты, которые были временно заморожены в результате обнаружения препятствий дальнейшему ходу строительных работ. При этом после устранения причин остановки строительства такие проекты могут быть осуществлены только после внесения в них ряда корректировок.

Возможными препятствиями для успешной реализации «дорожной карты» могут стать: отсутствие возможности привлечения дополнительных средств для осуществления скорректированного ИСП, возникновение новых требований к проекту, приводящих к его нецелесообразности; возникновение препятствий правового характера, приводящих к невозможности продолжения строительных работ на отведенном земельном участке.

В ходе составления дорожной карты был изучен и проанализирован большой объем специализированной литературы и нормативно-правовой базы [3-10]. В частности, были проанализированы статьи 49, 51 и 55 Градостроительного кодекса РФ в редакциях Федеральных законов. В результате была получена и систематизирована информация о сроках реализации различных мероприятий и согласований, а также определены ответственные исполнители. Основные результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Нормативно-правовая база

Наименование нормативно-правового акта	Краткие выдержки, касающиеся определенных разделов дорожной карты
Ст. 49 ч. 7 ГрК РФ в редакции Федерального закона №368-ФЗ от 03.07.2016 г.	«Срок проведения государственной экспертизы... не должен превышать шестьдесят дней. Указанный срок может быть продлен по заявлению застройщика или технического заказчика не более чем на тридцать дней»
Ст. 49 ч. 1 ГрК РФ в редакции Федерального закона №337-ФЗ от 28.11.2011 г.	«Застройщик или технический заказчик по своему выбору направляет проектную документацию и результаты инженерных изысканий на государственную экспертизу или негосударственную экспертизу…»
Ст. 51 ч. 11.1 ГрК РФ в редакции Федерального закона №459-ФЗ от 30.12.2015 г.	«В случае, если подано заявление о выдаче разрешения на строительство объекта капитального строительства… уполномоченный на выдачу разрешений на строительство орган исполнительной власти… в течение тридцати дней со дня получения указанного заявления выдают разрешение на строительство или отказывают в выдаче такого разрешения с указанием причин отказа»
Ст. 51 ч. 6.1 ГрК РФ в редакции Федерального закона №133-ФЗ от 28.07.2012 г.	«Прием от застройщика заявления о выдаче разрешения на строительство, документов, необходимых для получения разрешения на строительство… и выдача разрешения на строительство могут осуществляться через многофункциональный центр предоставления государственных и муниципальных услуг»
Ст. 55 ч. 5 ГрК РФ в редакции Федеральных законов №216-ФЗ от 13.07.2015 г., №373-ФЗ от 03.07.2016 г., №445-ФЗ от 19.12.2016 г.	«Орган или уполномоченная организация… выдавшие разрешение на строительство, в течение семи рабочих дней со дня поступления заявления о выдаче разрешения на ввод объекта в эксплуатацию обязаны обеспечить проверку наличия и правильности оформления документов… осмотр объекта капитального строительства и выдать разрешение на ввод объекта в эксплуатацию или отказать в выдаче такого разрешения с указанием причин отказа»
Ст. 51 ч. 11.1 ГрК РФ в редакции Федерального закона №459-ФЗ от 30.12.2015 г.	«Для ввода объекта в эксплуатацию застройщик обращается в… орган исполнительной власти, выдавший разрешение на строительство, непосредственно или через многофункциональный центр с заявлением о выдаче разрешения на ввод объекта в эксплуатацию»

Для составления дорожной карты выбрана стандартная форма, определяющая состав каждого мероприятия, ожидаемый результат, срок реализации и ответственных исполнителей по каждому пункту [рис. 2]. В данной работе представлен укрупненный план мероприятий с целью расширения области применения дорожной карты, поскольку в дальнейшем будет возможно более подробное структурирование под нужды конкретного проекта с учетом его отличительных особенностей.



Рис. 2. Схема (структура) мероприятий дорожной карты

При реализации в полном объеме комплекса мероприятий дорожной карты объект (комплекс) будет введен в эксплуатацию. Далее объект (объекты) могут быть проданы на открытом рынке, либо Заказчиком-застройщиком будет принято решение о самостоятельном управлении объектом (комплексом) или привлечении управляющей компании для доверительного управления. В любом случае должна быть проведена консультация со специалистами управляющих компаний, специализирующихся на управлении коммерческой либо жилой недвижимостью, для определения стратегии и ценовой политики с целью максимально быстрого обеспечения окупаемости проекта.

В результате успешного исполнения мероприятий дорожной карты возможно снизить риски инвестора, сохранить перспективность проекта на прежнем уровне, получить положительное заключение экспертизы скорректированной проектной документации, по завершении строительства получить заключение о соответствии от органов строительного надзора, получить разрешение на ввод в эксплуатацию и своевременно сдать объект.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иванова И.Б., Дубская К.О. Методика анализа рисков инвестиционно-строительного проекта в жилищной сфере // Фотинские чтения. 2015. № 1(3). С. 244-250.

2. Ратов А.Г., Пушина Н.Н., Галиахметова М.Р. Классификация рисков, возникающих при реализации инвестиционно-строительных проектов // Вестник ИжГТУ. 2016. № 3(71). С. 39-41.

3. Об утверждении плана мероприятий («дорожной карты») «Совершенствование правового регулирования градостроительной деятельности и улучшение предпринимательского климата в сфере строительства»: Распоряжение Правительства РФ от 29.07.2013 г. N 1336-р (ред. от 01.06.2016 г.). – [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_150290/ (дата обращения: 27.11.2017).

4. Цветкова Г.С., Ларионова Н.И. Дорожное картирование как новый инструмент стратегического маркетинга // The progressive researches science & genesis. 2014. № 1. С. 149-152.

5. Градостроительный кодекс Российской Федерации" от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 29.07.2017) (с изм. и доп., вступ. в силу с 30.09.2017): принят Государственной думой 22.12.2004 и одобрен Советом Федерации 24.12.2004. – [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/ (дата обращения: 25.11.2017).

6. Морозова Т.Ф., Кинаят Л.А., Кинаят А.Ж. Оценка рисков в строительстве // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2013. № 5(10). С. 68-76.

7. Олейник П.П., Кузьмина Т.К. Моделирование деятельности технического заказчика на этапе предпроектной проработки и подготовки к строительству // Технология и организация строительного производства. 2013. № 2(3). С. 18-20.

8. Лаптева Н.А., Морозова Т.Ф. Оценка рисков при реализации инвестиционно-строительного проекта на примере бизнес-центра // Инженерно-строительный журнал. 2011. № 2. С. 48-51.

9. Тарасова И.В. Комплексный анализ рисков экономического окружения инвестиционно-строительных проектов // Вестник гражданских инженеров. 2012. № 3. С. 370-374.

10. Мурзин А.Д., Цхяян Е.А. Принципы построения системы управления рисками инвестиционно-строительных проектов развития городских территорий // Инженерный вестник Дона. 2013. № 4 (Том 27). С. 195.

