КОМСОМОЛЬСКИЙ-НА-АМУРЕ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ТВОРЧЕСТВО АСПИРАНТОВ И СТУДЕНТОВ

Материалы всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов

Часть 1

09-20 апреля 2018 г.
г. Комсомольск-на-Амуре

Министерство образования и науки Российской Федерации

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

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ТВОРЧЕСТВО АСПИРАНТОВ И СТУДЕНТОВ

Материалы всероссийской научно-технической конференции
студентов и аспирантов, 09-20 апреля 2018 г.

Комсомольск-на-Амуре
2018

УДК 001
ББК 95.4
Н346

Рецензент – доктор технических наук, профессор В. В. Черномас,
профессор кафедры «Машиностроение и металлургия»
ФГБОУ ВО «КнАГУ»
(г. Комсомольск-на-Амуре)

Редакционная коллегия:
Э. А. Дмитриев, доктор технических наук, отв. ред.
(г. Комсомольск-на-Амуре, КнАГУ)
И. В. Макурин - кандидат экономических наук, зам. отв. ред.
(г. Комсомольск-на-Амуре)
С. В. Белых - кандидат технических наук

Научно-техническое творчество аспирантов и студентов:
Н346 материалы всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов, Комсомольск-на-Амуре, 09-20 апреля 2018г.: в 2 ч. /редкол.: Э. А. Дмитриева (отв. ред.)[и др.]. - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2018. – Ч.1 - 524 с.
ISBN 978-5-7765-1393-0 (Ч.1)
ISBN 978-5-7765-1332-9

Материалы сборника посвящены актуальным проблемам развития науки и техники.

Приводимые материалы могут быть полезны преподавателям вузов, руководителям предприятий, а также студентам и аспирантам.

Материалы публикуются в авторской редакции. За содержание и достоверность статей ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей. При использовании и заимствовании материалов ссылка на издание обязательна.

УДК 001
ББК 95.4

ISBN 978-5-7765-1393-0 (Ч. 1)
ISBN 978-5-7765-1332-9

© ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2018

СЕКЦИЯ

МАШИНОСТРОЕНИЕ
И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

УДК 622.692.23.004.6
Абрамов Даниил Александрович, студент; Daniil Aleksandrovich Abramov
Коннова Галина Витальевна, кандидат технических наук, доцент;
Konnova Galina Vitalyevna
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

МЕТОДЫ ОЧИСТКИ РЕЗЕРВУАРОВ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

METHODS OF CLEANING TANKS FOR STORAGE OIL OF OIL PRODUCTS

Аннотация. Данная статья посвящена исследованию методов очистки нефтяных резервуаров от донных отложений. В работе представлены различные методы систем очистки резервуаров, применяющиеся на нефтеперерабатывающих заводах в настоящее время: как ручные, так и механизированные. Так же рассмотрены достоинства и недостатки методов и выбран наиболее приемлемый метод очистки.
Summary. This article is devoted to the investigation of methods for cleaning oil reservoirs from bottom sediments. The paper presents various methods of tank cleaning systems used at oil refineries at present: both manual and mechanized. The advantages and disadvantages of the methods are also considered and the most acceptable cleaning method is chosen.
Ключевые слова: очистка, резервуар, нефтепродукт, нефть, методы очистки
Keywords: cleaning, tanks, oil, oil products, methods of cleaning

Целью работы является: 1) изучение методов очистки резервуаров, применяющихся на нефтеперерабатывающих предприятиях в настоящее время, 2) проведение патентного поиска по данной теме 3) подведение итогов по данной работе и предложение оптимального варианта системы очистки резервуаров.

Одной из немаловажной проблем эксплуатации резервуаров является очистка резервуаров. При длительной эксплуатации резервуаров на их днищах образуется осадок, сокращающий полезный объем резервуара и затрудняющий его эксплуатацию. Осадок по площади распределяется неравномерно. Наибольший его слой образуется в местах, удаленных от приемо-раздаточных патрубков, что не дает возможности точно замерять фактическое количество нефти, содержащееся в резервуаре. В дальнейшем слой накопившегося осадка уплотняется и в отдельных зонах резервуара трудно поддается размыву. Для безопасной и надежной эксплута-

ции резервуаров и продления их работоспособности необходимо периодически осуществлять очистку от накопившегося осадка.

В настоящее время методы очистки резервуаров разделяют на три вида: ручной, механизированный и механизированный метод с применением моющих средств (химико-механизированный).

Ручной метод заключается в удалении накопившегося осадка с использованием ручного инструмента (лопат, ломов, скребков и т.д.). Отложения собирают в емкость (бадью) и удаляют из резервуара с помощью простейших грузоподъемных приспособлений. Такой способ очистки производит значительные выбросы вредных веществ, из-за чего персонал, выполняющий очистку, подвергается вредному воздействию этих веществ. Кроме того, это метод крайне трудоемкий, что приводит к значительным материальным и временным затратам.

Химико-механизированный метод очистки резервуаров с использованием растворов моющих средств позволяет интенсивно и качественно произвести очистку, не задействовать большой объем ручного труда. Недостатками этого метода является то, что необходимо использовать специальные реагенты, а также очищать растворы моющих средств от нефтешламов (нефтеостатков).

Механизированный метод гораздо сокращает время очистки, уменьшает простой резервуара, сокращает количество вредных операций, наносящих вред здоровью человека, и уменьшает стоимость процесса очистки резервуара.

Также на предприятиях используют метод очистки резервуаров от донных отложений, включающий разогрев очищаемого резервуара, закачивание воды, циркуляцию образующегося потока разжиженного продукта, разделение продукта на нефть, водную размывочную жидкость и механические примеси, удаление их из резервуара и окончательную очистку внутренних поверхностей резервуара.

Существует способ, включающий управляемый ствол с соплом, напорный трубопровод и зачистной трубопровод, которые монтируются на боковом люке резервуара (патент США 3440096, МКИ В 08 В 9/00, опубл. 22.04.69). Минусом данного приспособления являются ограниченные возможности передвижения внутри резервуара, а также плохая эффективность размыва донных отложений, неравномерных по толщине слоя и консистенции, что ухудшает надежность и качество процесса очистки.

Также существует способ, (патент на полезную модель RU 86506 U1, МПК: B08B 9/08, B08B 9/093, опубл. 10.09.2009), включающий систему откачивания размытых отложений, систему подачи моющей жидкости, установку сепарации загрязненной жидкости на нефтепродукт, воду и отходы, установку очистки воды, установку доочистки нефтепродукта.

Недостатком данного способа является присутствие персонала внутри емкости при очистки, что приводит к риску для жизни персонала.

В нашей работе предлагаем оптимальный, мобильный и безопасный механизированный способ с помощью комплекса "SRS" для восстановления нефти из донных отложений, не требующий присутствия человека внутри резервуара. Данный комплекс был разработан компанией "Лотис". В основе комплекса лежит технология мойки сырой нефтью, т.е. подогретую нефть используют в качестве растворителя. Из резервуара откачивается жидкая фракция до максимального значения, чтобы обеспечить доступ к донным отложениям. Одновременно с откачкой жидкой фазы для создания взрывобезопасной среды резервуар заполняют инертным газом (азот). Далее при помощи моющих головок на донные отложения подается под давлением товарная нефть, нагреваемая в теплообменнике комплекса. Работа комплекса "SRS" продолжается по замкнутому циклу. Нефть откачивается из резервуара, проходит через фильтры, подогревается в теплообменнике и снова подается под давлением в резервуар при помощи моющих головок. Такой цикл продолжается до полного восстановления нефти из донных отложений. Если требуется замывка резервуара горячей водой, добавляется блок сепарации, где происходит отделение остатков нефти от воды. После полной дегазации зачищенного резервуара и контрольных замеров атмосферы внутрь допускается персонал для проведения точечной зачистки и удаления нерастворимых остатков

Очистка с помощью комплекса "SRS" позволяет сократить количество отходов более, чем на 90 %, подлежащих дорогостоящей утилизации. Время на зачистку сокращается до 80 %. Нефть, из которой по большей части состоят донные отложения, возвращается для дальнейшего коммерческого использования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гималетдинов, Г. М. Очистка и диагностика резервуаров для нефти и нефтепродуктов : учеб. пособие / Г. М. Гималетдинов. – Уфа: Монография, 2011. – 295 с.

2. Чурикова, Л. А. Обзор современных методов очистки резервуаров от нефтяных остатков / Л. А. Чурикова, Е. А. Конашева, А. Т. Утегалиев // Технические науки в России и за рубежом: материалы V международной научной конференции. – 2016. – С.71 - 75.

3. РД ФГБОУ ВО «КнАГТУ» 013-2016 Текстовые студенческие работы. Правила оформления. – Введ. 2016-03-10. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ». 2016. – 55 с.

УДК 006.03
Андрющенко Екатерина Вячеславовна, студент;
Ekaterina Vyacheslavovna Andryuschenko
Виноградов Сергей Владимирович, кандидат технических наук, доцент;
Vinogradov Sergey Vladimirovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВНЕШНИХ И ВНУТРЕННИХ УСЛОВИЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ООО «РН-КОМСОМОЛЬСКИЙ НПЗ»

DETERMINATION OF EXTERNAL AND INTERNAL CONDITIONS OF FUNCTIONING TO LLC RN-KOMSOMOLSKY NPZ

Аннотация. Разработана методика проведения SWOT-анализа на предприятии нефтеперерабатывающей промышленности. Факторы, указанные в Матрицах SWOT-анализа, должны в обязательном порядке рассматриваться при определении заинтересованных сторон и рисков/возможностей, использоваться для актуализации Политики в области качества и установления приоритетов при планировании и осуществлении улучшений или инноваций, в случае необходимости.
Summary. A methodology for SWOT analysis in the oil refining industry was developed. The factors specified in the SWOT Analysis Matrices should be considered in the determination of stakeholders and risks / opportunities, used to update the Quality Policy and prioritize when planning and implementing improvements or innovations, if necessary.
Ключевые слова: стандарт ИСО 9001-2015, SWOT-анализ, балл.
Keywords: standard ISO 9001-2015, SWOT analysis, score.

Ввиду того, что требования к пониманию организации и ее среды в стандарте ИСО 9001-2008 отсутствовали, в ООО «РН-Комсомольский НПЗ» разработали процедуру определения внутренних и внешних условий функционирования общества, которые должны рассматриваться с учетом стратегических целей и направлений Общества, заявленных в Политике ООО «РН-Комсомольский НПЗ» в области качества, и влияния этих условий на способность СМК достигать запланированных результатов.

Для определения внутренних сильных и слабых сторон деятельности Общества, а также для выявления возможностей и угроз со стороны внешней среды в Обществе должен применяться SWOT-анализ. SWOT-анализ должен проводиться ежегодно в январе на основании приказа генерального директора о проведении SWOT-анализа, в котором должны быть определены ответственные за представление исходных данных для проведения

SWOT-анализа и ответственные за консолидацию информации и формирование SWOT-матрицы.

SWOT-анализ должен проводиться по направлениям деятельности под руководством заместителей генерального директора по соответствующему функциональному блоку. Подготовку исходных данных для проведения SWOT-анализа должны осуществлять руководители структурных подразделений, находящихся в подчинении заместителя генерального директора по соответствующему функциональному блоку.

По направлениям деятельности, которые подчинены первому заместителю генерального директора – техническому директору, исходные данные должны готовить заместители технического директора по направлениям - начальники соответствующих структурных подразделений.