УДК 624.152

Р. А. Ибрагимов, А. В. Ковредов, Л. В. Талипова, К. С. Папушина
ФГАОУ ВО «СПбПУ», Россия
Ibragimov R.A., Kovredov A.V., Talipova L.V., Papushina K.S.
FSAEI HE «SPbPU», Russia

ТИПЫ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ГЛУБОКИХ КОТЛОВАНОВ В СЛАБЫХ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТАХ
TYPES OF DITCH-SHORING CONSTRUCTIONS OF DEEP DITCHES IN CLAY SOILS

Аннотация. Статья посвящена анализу основных ограждающих конструкций глубоких котлованов в слабых глинистых грунтах. В статье приведено обоснование строительства многоуровневых подземных сооружений, указаны основные типы ограждающих конструкций глубоких котлованов, составлена таблица характеристик различных типов ограждающих конструкций, приведен общий вывод о применении различных ограждающих конструкций при устройстве глубоких котлованов в слабых глинистых грунтах.

Ключевые слова: строительство, подземное сооружение, ограждение котлована, шпунт, стена в грунте.

Abstract. This article studies the basic types of shorings of deep ditches in clay soils. The article explains the reason of construction of multi-level underground structures, it mentions the principle types of the shorings of deep ditches, it has a feature table of various types of ditch-shorings, it gives a general conclusion on application of different ditch-shorings in the process of deep excavation in weak clay soils.

Key words: structure, an undergound facility, a shoring of a ditch, metal sheet piling, slurry wall.

Сегодня во всем мире, особенно в крупных городах и мегаполисах, освоение подземного пространства в промышленном и гражданском строительстве – одно из самых важных и развивающихся направлений.

Основными обстоятельствами, вызывающими необходимость применения подземного пространства в крупных городах, являются острый недостаток территорий для различных потребностей общества как в центральных, так и в спальных районах в условиях исторически сформировавшейся застройки, также потребность в развитии инфраструктуры.

В настоящее время масштабное освоение подземного пространства используется как для расположения объектов транспортного строительства

и сетей инженерно-технического обеспечения, так и для размещения помещений бытового назначения, заглубленных частей жилых, административных и офисных зданий, многоэтажных подземных стоянок и парковок, различных предприятий для торговли.

Разработка глубоких котлованов в промышленном и гражданском строительстве в основном производится открытым способом, который в отличие от других методов устройства подземных сооружений (например, закрытым методом) является более рискованным.

Наличие вблизи нового строительства соседних зданий, а в центральной части городов это часто историческая застройка, находящаяся под охраной государства, предъявляет особые требования к обеспечению их работоспособного технического состояния и сохранению исторического архитектурного облика.

Также задача устройства котлованов в ряде крупных городов, таких как Москва и Санкт-Петербург, усложняется специфическими грунтовыми условиями – большой толщей насыпных и слабых водонасыщенных грунтов различного генезиса и свойств, залегающих в верхней части грунтовой толщи, а также наличием под землей сложной подземной инфраструктуры – технологических коммуникаций, линий метро, инженерных сетей и др.

С целью обеспечения безопасного ведения работ в открытых котлованах необходимо обеспечить устойчивость его откосов. Для этого откосам котлованов придаются соответствующие уклоны (неприменимо для слабых глинистых грунтов) или применяются специальные ограждения и раскрепления. Выбор тех или иных мероприятий зависит от глубины котлована, особенностей напластования грунтов, уровня подземных вод, технологических схем производства работ, расстояния до фундаментов зданий и сооружений, попадающих в зону влияния нового строительства.

Шпунтовые ограждения – это тонкие подпорные стенки, устойчивость которых обеспечивается глубокой заделкой в грунт. В сравнительно неглубоких котлованах (до 4 м) устойчивость шпунтового ряда обеспечивается за счет защемления ниже дна котлована. В глубоких котлована шпунтовую стенку необходимо раскрепить с помощью анкеров, распорок или другими способами. Шпунтовые погружаются в грунт забивкой, вибропогружением, статическим вдавливанием и т.д.

Ограждения типа «Стена в грунте»

Устройство ограждения котлована по технологии «Стена в грунте» заключается в устройстве ограждающих и несущих стен подземных сооружений или противофильтрационных завес путем отрывки глубоких узких траншей под защитой глинистого раствора с последующим бетонированием методом вертикально перемещающейся трубы (ВПТ). [1]

Применение способа «стена в грунте» целесообразно при высоком уровне подземных вод; заглублении конструкции в прочный и водоупор-

ный слой; в стесненных условиях строительства; при устройстве глубоких подземных сооружений (более 10 м).

Траншейные стены в грунте классифицируются:

• по назначению – несущие, ограждающие и противофильтрационные;

• по материалам – бетонные, железобетонные, грунтоцементные, глинистые, комбинированные;

• по способу изготовления – монолитные, сборно-монолитные, сборные.

Расстояние между стенками из расчета прочности и устойчивости распорных конструкций, как правило, принимается до 15...20 м. При расстоянии более 20 м устойчивость стен обеспечивается распорными системами или анкерами. [1]

Одной из важных задач при устройстве котлованов с использованием конструкций методом «стена в грунте» является обеспечение устойчивости стенок траншей при их разработке — предотвращение оползания и обрушения грунта. Устойчивость грунтовых стенок траншей в процессе работ обеспечивается применением тиксотропных глинистых растворов (смесь воды с глиной).

При строительстве подземных сооружений в условиях плотной застройки нередко применяется полузакрытый способ устройства котлованов по технологии Top-Down, позволяющий минимизировать влияние строительства на природное напряженно-деформированное состояние грунтового массива. Данный способ предполагает устройство с поверхности грунта или из пионерного котлована временных или постоянных опор или свай внутри контура сооружения, поддерживающих перекрытия подземной части здания, которые бетонируются по грунту или навесу и воспринимают распор от ограждения котлована. [1]

Выемка грунта в котловане ведется из-под перекрытий через специальные технологические проемы. Нижележащие перекрытия бетонируются последовательно по мере выемки грунта, и так до проектной отметки нижней плиты подземного сооружения.

Ограждением котлована при использовании технологии Top-Down как правило, служит стена в грунте, выполненная по контуру котлована. Перекрытия служат пространственными распорками для железобетонных конструкций стены в грунте и минимизируют ее горизонтальные смещения, следовательно, и дополнительную осадку фундаментов зданий окружающей котлован застройки.

Технология Top-Down позволяет производить параллельно работы как ниже нулевой отметки, так и осуществлять строительство надземной части сооружения.

Ограждения из бурокасательных и буросекущихся свай. Одним из основных способов ограждения котлованов является ограждение из бурокасательных или буросекущихся свай, выполняемых, как правило, под за-

щитой обсадной трубы. Свободная длина таких свай может доходить до 4 м при диаметре свай 40...50 см. [2]

В случае если глубина котлована свыше 4 м, ограждение из свай также раскрепляется анкерными или распорными креплениями.

Технология открытой разработки грунта с одновременным погружением опускного колодца. Еще одним примером открытой разработки грунта, применяющейся в основном для устройства фундаментов глубокого заложения, является технология устройства опускного колодца.

Принцип этой технологии заключается в устройстве монолитной или сборной железобетонной конструкции кольцевого сечения, которая погружается в грунт под собственным весом в процессе разработки грунта из-под внутренней кольцевой части конструкции. По мере погружения этого сооружения конструкция наращивается путем бетонирования захватками монолитного железобетона или монтажа сборных железобетонных элементов и их сварки по закладным креплениям. Для облегчения погружения этой конструкции в нижней ее части выполняется ножевая часть с заостренными концами. Ножевая часть выполняется с уширением, которое образует полости между боковой поверхностью конструкции и примыкающим грунтом.

Основные характеристики ограждающих конструкций приведены в табл. 1.

Таблица 1

Основные характеристики ограждающих конструкций

Тип конструкции / ***Хар-ки конструкции***	**Шпунтовое ограждение**	**«Стена в грунте»**	**Касательные и секущиеся сваи**	**Опускной колодец**
Глубина котлована с закреплением ограждения H, м	Более 4	До 30...35	До 40	До 80 м
Материал ограждения	Дерево Металл Железобетон (сборный) Пластик	Железобетон Бетон Грунтоцемент Глина Комбинированный	Бетон Железобетон Грунтоцемент	Железобетон (сборный или монолитный
Технология устройства ограждения	Вибропогружение Забивка Статическое вдавливание	Траншейная «стена в грунте» Глубинное перемешивание грунтов с вяжущими (CSM)	Буровые сваи Струйная цементация (Jet Grouting) Грунтоцементные (также технология выполнения нескольких свай Deep Mixing)	Открытая разработка грунта с одновременным погружением опускного колодца

Преимущества	Металлический шпунт – водонепроницаемый Многократное использование (металл) Легкий вес Разнообразие профилей (в зависимости от требуемого момента сопротивления)	Щадящий метод Большая глубина (даже без закрепления) Большие размеры в плане Возможна сложная форма сооружения Возможно устройство при высоком уровне подземных вод Несущая конструкция Повторное использование глинистого раствора	Большая глубина (даже без закрепления) Большие размеры в плане Возможно устройство при высоком уровне подземных вод	Обеспечение устойчивости ограждения стенками самого колодца Большая глубина без закрепления Погружение под собственным весом Минимум земляных работ Высокая несущая способность
Недостатки	Стыки ограждения – водопроницаемые Проблемы с погружением в гравелистые, скальные, полускальные грунты или плотные и прочные глинистые грунты с включениями гравия, гальки, валунов	Нельзя использовать в текучих глинистых грунтах, илах и плывунах, а также при наличии подземных вод с большими скоростями фильтраци При наличии грунтов с твердыми включениями [1] необходимо использовать технику с фрезерным оборудованием Нельзя применять в некоторых грунтах [2] Необходима гидроизоляция стыков	Необходимость герметизирующих цементных шпонок Опасность применения в тиксотропных грунтах в районах с плотной застройкой	Сложность обеспечения водонепроницаемости в процессе устройства Сложность обеспечения режима равномерного опускания (крупные включения в грунтах, твердые прослойки под ножевой частью колодца) Большой расход бетона Длительные сроки устройства

Примечания

1. Твердые включения природного или техногенного происхождения (крупные валуны, обломки бетонных конструкций, каменной кладки и др.).
2. В грунтах с кавернами и пустотами, в гравелистых, дресвяных, илах и рыхлых насыпных грунтах с включением крупного строительного мусора, песчаных с напорными водами более 10 м

Вывод. При устройстве глубоких котлованов в условиях плотной городской застройки вблизи с историческими объектами (в основном на ленточных фундаментах с опиранием на слабые глинистые грунты), оптимальным вариантом ограждающей конструкции и удерживающей системы является тот, что обладает наибольшей пространственной жесткостью, обеспечивает минималь-

ные динамические воздействия на окружающий грунт («стена в грунте», вдавливаемый шпунт и др.), технология устройства которого влечет минимальные финансовые и трудозатраты и обеспечивает кратчайшие сроки строительства как нулевого цикла, так здания или сооружения в целом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мангушев Р.А., Никифорова Н.С., Конюшков В.В., Осокин А.И., Сапин Д.А. Проектирование и устройство подземных сооружений в открытых котлованах. Учебное пособие. – М., СПб : Изд-во АСВ, 2013.
2. Мангушев Р.А., Осокин А.И. Геотехника Санкт-Петербурга: Монография. – М. : Изд-во АСВ, 2010.

УДК 574(07)

А. Д. Давыдова, Г. Е. Никифорова
ФГБОУ ВО «КнАГУ», Россия
Davidov A.D., Nikiforova G.E.
FSEI HL «KnASU», Russia

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ УЧРЕЖДЕНИЙ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
FIRE SAFETY OF PUBLIC HEALTH INSTITUTIONS

Аннотация. Статья посвящена вопросам соответствия требованиям пожарной безопасности ряда учреждений здравоохранения города Комсомольска-на-Амуре. Рассмотрены несколько видов медицинских учреждений: поликлиника, женская консультация, травматологический пункт. Установлено, что более пристальное внимание требуют частные клиники.

Ключевые слова: учреждения здравоохранения, пути эвакуации, эвакуационный выход.

Abstract: The article is devoted to the issues of compliance with the fire safety requirements of a number of health facilities in the city of Komsomolsk-on-Amur. Several types of medical institutions are considered: polyclinic, women's consultation, trauma center. It has been established that private clinics require more close attention.

Key words: health care institutions, evacuation routes, evacuation exit.

Прогресс движется вперёд, развивается для улучшения качества жизни человека. Большое внимание уделяется положительным результат деятельности человека, но есть и вторая сторона медали – последствия. Чем дальше развивается человечество, тем больше происходят чрезвычайные ситуации

(ЧС), основными из которых являются пожары. Они наносят ущерб здоровью людей, экономике и экологии.

Встаёт острый вопрос как обезопасить человечество, не тормозя развитие? Для этого были введены своды правил, требований к пожарной безопасности. Но все ли следуют им?

Местами больших скоплений людей были и остаются медицинские учреждения, помимо этого в подобных заведениях находится сложное технологическое оборудование, а также хранятся легковоспламеняющиеся и взрывоопасные вещества.

По действующим нормативным документам [1] эвакуационных выходов должно быть не менее двух, и они должны быть обозначены светящимися табло с надписью "Выход" белого цвета на зеленом фоне. Для размещения огнетушителей должны быть установлены специальные пожарные щиты, стенды или шкафы. Стенды и пожарные щиты в помещениях должны располагаться на видных и легкодоступных местах, либо ближе к выходам из помещений, либо в местах возможного возникновения возгорания. Если лестница из подвала или цокольного этажа выходит в вестибюль первого этажа, то все лестницы надземной части здания, кроме выхода в этот вестибюль, должны иметь выход непосредственно наружу. Лестничные клетки следует проектировать с естественным освещением через проемы в наружных стенах.

В ходе исследования был проведен анализ соответствия требованиям пожарной безопасности медицинских учреждений, в частности, поликлиники № 7 и № 5, травматологический пункт, женская консультация, частная клиника Юнилаб и Территориальный диагностический центр на предмет соответствия выше перечисленным требованиям (рисунок 1).

Все объекты имеют по два эвакуационных выхода, двери открываются свободно по направлению выхода, обеспечивая спокойную эвакуацию людей, за исключением частной клиники, там один выход, несоответствующий размеру. Во всех объектах на первом этаже возле главного выхода/входа находится план эвакуации, где указаны все выходы из здания, в коридорах есть таблички с направлением выхода. Потенциальные пути эвакуации свободны, т.е. ничем не загромождены.

В поликлинике № 7, травматологическом пункте и женской консультации выход/вход находиться прямо по входу в тамбур, а в поликлинике № 5 вход в тамбур находиться с боку, что создаёт траекторию движение по форме «г», это может создать столпотворение. Что касается частной клиники, то тамбур объединён с магазином и выход/вход состоит из одной двери, при эвакуации из здания может образоваться затор, что может привести во внештатной ситуации к панике [2].