Организацию и координацию работ по проведению SWOT-анализа в Обществе в целом осуществляет Технологический отдел.

Исходные данные для SWOT-анализа должны готовиться по форме Контрольного листа, который размещается в электронном виде на общедоступном сетевом ресурсе Общества.

Должностные лица, формирующие Контрольные листы, должны ранжировать каждый фактор по 3-х бальной шкале, определяющей характер влияния фактора на результаты деятельности Общества:

1 балл - фактор оказывает отрицательное воздействие на результаты деятельности Общества, которое выражается в ухудшении показателей хозяйственной деятельности Общества, увеличении непроизводительных затрат, снижении прибыльности Общества, ослаблении позиции Общества на рынке, снижении рейтинга Общества в Компании и отрасли в целом, наличии кризисных/проблемных ситуаций в деятельности Общества и т.д.;

2 балла – влияние фактора носит стабилизирующий характер и позволяет Обществу занимать устойчивую позицию на рынке, стабильно показывать средние по отрасли показатели деятельности и соответствие отраслевым стандартам;

3 балла - фактор оказывает значительное положительное воздействие на результаты деятельности Общества и позволяет Обществу занимать ведущие позиции на рынке, в Компании и отрасли, существенно улучшать показатели хозяйственной деятельности.

На основании заполненных Контрольных листов назначенные ответственные лица по блоку заместителя генерального директора заполняют перечень внутренних и внешних факторов, с баллами 2-3 распределяются в сильные стороны и возможности Общества, факторы, набравшие 1 балл, являются слабыми сторонами и угрозами Общества, в перечне указываются направления деятельности, на которые эти факторы оказывают/могут оказать влияние.

Факторы $c_K \geq 3$ являются значимыми для Общества.

Заполненные «Перечни внутренних и внешних факторов» после согласования с заместителями генерального директора по направлениям деятельности в электронном виде направляются в ТО для консолидации в целом по Обществу и формирования Матрицы SWOT-анализа.

Значимые факторы, начиная с наиболее значимого и далее по мере уменьшения значимости фактора (коэффициента К), ответственные лица ТО заносят в Матрицу SWOT-анализа.

Консолидированные результаты SWOT-анализа Общества должны оформляться соответствующим разделом Отчета о функционировании СМК за год и содержать следующую информацию:

консолидированный Перечень внутренних и внешних факторов по Обществу;

матрицу SWOT-анализа;

выводы о необходимости сохранения/изменения стратегии развития Общества в рамках направления деятельности.

Факторы, указанные в Матрицах SWOT-анализа, должны в обязательном порядке рассматриваться при определении заинтересованных сторон (п. 4.2 ГОСТ Р ИСО 9001-2015) и рисков/возможностей Общества (п. 6.1 ГОСТ Р ИСО 9001-2015) и использоваться Обществом для актуализации Политики в области качества (п. 5.2 ГОСТ Р ИСО 9001-2015) и установления приоритетов при планировании и осуществлении улучшений или инноваций, в случае необходимости.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Системы менеджмента качества. Требования. – Введ. 2015-09-15. – М. Росстандарт: Стандартинформ, 2015. – 58 с.

2. Р П1-02.02С-0054ЮЛ-014 Стандарт ООО «РН-Комсомольский НПЗ». Система менеджмента качества. Руководство по качеству.

УДК 621.81
Бабко Александр Павлович, студент; Babko Alexander Pavlovich
Бахматов Павел Вячеславович, кандидат технических наук, доцент; Bakhmatov Pavel Vyacheslavovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ЛАЗЕРНАЯ СВАРКА ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

LASER WELDING OF TITANIUM ALLOYS

Аннотация. Рассмотрен принцип лазерной сварки по титану. Описываются все проблемы в проведении процесса, а также пути решения поставленных проблем.
Annotation. The principle of laser welding in titanium is considered. Describe all the problems in the process, as well as ways to solve the problems.
Ключевые слова: Лазерная сварка, титан.
Key words: Laser welding, titanium.

Сварка титановых сплавов при помощи лазерных технологий имеет довольно большое преимущество по сравнению с традиционными видами в виде её мобильности и меньшего получения количества дефектов.

О титановых сплавах можно сказать, что, из-за своей плотности в 4,51 г/см^3, они довольно легкие, а также обладают хорошей прочностью и пластичностью. Титановые сплавы является тугоплавкими материалами (температура плавления свыше 1660С^o) и при этом обладают низкой теплопроводностью. Титан славится также своей высокой коррозийной стойкостью при нормальных температурах [3].

В идеальных условиях титан, как и железо, должен хорошо свариваться, а с преимуществом материала в виде низкой теплопроводности и самого лазера, который при концентрации энергии не дает высоких напряжений и тепловыделения при самом процессе [3]. Но вся проблема заключается в том, что, при повышении температуры материала свыше 250-300С^o, начинается химическая реакция с внешней средой, а низкая теплопроводность титана становится недостатком, при которой сварочная ванна остывает гораздо медленней, а в виду химической активности материала, титан начинает поглощать окружающие его газы, а именно кислород, углерод, азот, водород, которые приводят к ухудшению механических свойств в сварном шве и к возможному образованию трещин в околошовной зоне [3].

Первым решением, является вакуумная камера, убирающая все вредные примеси, но данный метод является дорогим и трудоемким, не

дающий явного преимущества по сравнению с электронно-лучевой сваркой [1].

Второе же решение, которое намного эффективнее – это подвод инертных газов, как и при аргонно-дуговой сварке, т.е. создание защитного сопла. Суть заключается в том, что при начале сварочного процесса, между кромками основного металла поступает гелий, который вытесняет все вредные примеси в зоне предполагаемого шва. В виду своей неактивности и весу, не дает вредным примесям попасть внутрь сварного шва. После завершения процесса, предлагается впускать подвод аргона в районе поверхностного проплавления основного металла во время его охлаждения и не дает образоваться нитридной пленки на поверхности. Главная задача при этом способе, это правильный подвод инертных газов, выполняющие защитную функцию во время химической активности титана [5].

Вся проблема лазерной сварки титана заключается и в выборе самого титана, ведь титан делится на три группы: α, α + β, β + α и β сплавы. Различия заключается в процентном наличии примесей и легирующих элементов, которые термически упрочняют металл. И чем больше этих легирующих элементов и примесей, тем сложнее происходит процесс сварки [1].

Из изученных опытов следует [5], что титаны β и β + α – фазы, которые имеют в себе огромное количество легирующих элементов таких как: Mo, V, Fe, Cr и Al – при сварке подвергаются серьезным нагрузкам и теряют одно из главных преимуществ материала – пластичность. Отжиг для снятия нагрузок не помогает. Микроструктура самого шва представляет собой дисперсную внутризеренную структуру, которая и даёт снижение пластичности сварного шва. К этим титановым сплавам относятся ВТ22, ВТ15, ВТ32, ВТ19, Т110, ВТ23 и др [2].

При титане α + β – фазы, во время испытаний на вязкость, сварной шов сохраняет примерно 70-80% вязкости от основного металла. Причиной, не дающей получить вязкость основного металла, заключаются остаточные напряжения из-за легирующих элементов в металле. Поэтому с риском незначительного уменьшения пластичности, проводится отжиг, который упрочняет сварную конструкцию и не даёт появится трещинам на границе сварного шва. Структура при этом сохраняется грубоигольчатой со столбчатыми кристаллами. К этим титановым сплавам относят ВТ6, ВТ3, ВТ4, ВТ8 и др [2][5].

С титанами α – фазы все намного проще. Технически чистый титан практически не обладает никакими легирующими элементами (разве что Al), а лишь примесями, поэтому материал сваривается также хорошо, как и титаны α + β – фазы, но без проведения отжига после сварочного процесса. Обладают пластинчатой структурой, которая сохраняет в себе все преимущества титана. К этим титановым сплавам относятся ВТ1 и ВТ5 [2][5].

Также во время сварки необходимо знать о входных параметрах сварочного процесса. Первым из них является скорость сварки, которая зависит от глубины самого проплавления – чем глубже, тем медленней идет процесс. Сварка также зависит от мощности лазерного излучения, которую стараются брать в диапазоне $E=10^6...10^7$ Вт/см^2. При $E < 10^5$ Вт/см^2 лазерное излучение начинает терять свое основное достоинство - высокую концентрацию энергии, что следует учитывать. Также подающаяся мощность и фокусное расстояние тоже является входными параметрами [4]. Примерные параметры для некоторых материалах при определенных толщинах записаны в таблице 1 [5].

Таблица 1 – Параметры режимов лазерной сварки

Материал	b, мм	P, кВт	$v_{св}$, м/ч	ΔF, мм
ВТ1-0	5,0	4,1	48	2,0
ВТ6	7,5	4,3	36	2,0
СП15	6,5	4,0	42	2,0
ВТ22	6,5	4,2	30	2,0
ВТ23	6,0	4,0	42	1,0
Т110	7,0	4,0	42	2,0

Также перед проведением лазерной сварки в любом способе необходимо подготовить саму деталь. Подготовка заключается в полной отчистке контрольной поверхности (полировании и травлении), ибо поверхность не должна иметь какую-либо грязь и поверхностную прослойку, которые могут стать главной проблемой после охлаждения сварного шва, в виду образования большого скопления примесей в сварном шве, которые при резком охлаждение могут привести к трещинам [1].

В заключении можно сказать, что лучше всего во время сварочного процесса показывают себя титаны α – фазы, к которым относятся ВТ1, ВТ5, применяемые для изготовления труб, прокатных листов, прутков, применяемые в машиностроении, авиационной и космической промышленности, судостроении, автомобилестроении, а также в пищевой промышленности в виду своей легкости, прочности и безвредности.

К сожалению, вся проблема, заключается в дороговизне лазерного оборудования, которая отпугивает производителей, использующие более дешевые методы сварки, но при этом эти они имеют множество недостатков, в виде огромного количества допускаемых дефектов или невозможности использовать сварочный процесс в открытой среде.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Катаяма, С. Мир физики и техники / С. Катаяма, Н.Л. Истоминой – М.: Техносфера 2015. – 697 с.

2. Григорьянц А.Г. Лазерная сварка металлов: пособие для вузов / А.Г. Григорьянц, И.Н. Шиганов – М.: Высш. Шк., 1988. – 207 с.

3. Гуляев, А. П. Металловедение: учебник для вузов / А. П. Гуляев. – М.: Металлургия, 1986. – 544 с.

4. Сварка и резка материалов : учеб. пособие для нач. проф. образования / [М. Д. Банов, Ю. В. Казаков, М. Г. Козулин и др.] ; под ред. Ю. В. Казакова. — 9-е изд., стер. — М.: Издательский центр «Академия», 2010. — 400 с.

5. Патон, Б.Е. Лазерная сварка титановых сплавов / Б.Е. Патон [и др.]// Автоматическая сварка. Производственный раздел. – 2009. – №10. – С. 35-39.

УДК 620.19 (075.8)
Балдина Ирина Витальевна, студент; Baldina Irina Vitalyevna
Сарилов Михаил Юрьевич, доктор технических наук, доцент;
Sarilov Mihail Yurievich
Коннова Галина Витальевна, кандидат технических наук, доцент;
Konnova Galina Vitalyevna
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

КОРРОЗИЯ И МЕТОДЫ БОРЬБЫ С КОРРОЗИЕЙ ОБОРУДОВАНИЯ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ

CORROSION AND METHODS OF FIGHT AGAINST CORROSION OF THE EQUIPMENT OF OIL PROCESSING

Аннотация. Данная работа посвящена исследованию методов защиты от коррозии оборудования, которое применяется на предприятиях нефтеперерабатывающей отрасли. В работе представлены несколько методов защиты от коррозии и выбран наиболее оптимальный способ.

Summary. This work is devoted to a research of methods of protection against corrosion of the equipment which is applied at the enterprises of oil processing branch. In work several methods of protection against corrosion are presented and the most optimum way is chosen.

Ключевые слова: защита, коррозия, оборудование, металлическое покрытие, лакокрасочные покрытия, ингибитор.

Key words: protection, corrosion, equipment, metal coatings, paint coatings.

Проблема коррозии оборудования нефтепереработки актуальна на сегодняшний день. Это обусловлено тем, что данное явление выводит из строя многие виды машин, сооружений и изделий, отрицательно сказывается на экономике предприятия. В результате коррозии возникают утечки нефтепродуктов, газов, различных химических веществ, которые приводят к загрязнению окружающей среды и возникновению аварийных ситуаций. Поэтому очень важно заблаговременно находить дефекты в оборудовании нефтепереработки и предотвращать их.

Рассмотрим метод борьбы с коррозией, предлагаемый в учебном пособии «Коррозия металлов и средства защиты от коррозии». Авторы Н.М. Хохлачева, Е.В. Ряховская описывают металлические защитные покрытия. Эти покрытия делятся на катодные и анодные. К первым относятся покрытия из меди, никеля и серебра. К анодным – покрытия из кадмия и цинка. Также в этом пособии рассмотрены такие процессы как оксидирование и фосфатирование. Оксидирование применяют для защиты алюминия и его сплавов от атмосферной коррозии. Создание оксидной пленки осуществ-

ляется в емкости с раствором серной кислоты. Продолжительность процесса – 60 минут. Фосфатирование используют для защиты стали. Металлическое изделие опускают в горячий раствор фосфорнокислых солей железа, цинка или марганца. Продолжительность процесса – от 30 минут до 2 часов.

Следующий метод – это неметаллические защитные покрытия (лакокрасочные). Для того чтобы обеспечить надежную коррозионную защиту, нужно соблюдать ряд технологических требований. Во-первых, покрытие должно быть многослойным. Во-вторых, поверхность металла перед нанесением защитного покрытия должна быть тщательно очищена. В-третьих, качество покрытия зависит от способа нанесения защитного слоя. Наиболее распространены и эффективны следующие вещества: свинцовый сурик (Pb_3O_4), хромат цинка ($ZnCrO_4$), лаки, содержащие фенолформальдегидные смолы, акриловые и полиуретановые покрытия. Также этот метод описан в статье «Классификация и основные свойства пигментов». Авторы статьи – Хамракулов Г. Х., Исламова С. Т.

Пигменты являются одними из самых главных компонентов, входящих в состав любого лакокрасочного покрытия.

Эти вещества классифицируют на:

1) элементы, к которым относятся металлические порошки (никелевые, алюминиевые, медные, цинковые), технический углерод;

2) оксиды – оксид цинка (ZnO), оксид свинца (PbO) и др.;

3) соли – карбонаты, хроматы, алюмосиликаты и др.

Лакокрасочные покрытия, на мой взгляд, являются одним из самых распространенных способов защиты от атмосферной коррозии.

Рассмотрим еще один метод коррозионной защиты, представленный в патенте № 2125587, авторами которого являются Тудрий Г. А., Варнавская О. А., Хватова Л. К., Каткова Н. Б., Орлова Л. Н., Юдина Т. В. [1]. В нем описывается состав, который обеспечивает защиту нефтеперерабатывающего оборудования не только от коррозии, но и от асфальтено-смоло-парафиновых отложений. Также этот состав позволяет обезвоживать и обессоливать нефть. Это достигается тем, что в данный состав входит блок-сополимер оксида этилена и оксида пропилена на основе гликолей. К тому же он содержит продукт взаимодействия простого полиэфира с толуилендиизоцианатом и блок-сополимер оксида этилена и оксида пропилена на основе этилендиамина. Этот реагент обладает деэмульгирующими свойствами и эффектом ингибирования асфальтено-смоло-парафиновых отложений и коррозии. Недостатком этого состава является то, что некоторые компоненты, входящие в его состав, являются веществами третьего класса опасности, которые оказывают вредное воздействие на людей и окружающую среду.

Еще один метод описан в патенте №2108409. Авторы патента - Томин В. П., Колыванова Е. М., Корчевин Н. А., Бабиков А. Ф., Елшин А. И. [2]. Они предлагают ввести ингибитор коррозионной защиты конденсационно-холодильного оборудования, трубопроводов и емкостей установки ЭЛОУ-АВТ. Ингибитором является водный раствор полигексаметиленгуанидин-гидрата. Реактив вводится в сырье на входе в теплообменник при соотношении 5 - 20 г ингибитора (ПГМГ H_2O) на 1 т выделяемого продукта. Недостатки: растворим в нефтепродуктах при температурах выше 200 °С, возможно попадание реактива на установки вторичной переработки, где могут возникнуть потери активности катализаторов и другие нежелательные эффекты.

Проведя анализ полученных данных, можно сделать вывод о том, что наиболее эффективным способом защиты от коррозии является способ, представленный в диссертации на тему «Антикоррозионные покрытия – смазки и мастики на основе низкомолекулярного полиэтилена», автор Искандеров Р.А.

Низкомолекулярный полиэтилен (НМПЭ) — это побочный продукт при получении высокомолекулярного полиэтилена высокого давления. Производят его в виде 3 марок: глицериноподобная жидкость - НМПЭ-1, мазевоскообразная масса - НМПЭ-2 и твердое воскообразное вещество - НМПЭ-3.

Были обнаружены следующие свойства НМПЭ: уникальная адгезионная способность ко многим видам твердых и эластичных материалов различной химической природы абсолютная водостойкость и водонепроницаемость. Была разработана серия составов на основе НМПЭ-2 для гидроизоляции, антикоррозионной защиты стальных трубопроводов, железобетонных резервуаров, закладных деталей и сварных швов.

Достоинства: сохраняет прочность при широком диапазоне температур; обладает стойкостью ко многим химически агрессивным средам, органическим и неорганическим кислотам, щелочам и солям; обладает хорошими теплоизоляционными свойствами; бензин, керосин, масла и другие нефтепродукты практически не действуют на НМПЭ.

Также НМПЭ можно применять в качестве добавки для преобразования свойств каких-либо продуктов, например, снижения температуры застывания топлив, улучшения текучести, повышения пенентрации, размягчения товарных битумов. На сегодняшний день большой популярностью стали пользоваться полимерные трубы. Их используют в различных отраслях промышленности. Такие трубы не подвержены коррозии, не требуют защиты от блуждающих токов, обладают низкой теплопроводностью, что позволяет снизить тепловые потери. Использование полиэтиленовых труб уменьшает вероятность возникновения прорывов или утечек продукта. НМПЭ можно применять для защиты как от внутренней, так и от наружной коррозии оборудования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Пат. 2125587 Российская Федерация, МПК C10 G33/04. Состав для обезвоживания и обессоливания нефти и защиты нефтепромыслового оборудования от асфальтено-смоло-парафиновых отложений и коррозии / Тудрий Г. А., Варнавская О. А., Хватова Л. К., Каткова Н. Б., Орлова Л. Н., Юдина Т. В.; заявитель и патентообладатель Науч.-исслед. ин-т по нефтепром-ой химии. – № 98103495/04; заяв. 11.03.98; опубл. 27.01.99. – 4 с.

2. Пат. 2108409 Российская Федерация, МПК C23 F11/173. Способ защиты от коррозии установок первичной переработки нефти / Томин В. П.; Колыванова Е. М.; Корчевин Н. А.; Бабиков А. Ф.; Елшин А. И.; заявитель и патентообладатель Ангарская н/х комп-я. – № 96102999/02; заяв. 10.04.98; опубл. 10.04.98. – 4 с.

УДК 621.7.015
Бессмертная Наталья Сергеевна, магистр; Bessmertnaya Natalya Sergeevna
Отряскина Татьяна Александровна, кандидат технических наук, доцент; Otriaskina Tatiana Aleksandrovna
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ УСТАНОВОК

IMPROVEMENT OF FILTER INSTALLATIONS

Аннотация. Данная работа была посвящена исследованию способов улучшенной очистки водных стоков в процессе сепарации нефти на предприятиях нефтехимической отрасли. В работе представлены несколько наиболее распространённых способов очистки водных стоков, приведены их достоинства и недостатки и выбран самый оптимальный способ очистки водных стоков для повторного использования водных ресурсов, а также для наименьшего воздействия на окружающую среду.
Summary. This work was devoted to the study of methods of improved water treatment in the process of oil separation in the petrochemical industry. The paper presents several of the most common methods of wastewater treatment, their advantages and disadvantages, and the most optimal method of wastewater treatment for reuse of water resources, as well as for the least impact on the environment.
Ключевые слова: очистка, фильтры, нефтепродукты, сорбция.
Key words: purification, filters, oil products, sorption.

На сегодняшний день реализовано достаточно много различных способов, направленных на очистку воды от нефтепродуктов, и при этом каждый из них имеет ряд определённых преимуществ и недостатков. Чтобы определить наиболее подходящее оборудование, предназначенное для очистки водных стоков от химических веществ нефтепродукта, необходимо ориентироваться на то, какой степенью или типом загрязнения обладает сточная вода. Среди используемых в настоящее время способов очистки загрязненной нефтепродуктами воды самыми эффективными являются следующие: механический, химический и биологический способ.

Главная идея технологии механической очистки воды от нефтепродуктов заключается в том, что сточная вода попадает в череду этапов фильтрации. А также она подвергается неоднократному процессу отстаивания в специальном оборудовании. В данном случае используется такое оборудование как сепараторы нефтепродуктов. В этих очистительных системах механического типа действия применяются специальные материалы, имеющие пористую структуру. Эти материалы хорошо используются в

качестве фильтров водоочистки. Такой принцип действия системы основан на прохождении загрязненной нефтепродуктами воды через поры фильтров, сквозь которые небольшие молекулы воды проходят дальше, а большие молекулы нефти, мазута или керосина захватываются фильтром. Механическая очистка воды способна очистить воду приблизительно на 60% химических веществ, содержащих нефть, так что чаще всего этот метод считают первичным при проведении последующего очистительного процесса.

Метод фильтрации повсеместно используется для удаления примесей, представленных мелкими твердыми частицами, которые задерживаются либо специальными сетками, либо пористыми зернистыми материалами или тканями.

Принцип данного фильтрования заключается в следующем: сточные воды, загрязненные нефте-примесями, поступают внутрь движущихся фильтровальных барабанов, а очищенная вода выходит наружу сквозь фильтрующие материалы.

Глубокая очистка воды от вредных нефтяных загрязнений подразумевает использование для фильтрования фильтров каркасного типа. В качестве фильтрующих материалов в таких фильтрах используются:

Зернистые пористые материалы:

- кварцевый песок;
- антрацит;
- керамзит;
- котельный или металлургический шлак;
- пенополистирол.

Эластичные и волокнистые материалы:

- синтетические нетканые;
- эластичные пористые (к примеру, пенополиуретан).

Кроме того, что они имеют высокие сорбционные свойства, эти материалы за счет рыхлости структуры обладают к тому же повышенным уровнем грязесборки. Такой отличный фильтрующий материал, как пенополиуретан, применяется в качестве основы при изготовлении фильтров, предусматривающих эластичную нагрузку.