Все исследуемые медицинские учреждения имеют системы пожаротушения, при этом пожарные шкафы в поликлиниках № 5 и № 7, а также в

женской консультации находятся в торцах переходов между этажами, а в травматологическом пункте - напротив главного выхода/входа. Стоит отметить, что в частной клинике пожарные шкафы отсутствуют, а огнетушитель стоит прямо на полу в коридоре.

Стены и полы в медицинских учреждениях выполнены, согласно требованиям, из пожаробезопасных материалов, что в случае пожара не позволит ему распространиться дальше очага и поспособствует сокращению материального ущерба [3].



а



б



в



г

Рис. 1. Объекты здравоохранения:
а - травматологический пункт; б - территориальный диагностический центр; в - поликлиника № 5; г - поликлиника № 7

Таким образом содержание зданий и помещений согласно требования пожарной безопасности поможет не только избежать жертв в случае возникновения ЧС, но ее быстро устранить и свести материальный ущерб к минимуму. Кроме того, следует обратить пристальное внимание на соответствие требованиям пожаробезопасности всех частных клиник.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Свод правил. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы: СП 1.13130.2009; утвержден и введен в действие Приказом МЧС России от 25 марта 2009 г. № 171; дата введения 01.05.2009

2 Свод правил. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты: СП 2.13130.2012; утвержден и введен в действие Приказом МЧС России от 21 ноября 2012 г. № 693

3 Правила пожарной безопасности для учреждений здравоохранения ППБО07-91; ГУПО МВД СССР от 30.06.1991.

УДК 697.1

Н. Э. Иванова, С. В. Вахрушева
ФГАОУ ВО «СПбПУ», Санкт-Петербург
Vakhrusheva S., Ivanova N.
FSAEI HL «SPbPU», Saint-Petersburg

ПОВЫШЕНИЕ КЛАССА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЯ ЗА СЧЁТ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ
INCREASE OF THE CLASS OF ENERGY EFFICIENCY OF THE BUILDING AT THE EXPENSE OF ENGINEERING-TECHNICAL ACTIVITIES

Аннотация. В статье рассматривается один из методов повышения класса энергоэффективности здания при помощи применения вентилируемых фасадов. Приводится сравнение результатов расчетов теплоэнергетических параметров здания для двух видов ограждающих конструкций на примере здания поликлиники, расположенной в г. Санкт-Петербург. Определяется класс энергоэффективности данного здания.

Ключевые слова: энергоэффективность; вентилируемые фасады; теплотехнический расчет; теплопотери; класс энергоэффективности; ограждающие конструкции.

Abstract. The article considers one of the methods for improving the energy efficiency of a building using ventilated facades. The results of calculations of heat-energy parameters of a building for two types of cladding structure are compared on the example of a hospital located in St. Petersburg. The energy efficiency class of this building is determined.

Key words: energy efficiency; ventilated façade; thermotechnical calculation; the heat losses; class energy efficiency; enclosing constructions.

На сегодняшний день энергосбережение является одним из приоритетных направлений развития науки, техники и технологий не только в России, но и во всем мире. В федеральном законе № 261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», от 23 ноября 2009 года, выработан план мероприятий по повышению энергетической эффективности и энергосбережению [1]. Уменьшение тепловых потерь через ограждающие конструкции, в частности наружных стен, является одним из результативных способов экономии тепловой энергии в строительной сфере. Возможно обеспечить уменьшение материальных затрат на

отопление здания до 40-50% при применении дополнительной наружной теплоизоляции ограждающих конструкций [2].

Целью работы является повышение класса энергоэффективности здания за счет применения энергосберегающих материалов. Для этого необходимо рассчитать удельный расход энергии на отопление здания. В статье рассматриваются два варианта состава наружных стен. В первом варианте приводится расчет удельного расхода энергии с существующими наружными стенами здания, во втором – с применением энергосберегающих материалов.

Для снижения тепловых потерь ограждающих конструкций можно проектировать и строить новые энергоэффективные здания в соответствии с современными строительными нормами или реконструировать уже существующие здания для того, чтобы их параметры отвечали новым более жестким нормам тепловой защиты. В своей работы мы приводим пример существующего здания, где необходимо повысить класс энергоэффективности.

Общая характеристика здания

Здание поликлиники находиться в Кировском районе г. Санкт-Петербург.

- Количество этажей - 3
- Сумма площадей этажей здания - 2230,9 м^2
- Отапливаемый объем- 7898, 58 м^3
- Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания составляет 2375,1 м^2 в том числе: фасадов 1687,63 м2; покрытий 604 м^2; входных дверей 28,13 м^3
- Окон и балконных дверей в зависимости от сторон света: юз:110,78м^2; юв:35,92 м^2; сз:119,26 м^2; св: 31,4 м^2

Климатические параметры

Расчетная температура наружного воздуха для проектирования теплозащиты

Средняя температура наружного воздуха за отопительный период $t_н$=–24К [1]

Продолжительность отопительного периода $t_{от}$=–1,3К

Градусо-сутки отопительного периода ГСОП=4962,9 К·сут/год

Расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования теплозащиты $t_в$=22 К

Нормируемые значения приведенных сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций считаются в зависимости от градусо-суток района строительства:

$$R = \alpha \cdot D_d + b$$

где D_d - градусо-сутки отопительного периода, °С·сут, для конкретного пункта; α, b - коэффициенты, значения которых следует принимать по данным для соответствующих групп зданий [3].

Нормируемые (требуемые) значения приведенных сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций:

Для наружной стены: R_F =3,44 м^2·°С /Вт

Для остекления: R_f =0,52 м^2·°С /Вт

Для покрытий: R_c =4,68 м^2·°С/Вт

Для наружных дверей R_c =1,2 м^2·°С/Вт

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Первый расчет ограждающих конструкций производим при следующих материалах наружной стены здания:

1 - слой внутренней песчано-цементной штукатурки δ =20 мм, λ = 0,93 Вт/(м^2°С)

2 - слой кирпичной кладки из сплошного обыкновенного красного кирпича δ = 640 мм, λ = 0,81 Вт/(м2°С)

3 - слой внешней песчано-цементной штукатурки δ=20 мм, λ = 0,93 Вт/(м2°С).