Использование пенополиуретана обусловлено достаточной высокой степенью его эластичности и механической прочностью, а также высокой химической стойкостью и особыми гидрофобными свойствами этого материала. Помимо перечисленных выше достоинств, пенополиуретан имеет низкую кажущуюся плотность, которая колеблется в пределах от 25-ти до 60-ти килограммов на кубометр, к тому же обладает открытой ячеистой структурой с высокой степенью разветвленности пор, где средние диаметры варьируются от 0,8 до 1,2 миллиметра.

Перечисленные фильтрационные материалы обеих групп схожи между собой по технологии применения в очистке, но имеют серьезные отличия между собой по способам регенерации среды фильтрования, а также по показателю грязесборки. При любой фильтрации стоков в фильтрационных материалах скапливаются задержанные ими вредные примеси. Постепенно граница насыщения этими загрязнениями смещается от внешней поверхности материала фильтра вглубь него. Длительность этого процесса напрямую зависит как раз от такого показателя, как грязесборка.

Ещё одна группа материалов для фильтрования нефтяных загрязнений имеет иной механизм воздействия:

- фильтровальная коалесцирующая среда.

В прошлом такие фильтровальные среды создавались с помощью зернистых сыпучих пористых материалов, таких, как кварц, силикатный песок, гравий, дробленые мрамор и антрацит, кольца Рашига, керамическая крошка и некоторые виды синтетических зернистых полимеров. В настоящее время все большую популярность набирают сорбционные фильтрующие материалы природного происхождения, такие, как шунгитовые породы. Исследованиями доказано, что такой фильтрующий материал обладает достаточной эффективностью при очищении водных стоков от плавающих свободных нефтепродуктовых пленок, а также от взвешенных веществ в тонкодисперсном состоянии (размер частиц – примерно три микрометра).

При прохождении загрязненной нефтью или нефтепродуктами воды сквозь тонкие каналы такого материала, мелкие частицы нефтяных примесей начинают разрушаться и переходят в эмульгированное (неустойчивое) состояние. После выхода очищаемой воды из такой фильтрационной среды, нефтепродуктовые загрязнения собираются в крупные грязевые частицы, диаметр которых составляет несколько миллиметров. Они скапливаются на поверхности осветленного стока и легко извлекаются из него.

По завершении данной работы подведу итоги.

Качество очистки водных стоков напрямую зависит от того какие методы используются и какие материалы в этих методах применяются.

Первичный метод при сепарации нефти приходится на технологию механической очистки, которая включает такой важный этап как фильтрация.

Фильтрация вносит значимый вклад в очистку нефтепродуктов, поэтому эффективность того или иного материала очень важна.

Исходя из полученной информации отмечу два передовых на мой взгляд вариантов. Фильтрующий материал пенополиуретан имеет отличные характеристики, используется в качестве основы для фильтров. Фильтрующий материал из шунгитовой породы имеет хорошие качества, при исследованиях показал хорошую эффективность. При проектировании но-

вой фильтровальной установки можно рационально комбинировать несколько фильтров которые показали максимальную эффективность и тем самым добиться уже на первичном методе очистки лучшего результата.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Купцис И. Д. Дальнейшие исследование относительно вредных свойств нефти и ее продуктов для рыб и животных / И. Д. Купцис – М.: Directmedia, 1901. – 126 с.

2. Санду Р. А. Метод логико-вычислительной обработки данных химической и нефтехимической промышленности России на основе продукций и миварной сети правил для управления инновационными ресурсами / Р. А. Санду – М.: Инфра-Инженерия, 1917. – 345 с.

УДК 621.81
Верижников Владислав Юрьевич, студент; Verizhnikov Vladislav Yrievich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ЛАЗЕРНАЯ СВАРКА НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ

LASER WELDING OF STAINLESS STEEL

Аннотация. Описана установка лазерной сварки и её процессы .Рассмотрен принцип лазерной сварки по нержавеющей стали. Описываются все проблемы в проведении процесса, а также пути решения поставленных проблем.
Annotation. The installation of laser welding and its processes .The principle of laser welding in stainless steel is considered. Describe all the problems in the process, as well as ways to solve the problems.
Ключевые слова: Лазерная сварка, нержавеющей стали.
Key words: laser welding of stainless steel.

Процесс лазерной сварки нержавеющей стали

Технологически данный процесс должен осуществляться согласно ГОСТ 19521-74. Он относит лазерную сварку к термическому процессу, который подразумевает использование плавления и тепловой энергии для получения итогового результата. Особенности проведения процедур зависят от того, какие характеристики имеет луч, так как тут играет роль его когерентность, монохроматичность и направленность. Это позволяет осуществлять точечную концентрацию и совершать обработки небольших участков. Данный метод применяется, в основном, для автомобильного производства, а также прочих высокоточных сфер, в которых работают с тонкими поверхностями.

Преимущества лазерной сварки нержавеющей стали

- Себестоимость лазерной сварки сопоставима с обыкновенными способами, при использовании дуговой сварки и электродов;
- Она имеет очень высокую точность, которая исчисляется десятыми долями миллиметра;
- Ею можно использовать в автоматическом режиме и с дистанционным управлением;
- В отличие от сварки электронными лучами, для эффективной работы не нужно создавать специальную вакуумную среду;
- Данная сварка имеет высокую скорость выполнения процедур, что очень полезно в производстве;
- Можно делать швы практически любой геометрии;

Отлично подходит для работы не только с нержавейкой, а также алюминием и другими проблемными металлами.
Качество скрепления позволяет создавать герметичные соединения.
Недостатки лазерной сварки нержавеющей стали
Для проведения процедур здесь необходимо наличие специального оборудования;
Высока стоимость техники для совершения сварочных процедур;
Низкий коэффициент полезного действия, около 1-2%;
Невозможно осуществлять широкие соединения, которые просто делаются в обыкновенных режимах;
Необходимо тонко настраивать оборудование для каждой процедуры.
Таблица 1 – режимы лазерной сварки нержавеющей стали

Материал	Толщина, мм	Мощность, кВт	Скорость прохождения, м/ч
Нержавеющая сталь	2	2,1	20
	3	2,5	100
	4	3,1	90

Технология сварки нержавеющей стали

Особенности сварки нержавеющей стали предполагают использование специальной аппаратуры. В первую очередь следует подготовить поверхность свариваемого металла для операции. Для этого ее нужно обезжирить, убрать частички мусора и прочих лишних вещей, ликвидировать любой налет и ржавчину, если таковые имеются.

Затем нужно подобрать правильный режим, с которым будет вестись работа. Ведь тонкая ширина шва позволяет работать как с ювелирными изделиями, так и с толстыми промышленными листами, в зависимости от аппарата. Выставив технику на нужный уровень, следует поднести заготовку под луч лазера, или направить его на закрепленную деталь. Действия не должны быть медленными, так как лазер быстро расправляет металл.

Если луч постоянный, то он может испортить заготовку при слишком длительном воздействии.»

Для заделки трещин и прочих мелких процедур можно пользоваться только лучом для соединения частей, в иных случаях пригодится использование присадочной проволоки. После окончания, следует дать остыть без применения дополнительных средств для остужения.

Контроль качества сварного шва

Когда проводится лазерная сварка нержавеющей стали в промышленных условиях, то следует провести одну или несколько из следующих процедур, которые соответствуют ГОСТ 18442-80: капиллярная дефектоскопия; ультразвуковая дефектоскопия; радиационная дефектоскопия; контроль магнитный; контроль на проницаемость; визуальный осмотр.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. А. Игнатов, статья по теме «Лазерная сварка сталей», [Электронный ресурс], http://laseris.ru/public/articles_pdf/article_2647_305.pdf, журнал «Фотоника», 2008г, с. 11,12,15, (дата обращения 29.04.2015).

2. Информационный сайт компании «ТехноЛазер», научная статья «Лазерные технологии. Лазерная сварка», [Электронный ресурс].

3. «ГОСТ 28915-91. Сварка лазерная. Основные типы, конструктивные элементы и размеры», Издательство стандартов, Москва, 1991г

4. Китаев А.М. Справочная книга сварщика / А.М. Китаев, Я.А. Китаев. - М.: Машиностроение, 1985. - 256 с.

5. А.А. Малащенко, А.В. Мезенов Лазерная сварка металлов / А.А. Малещенко, А.В. Мезенов – М.: Машиностроение 1984 – 44 с.

УДК 621.81
Верижников Владислав Юрьевич, студент; Verizhnikov Vladislav Yrievich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ЛАЗЕРНАЯ СВАРКА

LASER WELDING

Аннотация. Описана установка лазерной сварки и её процессы. Описываются все проблемы в проведении процесса, а также пути решения поставленных проблем.
Annotation. The installation of laser welding and its processes . Describe all the problems in the process, as well as ways to solve the problems.
Ключевые слова: Лазерная сварка.
Key words: laser welding.

Термин: Лазерная сварка – тип сварки при котором использует лазер в качестве энергетического источника.

Основные элементы лазера:

генератор накачки и активная среда. По активным средам различают твердотельные, газовые и полупроводниковые лазеры. В твердотельных лазерах (рис. 1) в качестве активной среды чаще всего применяют стержни из розового рубина — окиси алюминия A12O3 с примесью ионов хрома Cr3+ (до 0,05%).

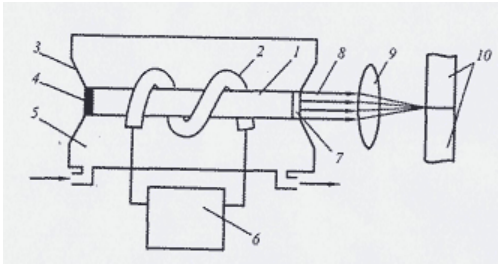


Рисунок 1. Схема твердотельного лазера: 1 — рубиновый стержень; 2 — генератор накачки; 3 — отражатель; 4 — непрозрачное зеркало; 5 — охлаждающая среда; 6 — источник питания; 7 — полупрозрачное зеркало; 8 — световой луч; 9 — фокусирующая линза; 10 — обрабатываемые детали

Конструкция газового лазера — это заполненная газом трубка, ограниченная с двух сторон строго параллельными зеркалами: непрозрачным и полупрозрачным (рис. 2). В результате электрического разряда между введенными в трубку электродами возникают быстрые электроны, которые возбуждают газовые молекулы. Возвращаясь в стабильное состояние, эти молекулы образуют кванты света так же, как и в твердотельном лазере.

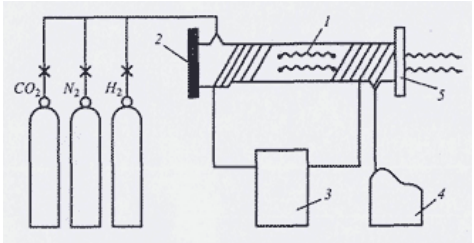


Рисунок 2. Схема газового лазера: 1 — разрядная трубка; 2 — непрозрачное зеркало; 3 — источник питания; 4 — вакуумный

насос; 5 — полупрозрачное зеркало

Лазерную сварку производят на воздухе или в среде защитных газов: аргона, CO2. Лазерный луч легко управляется и регулируется, с помощью зеркальных оптических систем легко транспортируется и направляется в труднодоступные для других способов места. Из-за высокой концентрации энергии (в пятне диаметром 0,1 мм и менее) в процессе лазерной сварки объем сварочной ванны небольшой, малая ширина зоны термического влияния, высокие скорости нагрева и охлаждения.