Расчетные значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций:

наружная стена R_F^r =0,92(м·°С)/Вт

остекление R_f^r =0,53 (м·°С)/Вт

покрытия R_c^r =5,18 (м·°С)/Вт

наружные двери R_d^r =1,2 (м·°С)/Вт

Общий коэффициент теплопередачи здания:

$$K_m = K_m^{tr} + K_m^{\inf}$$

Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания

$$K_m^{tr} = \frac{\frac{A_f}{R_f^r} + \frac{A_c}{R_c^r} + \frac{A_F}{R_F^r} + \frac{A_d}{R_d^r}}{A_c^{sum}}$$

где $A_f = 297{,}36$ м^2, $Ac = 604 м^2$, $A_F = 1687{,}83 м^2$, $A_d = 28{,}13 м^2$ – площадь остеклений, покрытий, наружной стены и наружных дверей соответственно

$A_{sum}^c = 2644{,}72$ м^2 –общая площадь ограждающих конструкций,

R_f^r, R_c^r, R_F^r, R_d^r–приведенное сопротивление теплопередачи соответствующих элементов ограждающих конструкций

K_m^{tr}=0,96 Вт/(м^2 °С)

Приведенный инфильтрационный коэффициент теплопередачи здания

$$K_m^{\inf} = \frac{0{,}28 \cdot c \cdot n_в \cdot \beta_v \cdot V_h \cdot \rho_a^h}{A_c^{sm}}$$

где с = 1 кДж/(кг · °С) - удельная теплоемкость воздуха;

n_a = 0,66 ч$^{-1}$ - средняя кратность воздухообмена за отопительный период;

β_v = 0,85 - коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций;

V_h = 7898,58 м^3 - отапливаемый объем здания;

ρ_a^h=1,35 кг/м^3 средняя плотность приточного воздуха помещения за отопительный период.

$$K_m^{\inf} = 0,7$$

$$K_m = 0,7 + 0,96 = 1,66 \text{Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$$

Расчет теплоэнергетических показателей здания

Расход энергии на отопление здания за отопительный период:

$$Q_h^y = (Q_h - (Q_{in} + Q_s) \cdot \nu \cdot \xi) \cdot \beta_h$$

где Q_h=169094 МДж - общие теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции с учетом вентиляции помещений;

Q_{int} =336595 МДж - бытовые теплопоступления;

Q_s =109285 МДж - теплопоступления через окна и фонари от солнечной радиации в течение отопительного периода;

ν=0,8 - коэффициент снижения теплопоступлений за счет тепловой инерции ограждающих конструкций;

ξ=0,95 - коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты;

β_h=1,11- коэффициент, учитывающий дополнительное теплопотребление системы отопления.

Следовательно,

Q_h^y =917511 МДЖ

Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление зданий за отопительный период:

$$q_{des}^h = \frac{10^3 \cdot Q_h^y}{V_h \cdot D_d}$$

$$q_{des}^h = 38 \text{ кДж/(м}^3 \cdot \text{°C} \cdot \text{сут)}$$

Нормируемое значение удельного расхода энергии на отопление составляет: 32 кДж/(м^3 · °С · сут).

Величина отклонения расчетного значения удельного расхода тепловой энергии на отопление здания от нормативного составляет плюс 17,9%. Следовательно, здание относится к классу D.

Расчет удельного расхода энергии на отопление здания с энергоэффективными фасадными системами

Для повышения класса энергоэффектвности проводим второй расчет с применением энергосберегающих материалов для наружной стены.

Состав:

1 - слой внутренней песчано-цементной штукатурки δ =20 мм, λ = 0,93 Вт/(м^2 · °С).

2 - слой кирпичной кладки из сплошного обыкновенного красного кирпича δ= 250 мм, λ = 0,81 Вт/(м^2 · °С).

3 - теплоизоляционная плита δ=100 мм, λ= 0,04 Вт/(м^2 · °С).

4 - ветро-гидрозащитная паропроницаемая мембрана.

5 - вентилируемая воздушная прослойка δ=50 мм.

6 - облицовка фасада гранитной керамической плиткой δ=100 мм, λ= 3,49 Вт/(м$^2 \cdot$°С).

Расчетное значение сопротивлений теплопередачи ограждающих конструкций здания:

R_F^r= 3,56 (м$^2 \cdot$°С)/Вт >3,44 (м$^2 \cdot$°С)/Вт - для наружной стены

Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания:

K_m^{tr}=0,45 Вт/(м$^2 \cdot$°С)

Приведенный условный (инфильтрационный) коэффициент теплопередачи здания:

$$K_m^{\inf} = 0{,}68 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°С)}$$

Общий коэффициент теплопередачи здания:

$$K_m = 1{,}13 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°С)}$$

Общие теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции с учетом вентиляции помещений:

$$Q_h = 1150826 \text{ МДж}$$

Расход энергии на отопление здания за отопительный период:

$$Q_h^y = 917511 \text{ МДж}$$

Расчетный удельный расход энергии на отопление общественного здания: $q_{des}^h = 23$ кДж/(м$^3 \cdot$°С$\cdot$сут)

Нормируемое значение удельного расхода энергии на отопление составляет: 32 кДж/(м$^3 \cdot$°С$\cdot$сут)

Величина отклонения расчетного значения удельного расхода тепловой энергии на отопление здания от нормативного составляет -15.5%. Следовательно, здание с применением энергосберегающих материалов относится к более высокому классу (классу «**В**») по энергетической эффективности [4].

Вывод

В результате расчета получены важные характеристики здания, которые позволяют оценить его энергоэффективность. Были определены два значения удельного расхода энергии на отопление общественного здания, исходя из этих показателей, для каждого варианта определили класс энергоэффективности здания. Сравнивая два типа состава наружных стен, выяснили, что стены с вентилируемыми фасадами имеют удельный расход тепловой энергии на отопление на 15 кДж/(м$^3 \cdot$°С$\cdot$сут) меньше.

Когда здание обладает высоким классом энергосбережения, это позволяет выделять на него меньшую тепловую нагрузку, и, как следствие, это снизит затраты на отопление. В случае низкой энергоэффективности,

тепловая нагрузка должна быть выше, и, как следствие, затраты на отопление будут выше.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации [Электронный ресурс]: федеральный закон от 23.11.2009 N 261-ФЗ (ред. от ред. от 29.07.2017). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

2. Эффективные ограждающие конструкции. [Электронный ресурс] - электронный журнал «Энергосовет»: http://www.energosovet.ru/entech (дата обращения: 02.09.2017)

3. Пилипенко Н.В. Тепловые потери и энергетическая эффективность зданий и сооружений. Учебное пособие. Санкт-Петербург. Университет ИТМО. 2016. С.9

4. РМД 23-16-2012 Санкт-Петербург. Рекомендации по обеспечению энергетической эффективности жилых и общественных зданий (утверждены Распоряжением Комитета по строительству Правительства Санкт-Петербурга от 13.09.2012 г. № 114).

УДК 69.059.73

С. В. Вахрушева, М. А. Романович, Б. Б. Виноградова
ФГАОУ ВО «СПбПУ», Россия
Vakhrusheva S.V., Romanovich M.A., Vinogradova B.B.
FSAEI HL «SPbPU», Russia

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНЫХ ВАРИАНТОВ РЕКОНСТРУКЦИИ «КОМПЛЕКСА САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОЙ ОДИНОЧНОЙ ТЮРЬМЫ («КРЕСТЫ»)»
ANALYSIS OF POSSIBLE VARIANTS OF RECONSTRUCTION «THE COMPLEX OF THE SAINT-PETERSBURG SINGLE PRISON («KRESTY»)»

Аннотация. Несоответствие старых тюремных комплексов сегодняшним требованиям, а также в связи с ростом городов и переходом к рыночным принципам оценки эффективности приводят к необходимости изменения их целевого и функционального назначения. Перепрофилирование старых тюрем позволяет получать новые объекты в черте города. Сфера перепрофилирования тюремных комплексов в строительстве остается мало изученной. В статье рассмотрен мировой опыт реконструкции

бывших тюремных зданий. Выявлены наиболее популярные и многочисленные во всем мире варианты их перепрофилирования.

Ключевые слова: историко-культурное наследие, тюрьма, реконструкция, перепрофилирование, памятник культуры.