Технологические особенности процесса лазерной сварки.

При лазерной сварке нагрев и плавление металла происходят так быстро, что деформация тонкой кромки может не успеть произойти до того, как металл затвердеет. Это позволяет сваривать тонкую деталь с массивной внахлестку. Для этого надо, чтобы при плавлении тонкой кромки и участка массивной детали под ней образовалась общая сварочная ванна. Это можно сделать, производя сварку по кромке отверстия в тонкой детали или по её периметру.

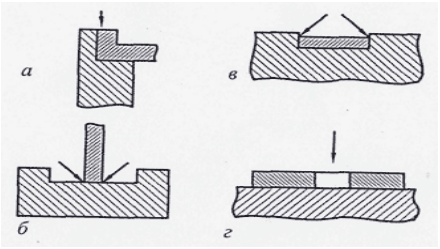


Рисунок 3. Сварные соединения деталей разной толщины:
а — по бурту на массивной и отбортовке на тонкой детали; б — тавровое соединение; в — по кромке выточки в массивной детали; г — по отверстию в тонкой детали.

Стрелками показано направление лазерного луча. Детали малой толщины можно сваривать также газовыми и твердотельными лазерами непрерывного действия мощностью до 1 кВ-А. Лучше всего формируется шов при стыковом соединении тонких деталей. Однако при сборке таких соединений под лазерную сварку предъявляются более жесткие требования: должен быть обеспечен минимальный и равномерный зазор в стыке и практически полное отсутствие смещения кромок. Сварочная ванна (рис. 4) имеет характерную форму, вытянутую в направлении сварки.

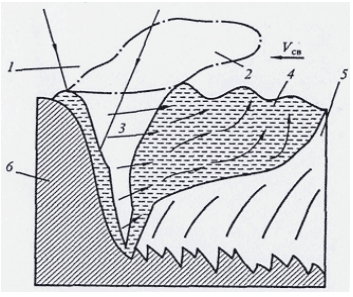


Рисунок 4. Схема сварочной ванны при лазерной сварке:
1 — лазерный луч; 2 — плазменный факел; 3 — парогазовый канал; 4 — хвостовая часть ванны; 5 — металл шва; 6 — свариваемый металл; Vсв — направление сварки

Форма сварочной ванны в продольном сечении также отличается от её формы при дуговой сварке (рис. 5).

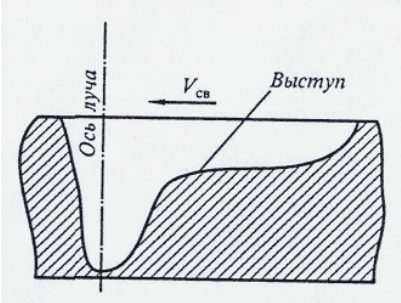


Рисунок 5. Продольное сечение сварочной ванны

Специальные сопла (рис. 6). Для сварки алюминия, титана и других высокоактивных металлов требуется дополнительная защита корня шва. Защитные газы влияют на эффективность проплавления: чем выше потенциал ионизации и теплопроводность газа, тем она больше.

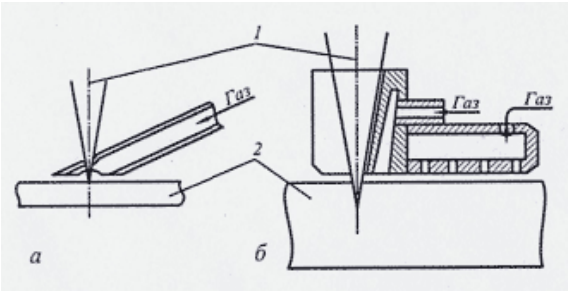


Рисунок 6. Схемы защитных сопел: а — при сварке деталей малой толщины; б — при сварке с глубоким проплавлением; 1 — лазерный луч; 2 — свариваемые детали

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Вейко, В.П. Лазерная обработка / В.П. Вейко, М.Н. Либенсон – СПб .: Лениздат, 1973. - 192 с.

2. Борейшо, А.С. Лазеры: Устройство и действие / А.С. Борейшо – СПб .: Механический институт, 1992. – 212 с.

3. Катаяма, С. Мир физики и техники / С. Катаяма, Н.Л. Истоминой – М .: Техносфера 2015 – 697 с.

4. Информационный сайт компании «Сварка Плюс», научная статья «Сущность и основные преимущества сварки лазерным лучом», [Электронный ресурс], http://svarkaplus.pulscen.ru/news/150486, (дата обращения 2.05.2015).

5. «ГОСТ 28915-91. Сварка лазерная. Основные типы, конструктивные элементы и размеры», Издательство стандартов, Москва, 1991г.

УДК 539.3
Вин Аунг, аспирант; Win Aung
Сверкунов Юрий Андреевич, магистрант; Sverkunov Yury Andreevich
Сверкунов Василий Андреевич, магистрант; Sverkunov Andreevich
Бормотин Константин Сергеевич, доктор физико-математических наук, доцент; Bormotin Konstantin Sergeyevich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА В СИСТЕМЕ CAE РАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЦЕССА ФОРМООБРАЗОВАНИЯ В РЕЖИМЕ ПОЛЗУЧЕСТИ ПЛАСТИНКИ С ПОМОЩЬЮ СТЕРЖНЕВОГО ПУАНСОНА

CALCULATION ALGORITHM IN THE CAE SYSTEM OF THE RATIONAL FORMING OF THE PLATE WITH THE HAND OF THE PIECE POINT IN THE CREEP

Аннотация. Рассматривается моделирование процесса формообразования в режиме ползучести квадратной пластинки в реконфигурируемой установке. Представлен алгоритм расчета рационального движения стержней при формообразовании. Данный алгоритм реализуется в системе MSC.Marc, MSC.Patran.
Summary. Modeling of the forming process in the creep mode of a square plate in reconfigurable installation is considered. An algorithm for calculating the rational motion of rods during shaping is presented. This algorithm is implemented in the system MSC.Marc, MSC.Patran.
Ключевые слова: формообразование, реконфигурируемая установка, ползучесть, двойная кривизна, оптимальное управление, метод конечных элементов.
Key words: forming, reconfigurable installation, creep, double curvature, optimal control, finite element method.

В [1] рассмотрены задачи определения напряженно-деформированного состояния остаточной конфигурации пластинки двойной кривизны после деформирования в режиме ползучести с помощью реконфигурируемой установки с разными скоростями движения стержней и в качестве критерия оптимальности выбрано значение интенсивности напряжений пластинки на всем пути деформирования, которое должно быть минимальным.

Экспериментальные результаты позволяют отождествить удельную работу рассеяния $A = \int_0^T \sigma_{ij} \dot{\varepsilon}_{ij}^{c} dt$ с параметром поврежденности [2]. Для задач изгиба пластин в случаях малых и больших прогибов определены оп-

тимальные законы деформирования в ползучести, используя критерий минимизации повреженности [3]. Для поиска оптимального пути деформирования пластинок произвольной геометрической формы и с учетом анизотропии необходима разработка численного метода оптимизации.

В данной работе решается данная задача, используя метод динамического программирования. Динамическое программирование (иначе «динамическое планирование») есть особый метод оптимизации решений, специально приспособленный к так называемым «многошаговым» (или «многоэтапным») операциям [4,5].

Решение задачи оптимального управления методом динамического программирования рассматривается на примере формообразования квадратной пластинки в стержневой оснастке (рис.1). Диаметр наконечника стержня 2 мм. Расстояния между стержнями составляет 2 мм. Размеры пластинки 8 × 8 × 0.8 мм.

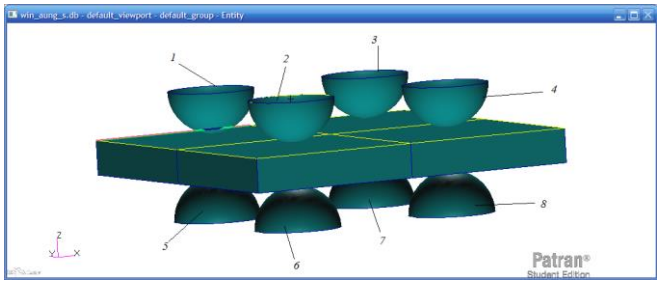


Рисунок 1 - Модель пластинки

Пластинке задается материал АК4-1Т с характеристиками установившейся ползучести (закон Нортона) [6]: $\dot{\varepsilon}_{ij} = \gamma s_{ij}$, $\gamma = \frac{3}{2} A \bar{\sigma}^{n-1}$, s_{ij} - компоненты девиатора тензора напряжений, $\bar{\sigma} = \sqrt{3/2\, s_{ij} s_{ij}}$ - эффективное напряжение (интенсивность напряжений), где A, n – константы материала, A= 0.5 • 10^{-14}(кг/мм^2)$^{-n}$(час)$^{-1}$, n = 8 , $i, j = 1,2,3$, E = 7000 кг/мм^2, ν = 0.4.

Движение контактных стержней задается формулой: $u_l(t) = f(t) u_l^*$, l=1,…,8. Здесь l – номер контактного тела, $u_l(t)$ - перемещение по направлению оси z контактного тела l, $u_l^* = \pm 1$мм для всех l. Конечные перемещения контактных тел при T=260ч должны обеспечивать двойную кривизну пластинки.

Для приближенного решения задачи оптимального управления используется метод динамического программирования [4,5]. В этом случае, разобьем отрезок $t_0 \le t \le T$ на N частей точками $t_0 < t_i < \ldots < t_{N-1} < t_N = T$. На множестве $G_k \equiv G(t_k)$ возьмем некоторую дискретную сетку точек $u_{kp} \in G_k$; множество всех точек выбранной сетки будем называть шкалой состояний и обозначать через $H_p\,(p = 0,1,...,\mathrm{N})$ [5]. Шкалы состояний H_p *и* H_{p+1} будем

называть соседними. На двух соседних шкалах H_p *и* H_{p+1} возьмем точки $A,B \in H_p$ *и* $C,D \in H_{p+1}$. Здесь в качестве $u_{kp} \in G_k$ приняты перемещения пластинки, вызванные действием контактных тел и, соответственно, зависят от набора функций $f_p(t_k)$.

При решении задачи деформирования пластинки в MSC.Marc при конкретной функции $f_p(t_k)$ в момент t_k определяются перемещения, деформации и напряжения. По полученным распределениям находим $\bar{\sigma}^* = \max_{x \in V} \bar{\sigma}(x, t_k)$ и $A = \int_{t_{k-1}}^{t_k} \sigma_{ij} \dot{\varepsilon}_{ij}^c dt$, $A^* = \max_{x \in V} A(x, t_k)$.

Оптимальный путь в первом случае выбираем с минимальным значениям $\bar{\sigma}^*$, а во втором случае – с минимальным значением A^*.

Рассмотрим наиболее простой случай при *N*=2 и функция *f*(*t*) одинаковая для всех стержней. Возможные варианты функций $f_p(t_k)$ представлены на рис.2. Необходимо найти оптимальную функцию.

Ни рис. 3, 4 представлены распределения интенсивности напряжений для моментов времени $t_1 = 130$ ч, $t_2 = 260$ ч.