Abstract. The nonconformities of old prison complexes with today's requirements, as well as in connection with the growth of cities and the transition to market principles of assessment of efficiency, lead to the need to change their target and functional purpose. Re-profiling old prisons allows to receive new objects in the city. The sphere of re-profiling prison complexes in construction remains underexplored. The article reviewed the world experience of reconstruction of former prison buildings. The most popular and numerous variants of their re-profiling have been revealed.

Key words: historical and cultural heritage, prison, reconstruction, re-profiling, cultural heritage.

Сохранение и использование историко-культурного наследия является одной из приоритетных задач исполнительных и законодательных органов власти Российской Федерации в целом, а также отдельных регионов в частности. Санкт-Петербург исторически отличается от других российских городов своей аутентичной красотой и уникальным градостроительным ансамблем.

В настоящее время на территории Санкт-Петербурга расположены свыше 9000 объектов культурного наследия. Состояние многих исторических памятников культуры требует незамедлительных действий по их реставрации или реконструкции. Важнейшей задачей является не только сохранить историческую ценность памятника, но и адаптировать, вписать памятник в современный мир [1]. Многие исследователи в данной области предлагают применение современных технологий и инноваций для эффективного сохранения объектов культурного наследия (далее - ОКН). Одним из таких проектов является реконструкция Петровского дока в Кронштадте. Авторами статьи был предложен оптимальный вариант реконструкции данного объекта с перепрофилированием его под морской музейный комплекс [2,3].

Актуальность приспособления объектов культурного наследия к современному использованию определяется рядом социальных, градостроительных и экономических преимуществ. Социальные преимущества связаны с сохранением национального наследия, градостроительные – с созданием привлекательного статуса и имиджа городского пейзажа, экономические преимущества обусловлены получением прибыли за счет использования данных объектов.

Одним из архитектурных ансамблей, требующих реставрации, переустройства и перепрофилирования является «Комплекс Санкт-Петербургской одиночной тюрьмы («Кресты»)» по адресу: г. Санкт-Петербург, Арсенальная набережная, дом 7. Вопрос перепрофилирования бывшего тюремного ком-

плекса связан со строительством нового следственного изолятора «Кресты-2» в поселке Шушары.

Существующая в настоящее время тюрьма была построена в 1885-1890 гг. по проекту архитектора А.О. Томишко [4]. «Комплекс Санкт-Петербургской одиночной тюрьмы («Кресты»)» включает следующие выявленные ОКН (см. рис.1): входное здание с квартирами надзирателя, административные здания с церковью св. Александра Невского, два пятиэтажных крестообразных корпуса камер, дома для надзирателей (3 здания), прачечная и ледник, здание бани, здание кухни и пекарни и прачечной (с машинным отделением), административное здание больницы, больница для инфекционных больных, ледник [5].

Несмотря на то, что тюрьма является достаточно неординарным объектом для перепрофилирования, данный опыт уже давно существует в мире. Так, со второй половины прошлого столетия по всему миру можно наблюдать тенденцию вывода тюрем из старых зданий и перепрофилирование бывших тюремных комплексов: Алькатрас (США), окружная тюрьма Хельсинки (Финляндия), Мирский замок (Беларусь), Мэнсфилдская тюрьма (США). Старые тюремные комплексы не соответствуют санитарным нормам и имеют неудовлетворительный уровень обслуживания. Также многие тюрьмы, прежде находившиеся на пустынных окраинах городов, в связи с урбанизацией оказались в густонаселенных районах города, что противоречит основам современной градостроительной политики.

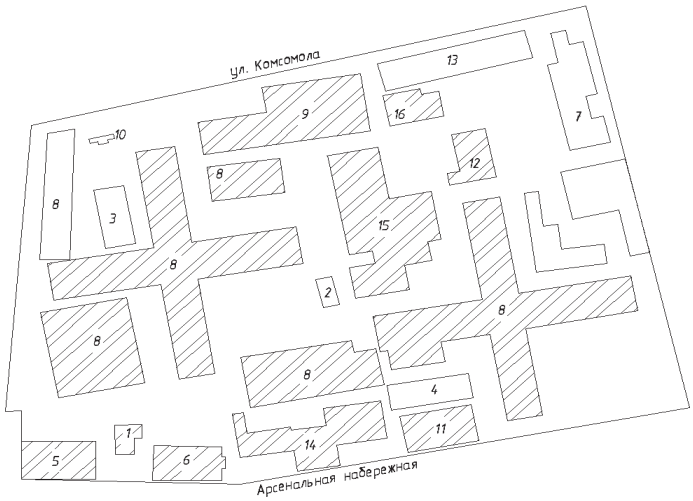


Рис. 1. План земельного участка «Комплекс Санкт-Петербургской одиночной тюрьмы («Кресты»)». ОКН: 1 – прачечная и ледник; 5, 6, 11 – дом для надзирателя; 8 – крестообразный корпус камер (2), административные здания с церковью св. Александра Невского, здание бани; 9 – административное здание больницы; 12 – ледник; 14 – входное здание с квартирами надзирателей; 15 – здание кухни и пекарни и прачечной (с машинным отделением); 16 – больница для инфекционных больных

Среди вариантов перепрофилирования бывших тюремных зданий наиболее популярным и многочисленным во всем мире является преобразование здания в музейно-культурный центр. В таких музеях, обычно, представлено огромное количество различных экспонатов: инструменты, которые применялись при попытках совершить побег, художественные изделия, созданные руками заключенных, и предметы из федеральных и военных пенитенциарных учреждений прошлых времен. Одним из самых известных тюрем-музеев является Алькатрас в Сан-Франциско, США, который расположился на одноименном острове.

Одним из перспективных направлений перепрофилирования стало создание на месте бывших тюрем гостиниц. При реконструкции, как правило, сохраняется основная планировка, бывшая камера превращается в номер или объединяют 2-3 камеры для более комфортабельного варианта проживания. Примером может послужить отель Hotel Katajanokka, Хельсинки, Финляндия, рис.2. После пятилетних реставрационных и ремонтных работ в мае 2007 в этих стенах был открыт отель, рис.3. Коридоры, краснокирпичные стены, а также парк вокруг отеля считаются объектами исторической ценности и находятся под охраной государства [6].



Рис. 2. Отель Hotel Katajanokka

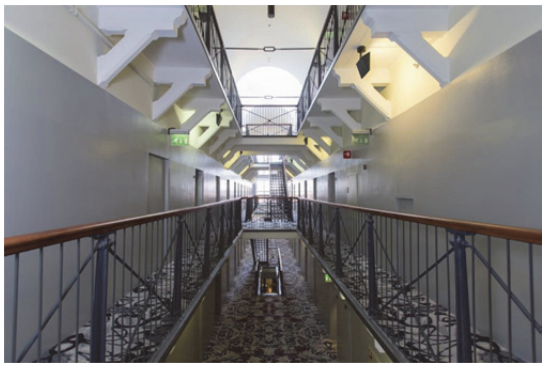


Рис. 3. Холл отеля Hotel Katajanokkal

Следующая разновидность новой функции бывшей тюрьмы – это превращение в многофункциональный комплекс с офисной, гостиничной и торговой функцией. Планировка тюрем имеет коридорно-кабинетный тип, который можно преобразовать под офисные помещения и даже квартиры. Одним из самых удачных проектов редизайна тюрьмы является Laurel Hill, США, рис.4. Уникальный тюремный комплекс превращен в оживленный центр жилых домов, магазинов и зеленого пространства. Многие элементы первоначального вида здания сохранены, так как объект включен в Национальный реестр исторических мест. Комплекс Laurel Hill включает в себя арт-пространство Workhouse Arts Center, парк с конно-спортивным центром. На территории бывшей тюрьмы проводятся различные образовательные мероприятия, организовываются выставки и мастер-классы [7].