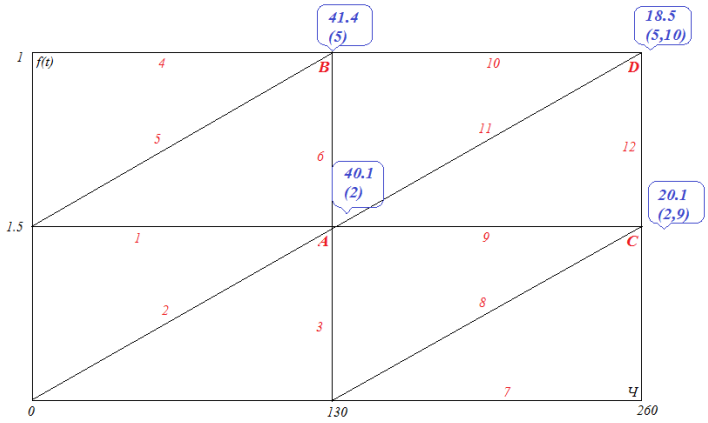


Рисунок 2 - Законы движения контактных тел

В результате решения оптимальный путь по напряжениям - (5,10), а по работе рассеяния – (2,11). Решение по параметру поврежденности совпадает с аналитическими выводами [3].

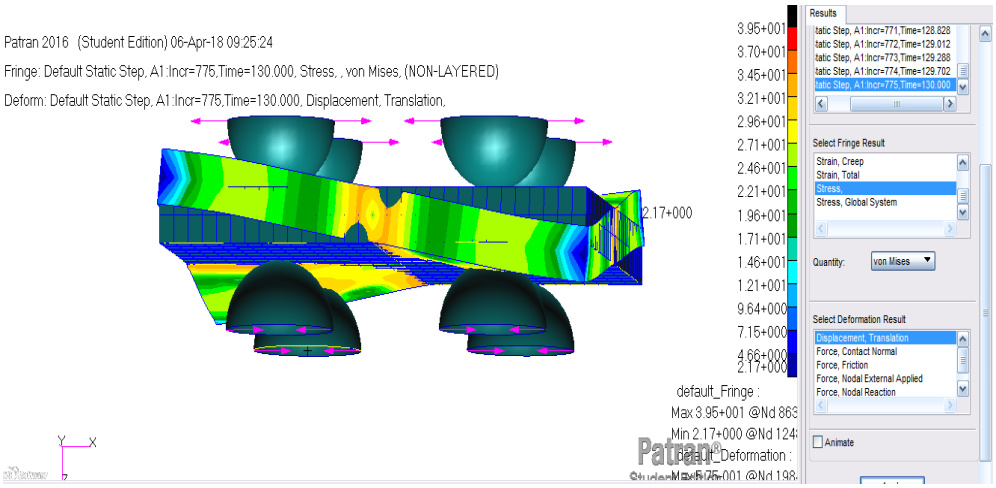


Рисунок 3

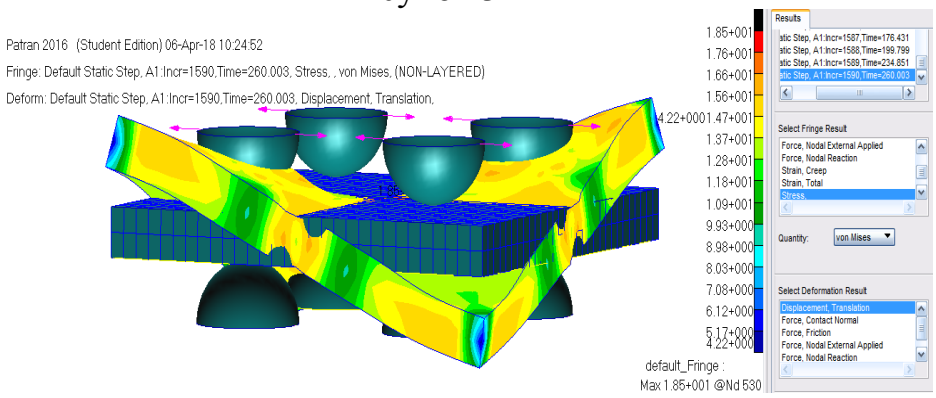


Рисунок 4

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бормотин, К. С. Анализ в системе CAE рациональных процессов формообразования в режиме ползучести пластинки двойной кривизны с помощью стержневого пуансона / К. С. Бормотин, Вин Аунг // Фундаментальная механика в качестве основы совершенствования промышленных технологий, технических устройств и конструкций Материалы II Дальневосточной школы-семинара. - 2017. - С.21-23.

2. Соснин, О.В. К обоснованию энергетического варианта теории ползучести и длительной прочности металлов / О.В. Соснин, А.Ф. Никитенко, Б.В. Горев // Прикладная механика и техническая физика. - 2010. - 51. - № 4. – С.188–197.

3. Бормотин, К.С. Вариационные принципы и оптимальные решения обратных задач изгиба пластин при ползучести / К.С. Бормотин, А.И. Олейников // Прикладная механика и техническая физика. - 2012. - № 5. – С.136–146.

4. Васильев, Ф.П. Методы оптимизации / Ф.П. Васильев - М.: Издательство «Факториал Пресс», 2002. - 824с.

5. Коробейников, С.Н. Нелинейное деформирование твердых тел / С.Н. Коробейников. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000.

УДК 621.791
Гаврилов Матвей Сергеевич, студент; Gavrilov Matvey Sergeevich
Григорьев Владимир Владимирович, магистрант;
Grigorev Vladimir Vladimirovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ТЕМНЫХ ПОЛОС ПРИ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ СВАРКЕ (ЭЛС) ТИТАНОВОГО СПЛАВА ВТ23 НА ЭЛУ 30Е3000

INVESTIGATION OF DARK STRIPES EDUCATION FOR ELECTRON-BEAM WELDING (EBM) OF TITANIUM ALLOY VT23 AT EBI 30E3000

Аннотация. В данной статье представлены результаты исследований появления специфических дефектов при ЭЛС сплава ВТ23 на установке 30Е3000. Темные полосы и поры появляются в зоне сплавления из-за загрязнения поверхности стыкуемых кромок и недостаточной мощности установки ЭЛС.
Summary. This article presents the results of studies of the appearance of specific defects in the EBM of VT23 alloy at the 30E3000 facility. Dark stripes and pores appear in the fusion zone due to contamination of the surface of the joined edges and insufficient power of the EBM unit.
Ключевые слова: 30Е3000, электронно-лучевая сварка, специфический дефект, пористость, сварные соединения, электронный луч.
Key words: 30E3000, electron beam welding, specific defect, porosity, welded joints, electron beam.

Ранее произведена аналитическая оценка специфических дефектов при электронно-лучевой сварке (ЭЛС), установлены предполагаемые причины возникновения данного дефекта, выявлены режимы и предпосылки для появления специфического дефекта.

Определение влияния ЭЛС на установке 30Е3000 на образование дефектов в сварном шве и характер разрушения его на заготовках из сплава ВТ23.

Таблица 1 – Технические характеристики 30Е3000

Мощность луча	30 кВт
Ускоряющее напряжение	60 кВ
Размеры вакуумной камеры	4000х3000х3000 мм
Рабочий вакуум	10^{-2} Па
Время откачки	20 мин
Перемещения манипулятора	3000/2000/2000 мм

После сварки заготовка была раскроена на образцы автоматом ДАНОБАТ.

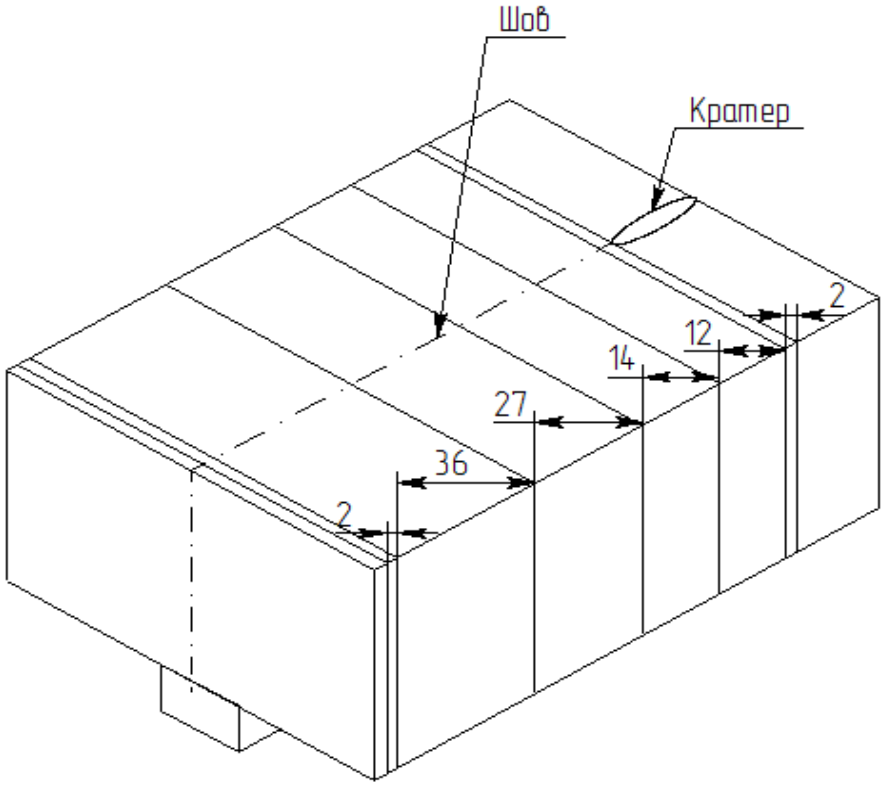


Рисунок 1 – Общий вид образца из сплава ВТ23 с указанием габаритов раскроя на заготовке для исследований дефектов и характера разрушения

Результаты рентгенконтроля на аппарате ЭКСТРАВОЛЬТ-225 (рис. 2).

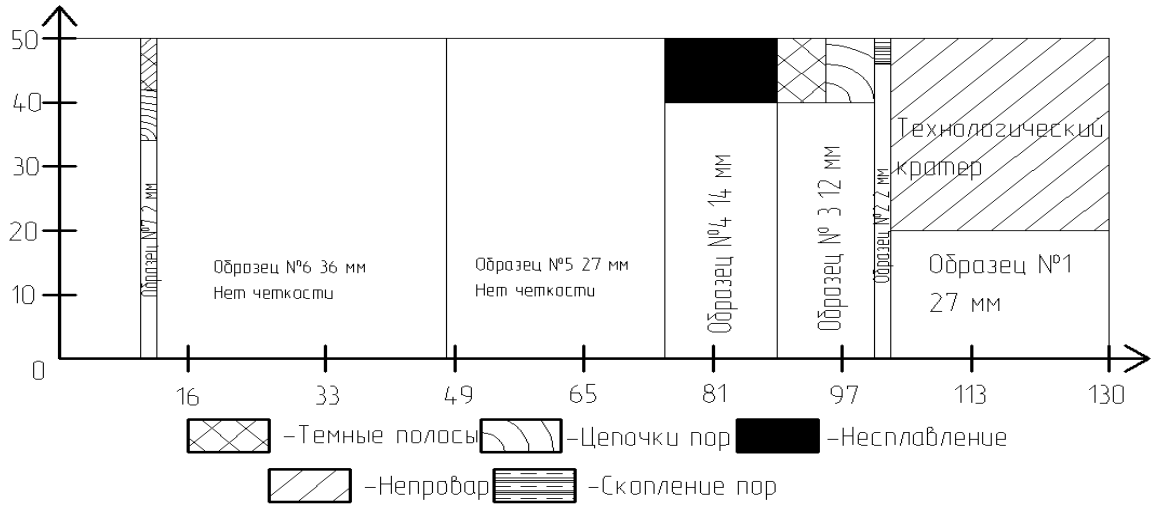


Рисунок 2 – Распределение дефектов в сечении сварного соединения

Рентгенконтролем было установлено (рис. 2):

- появление темных полос от механической обработки с шероховатостью Ra более 12.5 мкм;

- появление темных полос, цепочек пор и пор в сварном шве, особенно более четко видимые ближе к усилению сварного шва и менее видимые в зоне проплавления.

Исследовали макроструктуру излома поверхности разрушенных образцов 3, 4 на растровом электронном микроскопе Hitachi S 3400-N (Япония).

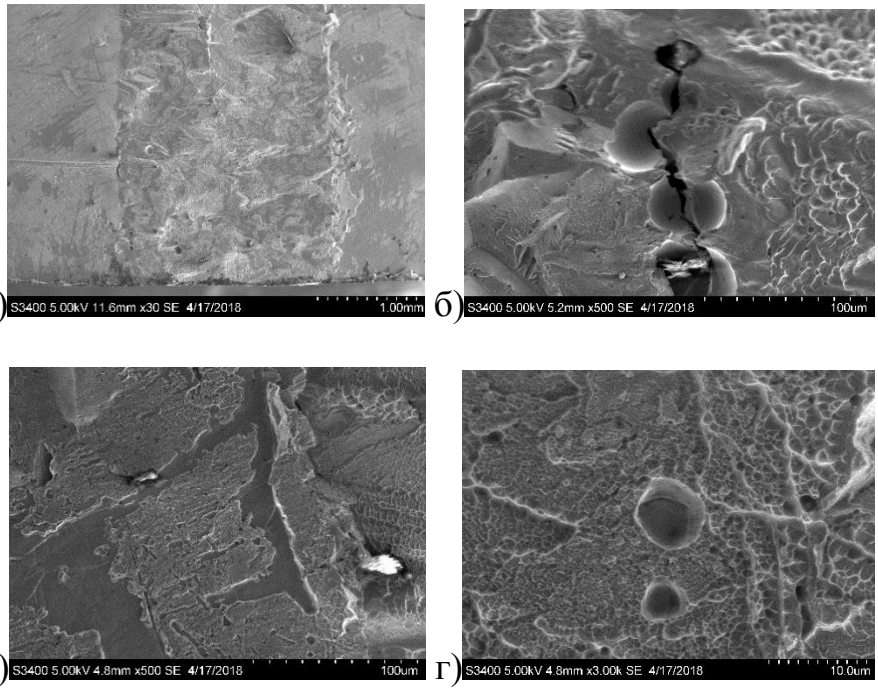


Рисунок 3 – Электронные фрактограммы вида излома сварного соединения после разрушения

а – преимущественное расположение пор и цепочек пор в зоне сплавления; б – опасное разрушение – трещина по цепочке пор; в, г – зона диффузионного соединения перед расплавленным металлом с образованием пор в расплаве

Исследованиями оптической и электронной фрактографии изломов выявлено:

- образование твердофазного соединения перед фронтом расплавленной ванны т.е. зоной сплавления;

- наличие цепочек пор и отдельных пор в зоне сплавления (контакт оплавленных зерен с расплавом металла);

- хрупкое разрушение в зоне скопления пор (цепочки пор);

- величина пор выявляемая рентгенконтролем составляет > 70 мкм и выявляются в зоне усиления сварного шва;

- темные полосы представляют скопление мелких пор.

Выявленные специфические дефекты ЭЛС ВТ23 связаны с некачественной подготовкой кромок под сварку, недостаточным удалением ККВ и недостаточной пробивной мощностью луча.

Необходимы дальнейшие исследования по влиянию специфических дефектов на структуру и свойства сварных соединений выполненных электронно-лучевой сваркой.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Пористость при сварке цветных металлов / В.В. Редчиц, В.А. Фролов, В.А. Казаков, В.И. Лукин. – М.: Издательский центр «Технология машиностроения», 2002. – 448 с.

2. Муравьев, В.И. Проблемы порообразования в сварных швах титановых сплавов // Металловедение и термическая обработка металлов, 2005. № 7. – С. 31-37.

3. Муравьев, В.И., Бахматов П.В. Доминирующие факторы образования поверхности раздела, вызывающие капиллярную конденсацию загрязнений и дефектность металла шва титановых конструкций // Сварка и диагностика. 2016. № 3. – С. 11-16.

4. Никифоров Г.Д., Редчиц В.В. О механизме образования пор при сварке титановых сплавов // Сварочное производство. 1971, № 3. – С. 49-51.

5. Лозеев, Г.Е., Черницын А.И., Фролов В.В. Процессы, протекающие в стыке сварного соединения и их влияние на пористость металла шва // Автоматическая сварка, 1977, № 2. – С. 25-30.

6. Справочник по сварке цветных металлов / Гуревич С.М.; Отв. ред. Замков В.Н. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Наук. думка, 1990. – 512 с.

УДК 621.81
Данилов Денис Алексеевич, студент; Denis Alekseevich Danilov
Куриный Владислав Викторович, к.т.н., доцент кафедры МиМ;
Kurinyy Vladislav Viktorovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛИ СТАНКА ДЛЯ СКРУЧИВАНИЯ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ СПИРАЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

MANUFACTURE OF THE DETAIL OF THE MACHINE FOR TORQUETING HEATING SPIRALS WITH APPLICATION OF ADDITIVE TECHNOLOGIES

Аннотация: в работе представлена поэтапная разработка модели, программное обеспечение для ее создания. Выбрано оборудование для печати этой модели, а также проанализированы и выбраны материалы для печати.
Summary: the paper presents a phased development of the model, software for its creation. The equipment for printing this model has been selected, and materials for printing have been analyzed and selected.
Ключевые слова: моделирование, программное обеспечение, 3Д печать, аддитивные технологии, 3D ґрафика.
Keywords: modeling, software, 3D printing, additive technologies, 3D graphics.

3D графика это создание модели при помощи специальных программ. На основе чертежей, рисунков или подробных описаний, можно создать объемное изображение. В специальных программах модель можно посмотреть со всех сторон, встроить на любую плоскость и в любое окружение.[1]

Трехмерное моделирование широко применяется в машиностроении, оно дает очень точную модель, максимально приближенную к реальности. Современные программы помогают достичь высокой детализации. При этом значительно увеличивается наглядность проекта. Выразить трехмерный объект в двухмерной плоскости не просто, тогда как 3D визуализации дает возможность тщательно проработать и что самое главное, просмотреть все детали. Это более естественный способ визуализации.[2]

Разработка модели была выполнена в программе SolidWorks (Солидворкс). После построения трехмерной, твердотельной модели полученная модель сохраняется в формате .stl и готова для дальнейшей обработки. Прежде чем приступить к печати модели, необходимо разбить ее на слои. Для этого предназначенны программы называемые слайсерами. Из четы-

рех наиболее распространенных программ Kissslicer, Cura, Slic3r и Makerbotdesktop был выбран слайсер Cura.

а) б) в)

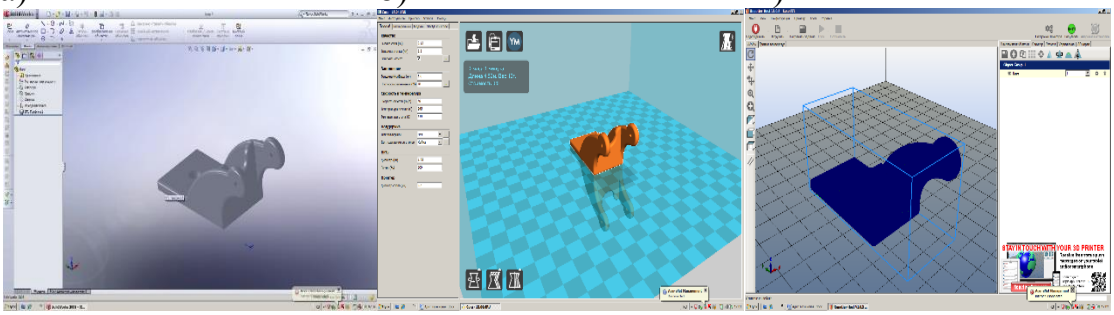


Рисунок 1 – Окна программ: а – SolidWorks; б – Cura; в - Repetier-Host

Слайсер Cura разбивает модель на слои формируя при этом G-код. G-код представляет собой структуру и синтаксис написания команд для обрабатывающего станка. G-код имеет международную базовую структурную основу, утверждённую американской и европейской системами стандартизации. Существует множество специфических дополнений и модификаций, которые локально используют производители станков и крупные корпорации, выпускающие оборудование.

Cura - является программным обеспечением ,которое используется для нарезания на слои моделей для последующей печати на 3D принтере. Можно регулировать скорость, температуру, высоту слоя, плотность заполнения, температуру платформы, толщину стенок. Исходя из настроек автоматически рассчитывается расход материала, вес модели, время печати.

После того, как G-код сформирован его можно сохранить в файл. в формате .gcode. Напечатать модель можно непосредственно из слайсера или на принтере с SD карты. Но оптимальной является печать из специальной программы Repetier-Host. Repetier-Host предназначена для управления 3D принтером.

Рисунок 2 – Напечатанная модель детали

Аддитивные технологии с полным основанием относят к технологиям XXI в. Кроме очевидных преимуществ в скорости и, зачастую, в стоимости изготовления изделий, эти технологии имеют важное достоинство с точки зрения охраны окружающей среды и, в частности, эмиссии парниковых газов и «теплового» загрязнения.

Аддитивные технологии имеют огромный потенциал в деле снижения энергетических затрат на создание самых разнообразных видов продукции.

И наконец, степень использования аддитивными технологиями в материальном производстве является верным индикатором реальной индустриальной мощи государства, индикатором его инновационного развития.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Анализ структуры образцов, полученных DMLS- и SLM-методами быстрого прототипирования / Ю. А. Безобразов [и др.]. – СПб. : СПбГПУ, 2015. – 340 с.

2. Шабров, Н. Н. Реальные достижения виртуальной реальности / Н. Н. Шабров // Rational Enterprise Management. – 2011. – № 2. – С. 46-48

УДК 621.81
Данилов Денис Алексеевич, студент; Denis Alekseevich Danilov
Маниленко Игорь Владимирович, магистрант; Manilenko Igor Vladimirovich
Бахматов Павел Вячеславович, к.т.н., доцент кафедры МиМ;
Bakhmatov Pavel Vyacheslavovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ТЕРМИЧЕСКОГО ЦИКЛА СВАРКИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

RESEARCH OF INFLUENCE OF THERMAL WELDING CYCLE ON STRUCTURE AND PROPERTIES OF WELDED COMPOUNDS

Аннотация: в работе исследован способ сварки плавлением с предварительным и сопутствующим подогревом на изменение структуры и свойства сварного шва.
Summary: in this work, the method of welding with melting with preliminary and concomitant heating for the change in the structure and properties of the welded seam was investigated.
Ключевые слова: термообработка сварных соединений, сварочные деформации, структура сварного соединения, свойства сварного соединения, автоматическая сварка под слоем флюса.
Key words: heat treatment of welded joints, welding deformations, welded joint structure, welded joint properties, automatic welding under a flux layer.