Рис. 4. Liberty Laurel Hill, Лортон, США

Таким образом, опыт реконструкции бывших тюремных зданий представлен тремя выявленными вариантами перепрофилирования. Нами были проанализированы 15 тюремных комплексов, адаптированных в современный мир. Самым популярным и массовым функциональным перепрофилированием является гостиница, рис.5. В настоящее время не существует проекта, который может стать прообразом для «Крестов», поэтому необходимо оценить экономическую эффективность по каждому варианту и выбрать наиболее выгодный с учетом статьи 47 Федерального закона № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» [8].

«Комплекс Санкт-Петербургской одиночной тюрьмы («Кресты»)» является социально-значим проектом, выдвинутым Правительством Санкт-Петербурга в рамках конкурса на соискание премий за выполнение дипломного проекта по заданию исполнительных органов государственной власти Санкт-Петербурга в 2017-2018 учебном году.



Рис. 5. Диаграмма функционального перепрофилирования тюремных комплексов

На сегодняшний день планы о перепрофилировании комплекса отображают общемировую тенденцию строительства новых тюрем и создания на базе старых пространств нового, современного типа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Старицына А.А., Мартыненко Е.А., Вахрушева С.В., Птухина И.С. Анализ существующей политики в области сохранения и регенерации объектов культурного наследия// StudArctic Forum. 2017. № 5(1). С.1-14.

2. Romanovich M., Vilinskaya A. Methods of determining the optimal project of reconstraction of the Petrovsky dock in Kronstadt .: MATEC Web of Conferences Сер. "International Scientific Conference Week of Science in SPbPU - Civil Engineering, SPbWOSCE 2015" 2016. С. 01052.

3. Romanovich M., Jevric M. Fractal dimensions of urban border as a criterion for space management// Procedia Engineering. 2016. №165. С.1478-1482

4. Википедия [Электронный ресурс]: Кресты: https://ru.wikipedia.org/wiki/Кресты (дата обращения 12.09.2017).

5. Официальный сайт КГИОП Санкт-Петербурга [Электронный ресурс] http://kgiop.gov.spb.ru (дата обращения 15.09.2017).

6. Официальный сайт Hotel Katajanokka [Электронный ресурс] https://www.hotelkatajanokka.fi/ru (дата обращения 2.11.2017).

7. Официальный сайт Alexander company [Электронный ресурс] http://www.alexandercompany.com (дата обращения 12.11.2017).

8. Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации [Электронный ресурс]: федеральный закон от 25.06.2002 N 73-ФЗ (ред. от 29.07.2017). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

УДК 711.1

А. И. Рошкованова, М. А. Романович
ФГАОУ ВО «СПбПУ», Россия
Roshkovanova A.I., Romanovich M.A.
FSAEI HE «SPbPU», Russia

ПРИМЕНЕНИЕ МИРОВОГО ОПЫТА РЕДЕВЕЛОПМЕНТА ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗОН ДЛЯ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА
THE APPLICATION OF WORLD EXPERIENCE OF REDEVELOPMENT OF INDUSTRIAL ZONES OF SAINT PETERSBURG

Аннотация. Статья посвящена рассмотрению имеющегося на данный момент мирового опыта редевелопмента промышленных зон. Представлены примеры редевелопмента в различных странах, климатические условия которых подобны Санкт-Петербургу. Рассмотрены варианты функциональных назначений зданий, под которые были преобразованы промышленные сооружения. Рассмотрена возможность применения существующего опыта при редевелопменте промышленных зон Санкт-Петербурга. Выбраны решения, которые могут быть наиболее интересны для адаптации под условия Санкт-Петербурга.

Ключевые слова: редевелопмент, реконструкция, промышленные зоны, Санкт-Петербург, реновация.

Abstract. The article is devoted to consideration of the currently available global experience of redevelopment of industrial zones. Examples of redevelopment projects in various countries, climatic conditions similar to Saint-Petersburg. Considered variants of the functional purposes of buildings, which were converted industrial buildings. The possibility of applying existing experience in the redevelopment of industrial areas of St. Petersburg. The chosen solution, which may be the most interesting adaptation to the conditions of St. Petersburg.

Key words: redevelopment, reconstruction, industrial area, St. Petersburg, renovation.

На сегодняшний день развитие городов происходит очень стремительными темпами, в связи с чем зачастую промышленные зоны, изначально располагавшиеся на окраинах, становятся частью центральных районов. Заводы и фабрики перестают соответствовать экологическим требованиям современных городов или терпят экономические кризисы и забрасываются. Таким образом мы получаем достаточно большие пустующие территории в непосредственной близости к центру города [3]. Тогда возникает вопрос: как рационально использовать эти территории, сохранив (или даже украсив) облик города? Чтобы ответить на данный вопрос необ-

ходимо учесть множество факторов, таких как транспортная доступность, охрана исторических фасадов, необходимость рекреации земель, социальные требования населения, окружающая инфраструктура и так далее [4]. Как известно, для того, чтобы создать что-то новое, необходимо изучить уже существующие решения. Для начала рассмотрим иностранный опыт.

1) Kaapelitehdas, Финляндия, Хельсинки (рис.1)



Рис. 1. Kaapelitehdas

Это бывшая «Кабельная фабрика», функционировала с 1939 по 1987 год. После была выкуплена властями города и переоборудована под самый крупный культурно-досуговый центр в Финляндии. Здесь действуют музеи, залы для общественных мероприятий, множество кафе, радиостанция, галереи и т.д. [1]. Появление подобного объекта было важно для города, так как в связи с суровым климатом необходимы пространства для свободного/бесплатного общения зимой (летом такими пространствами обычно служат парки, скверы, набережные и т.п.).

2) Квартал Ротерманни, Эстония, Таллин (рис.2)

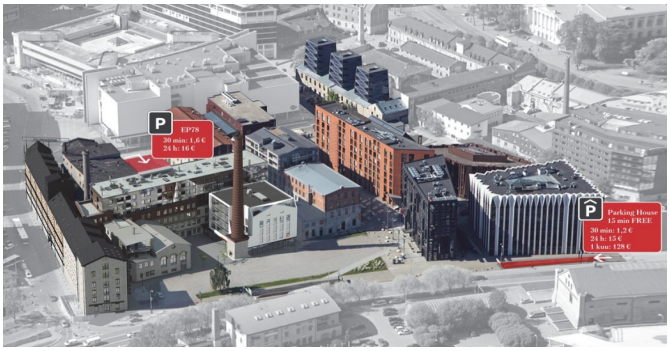


Рис. 2. Квартал Ротерманни

Данный квартал является историческим, расположен в непосредственной близости от старого города. Раньше здесь располагалось множество различных фабрик (производили спирт, хлеб, макароны, крахмал и т.д.), однако главным и охраняемым как памятник истории и архитектуры

зданием являлся бывший соляной склад. После реновации квартал является одним из самых престижных в городе, в нем расположено множество магазинов известных брендов, офисы, Музей эстонской архитектуры, рестораны, а так же жилые апартаменты бизнес класса [1]. Данный пример очень актуален для Санкт-Петербурга, где одна из главных проблем редевелопмента промзон заключается в необходимости сохранять исторические объекты [5].

3) Sio Silo, Норвегия, Осло (рис.3)



Рис. 3. Sio Silo

Уникальный проект преобразования зернового элеватора в студенческое общежитие. Всего в здании 226 круглых в плане квартир. Такая форма стен придает объекту оригинальность и хороший доступ света в помещения, однако вынуждает жителей приобретать мебель на заказ, поэтому управляющая компания сдает квартиры со встроенной мебелью [1]. Это интересное решение так же может быть применимо к Санкт-Петербургу в связи с увеличенным в последние года потоком иногородних студентов.

4) Шахта Цольферайн, Германия, Эссен (рис.4)



Рис. 4. Шахта Цольферайн

Данная шахта с 1847 по 1986 года была одной из самых крупнейших в своем регионе. С 2001 года включена в список объектов культурного наследия Юнеско. В наше время шахта превращена в памятник индустриализации, а так же в культурный центр Рурской области. На территории бывшей шахты расположены: школа дизайна, музей дизайна, каток, музей керамики, музей «Дорога угля», музей Рурского региона, выставка современного искусства и др. [1]. Это прекрасный пример того как преобразить и оживить заброшенное производство, сохранив наследие.

Далее рассмотрим российский опыт редевелопмента промышленных зон. Так как нас интересует редевелопмент применимо к достаточно густонаселенным городам, то все нижеприведенные примеры располагаются в Москве:

5) Дизайн-завод «Флакон» (рис.5)



Рис. 5. Дизайн-завод «Флакон»

Дизайн-завод основан на месте бывшего хрустально-стекольного завода. Это был первый российский проект редевелопмента объекта, не включенного в памятники истории и архитектуры. Это позволило архитектором воплотить самые смелые мечты (например открытый бассейн на территории), однако в целом атмосфера завода была сохранена (в частности кирпичная кладка и высоты потолков остались без изменений). Сейчас в здании располагаются различные творческие мастерские, которым разрешено преобразовывать свои помещения в любом дизайне [1].

6) ЖК «Даниловская мануфактура 1867» (рис.6)



Рис. 6. ЖК «Даниловская мануфактура 1867»

Название данного жилого комплекса говорит само за себя. Это была достаточно крупная фабрика, однако со временем она пришла в запустение. В 2007 году компания KR Properties занялась редевелопментом заброшенной мануфактуры. Теперь в жилом комплексе 12 офисных зданий, 5 этажные жилые здания с апартаментами с высотой потолков 4,2-4,5 м, парковка на 500 машино-мест, отель, рестораны, магазины, продуманные зоны отдыха. При этом сохранена стилистика промышленности, здания названы в честь основателей фабрики и тканей, производимых здесь когда-то. Данный жилой комплекс иллюстрирует удобство «города в городе», ведь непосредственная близость офисов и жилых апартаментов дает возможность значительно сэкономить время на пути до работы [6].

Технополис «Москва» (рис.7)

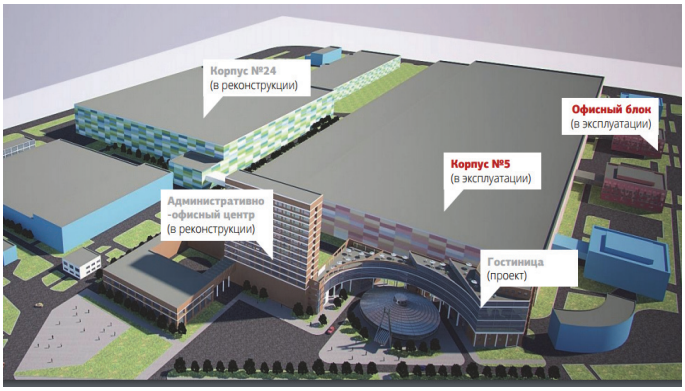


Рис. 7. Технополис «Москва»

Технополис – результат реконструкции бывшего завода «Москвич». На данный момент два сооружения находятся в эксплуатации, еще два в реконструкции и так же разрабатывается проект гостиницы. Технополис предоставляет производственные помещения в аренды инновационным и высокотехнологичным компаниям, разрабатывающим микроэлектронику, робототехнику, оптику, энергоэффективные технологии, новые материалы, нанотехнологии и так далее. Помимо этого в эксплуатируемых зданиях располагается реабилитационный центр, политехнический музей и музей восстания машин. Так же на территории открыт таможенный пост, конгресс-центр, логистический центр, склады, типография полного цикла и кофейня [2]. Представленное решение по реновации интересно тем, что сохраняется назначение промышленной зоны, но производится ее приспособление под современные нужды, что немного упрощает задачу девелопера [7].

Выводы: в статье рассмотрено семь примеров эффективного редевелопмента промышленных зон. Все объекты различны по назначению и каждый из них может быть использован как пример для решения различных задач и вопросов во время работы с серым поясом Санкт-Петербурга.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

17. ООО «КБ Стрелка» Ревитализация территорий промышленных объектов. Методические рекомендации по реализации проектов повышения качества среды моногородов. / ООО «КБ Стрелка» – М. : Москва, 2017.

18. Комплекс градостроительной политики и строительства города Москвы [Электронный ресурс]: Москва: https://stroi.mos.ru/renovaciya-promzon (29.11.2017 г.).

19. Управление недвижимостью: учебное пособие. / Н. В. Брайла, О. Н. Попова, М. А. Романович, Т. Л. Симанкина; СПбПУ Петра Великого. : Санкт-Петербург, 2017.

20. Methods of determining the optimal project of reconstruction of the Petrovsky dock in Kronstadt. / Romanovich M., Vilinskaya A. B; MATEC Web of Conferences Editor V. Murgul. : 2016.

21. Urban planning of underground space: the development of approaches to the formation of underground complexes – metro stations as independent real estate objects. / Romanovich M.A., Simankina T.L.; Procedia Engineering. : 2016.

22. Кластеры - основа формирования эффективной инновационной системы Санкт-Петербурга. / Талипова Л.В., Косяков Е.Д., Усова М.К., Семёнов Д.А.; Наука и инновации в XXI веке: актуальные вопросы, открытия и достижения. Сборник статей победителей IV Международной научно-практической конференции: в 3 ч. : 2017.

23. Methods for converting industrial zones. / L Talipova L., Kosyakov E. and Polyakova I.; IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science Vol. 90 : 2017.

Научное издание

РЕГИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ В ОБЛАСТИ АРХИТЕКТУРЫ, СТРОИТЕЛЬСТВА, ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА И КАДАСТРОВ В НАЧАЛЕ III ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ

Часть 2

Материалы V Международной научно-практической конференции
Комсомольск-на-Амуре, 29–30 ноября 2017 года

Ответственный редактор О. Е. Сысоев

Статьи публикуются в авторской редакции

Подписано в печать 23.01.2018
Формат 60×84 1/8. Бумага 65 г/м^2. Ризограф RZ 370EP.
Усл. печ. л. 31,61. Уч.-изд. л. 31,40. Тираж 24 экз. Заказ 28972.

Полиграфическая лаборатория
Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»
681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27.