В настоящий время проблема возникновения деформаций является актуальной в сборочном производстве, они образуются во время и после сварки, что ведет за собой к образованию горячих (полиганизационных) и холодных трещин. Напряжения, возникающие при остывании неравномерно нагретого металла, концентрируются в металле шва, что приводит к потери пластичности и трещинообразованию [1].

Известен способ сварки [2], плавлением стальных конструкций, включающий подготовку кромок под сварку, подогрев свариваемых кромок, сварку плавлением с формированием корня шва и термическую обработку сварного шва, при этом упомянутые подогрев и термическую обработку осуществляют с помощью керамических нагревательных элементов, которые устанавливают на свариваемых конструкциях, отличающийся тем, что в качестве керамических нагревательных элементов используют керамические подкладки-нагреватели, выполненные с возможностью регулирования скорости нагрева с помощью по меньшей мере одного сварочного источника питания в период отсутствия сварочной дуги и которые распо-

лагают с обратной стороны корня шва. Данный способ, отличающийся тем, что в зависимости от протяженности стыковых соединений конструкций стыковые соединения разбивают на участки, сварку которых ведут одновременно по схеме обратноступенчатого метода с помощью сварочных источников питания, снабженных устройством регулирования температуры, причем начало и конец процессов сварки и термической обработки каждого участка по заданному режиму осуществляется синхронно.

По данному способу была произведена сварка образцов и проведены исследования механических свойств.

Сварные соединения полученные данным способом по механическим свойствам не уступают основному металлу и имеют минимальные значения деформации, что обусловлено низким уровнем остаточных внутренних напряжений. При подогреве детали до температуры 400 - 450 °С после сварки наблюдается общий рост температуры в зоне термического влияния до значений температуры полиморфных превращений. При включении с момента достижения максимальной температуры программируемого охлаждения достигаются условия самоотпуска, то есть гомогенизация структуры сварного шва и отсутствие закалочных структур. Применение предложенного способа обеспечивает: получение равнопрочного сварного шва с высоким металлургическим качеством и высокими вязкопластическими свойствами, что повышает его сопротивляемость трещинообразованию;

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Винокуров, В. А. Теория сварочных деформация и напряжений / В. А. Винокуров, А. Г. Григорьянц. – М. : Машиностроение, 1984. – 280 с.

2. Пат. 2557041 Российская федерация, МПК В 23 К 9/035, В 23 К 9/32. Способ сварки плавлением сатльных конструкций и устройство для его реализации / Бахматов П. В. Тишкова Е. Е. Муравьев В. И. Мелкоступов К. А. Фролов А. В.; заявитель и патентообладатель Комсомольск-на-Амуре «КнАГТУ». - № 2014104339/02; заявл. 07.02.2014 ; опубл. 20.07.2015, Бюл. № 20. – 6 с. : ил.

УДК 539.3
Дубенко Екатерина Михайловна, студентка;
Dubenko Ekaterina Mikhaylovna
Андрианов Иван Константинович, старший преподаватель; Andrianov Ivan Konstantinovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ТОНКОСТЕННОЙ ПЛАСТИНКИ С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСА MSC.PATRAN & MARC

MODELING OF THE FORMATION PROCESS OF A THIN-CONTAINING PLATE WITH THE ASSISTANCE OF THE MSC.PATRAN & MARC

Аннотация. Данная работа посвящена исследованию процессов листовой штамповки. В работе проведено моделирование контактного взаимодействия тонкостенной пластинки с оснасткой в форме тора. Дана оценка деформированного состояния заготовки в процессе формообразования.
Annotation. This paper is devoted to the investigation of sheet punching processes. In the work, a simulation of the contact interaction of a thin-walled plate with a rig in the form of a torus was carried out. The evaluation of the deformed state of the preform during the shaping process is given.
Ключевые слова: формообразование, моделирование, штамповка, напряжения, деформации, пластина.
Key words: shaping, modeling, stamping, tension, deformation, plate.

В авиационном производстве большое количество деталей имеют оболочечную форму, что обусловлено требованиями к массе изделия. Тонкостенные элементы преимущественно изготавливаются с помощью методов обработки металлов давлением. В связи с этим необходимо рассмотреть основные способы штамповки, а также возможности для проведения численных экспериментов по решению задач формообразования в программном комплексе MSC.Patran&Marc.

Под штамповкой понимают процесс пластической деформации заготовки и придание ей нужной формы при помощи давления [1]. В зависимости от температурного режима выделяют штамповку: горячую и холодную. Кроме, того по виду формоизменяющейся заготовки штамповка подразделяется на объемную и листовую. В случае листовой штамповки, которая представляет собой один из видов обработки металлов давлением, материал деформируется в холодном или нагретом состоянии [2].

Процессы листовой штамповки делятся на две группы: разделительные процессы, в которых одну часть заготовки отделяют от другой, формоизменяющие процессы, в которых одна часть заготовки перемещается относительно другой без разрушения заготовки.

К базовым формоизменяющим процессам относят гибку, формовку и вытяжку [3]. В случае гибки происходит изгиб заготовки под действием нагрузки, тем самым заготовка принимает изогнутую форму. Под вытяжкой подразумевают процесс, при котором плоская заготовка превращается в полую деталь. С помощью вытяжки производятся оболочечные изделия одинарной и двойной кривизны. Особенно широко листовая штамповка применяется в таких видах производственной сферы, как самолето- и вертолетостроение, автомобилестроение, а также ракетостроение.

В качестве основного инструмента формоизменения используется штамп, который включает в себя такие рабочие объекты как матрица, реверс, пуансон, направляющие, прижимы. В процессе формоизменения пуансон вдавливается в листовую заготовку или же обхватывается ей, в то время как оснастка обхватывает деформируемый материал форму заготовки [2].

В исследовании требовалось сделать углубление в форме тора методом холодной листовой штамповки в трехмерной постановке при помощи программы MSC.PATRAN методом конечных элементов. Схема задания представлена на рисунке 1, конечно-элементная модель – на рисунке 2.

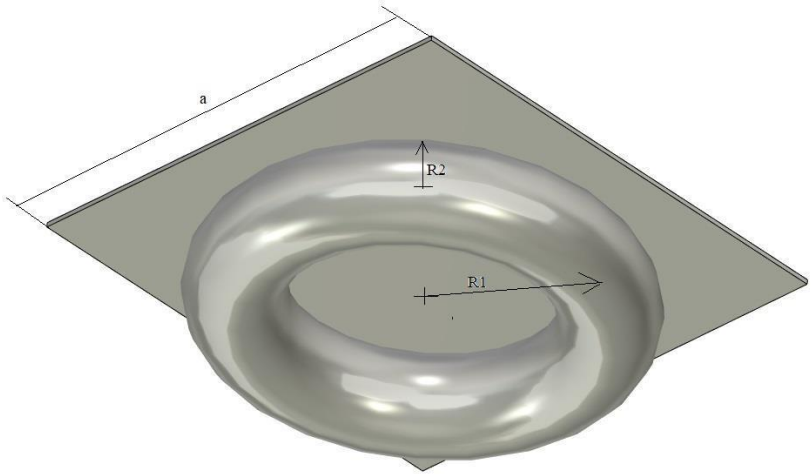


Рисунок 1 – Геометрическая модель формообразования

Действие эластичной среды аппроксимировалось поверхностной нагрузкой 10 МПа. Оснастка моделировалась как абсолютно жесткое тело. В процессе формообразования результирующие деформации представлены на рисунке 3.

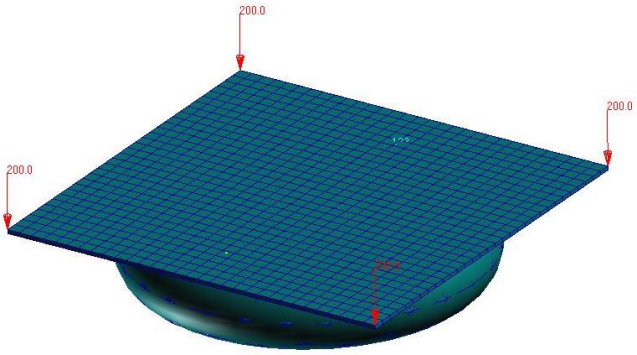


Рисунок 2 – Конечно-элементная модель формообразования

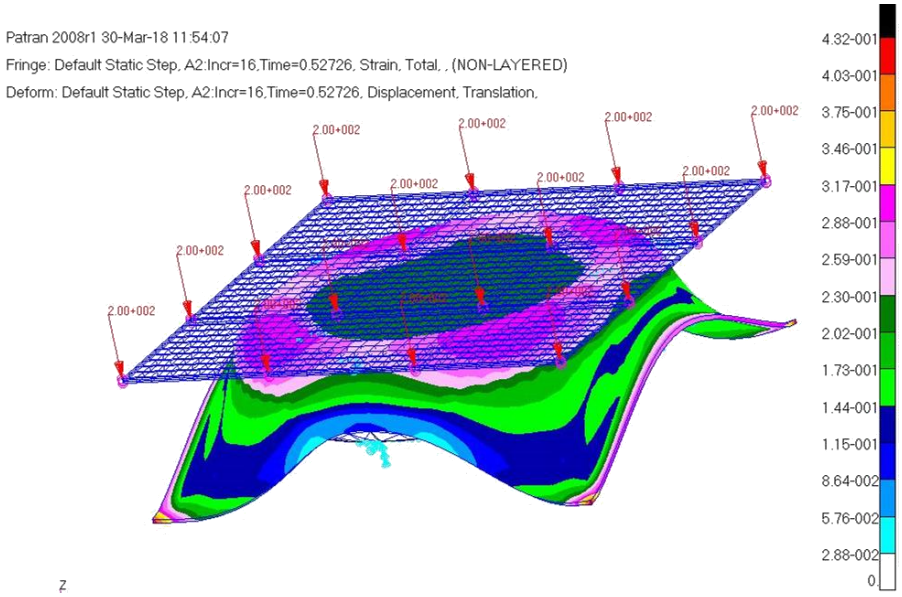


Рисунок 3 – Распределение эквивалентных деформаций

Таким образом, по результатам расчета построена конечно-элементная модель контактного взаимодействия матрицы и заготовки, представлено распределение деформаций заготовки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Голенков, В.А. Специальные технологические процессы и оборудование обработки давлением / А.М. Дмитриев, В.Д. Кухарь, С.Ю. Радченко. – М.: Машиностроение, 2004. - 464 с.

2. Семенова, Е.И. Ковка и штамповка. Справочник. В 4 т. / Е.И. Семенова; под ред. Г.А. Навроцкий – М.: Машиностроение, 1987. – 384 с.

3. Шимкович, Д.Г. Расчет конструкций в MSC/NASTRAN for Windows / Д.Г. Шимкович. – М.: ДМК Пресс, 2003. – 448 с.

УДК 338.28
Евглевская Екатерина Евгеньевна, студент;
Evglevskaya Ekaterina Evgenevna
Кравченко Елена Геннадьевна, кандидат технических наук, доцент;
Kravchenko Elena Gennadyevna
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

АНАЛИЗ РИСКОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

ANALYSIS OF RISKS OF INDUSTRIAL ENTERPRISE

Аннотация: Данная работа посвящена исследованию существующих методов оценки рисков промышленного предприятия, рассмотрению характеристик существующих рисков, а так же поиску оптимальной методики управления рисками промышленного предприятия. В работе представлены описания существующих методов оценки рисков, их характеристики, а так же этапы управления рисками для создания методики для промышленного предприятия.
Abstract: This work is devoted to the study of existing methods for assessing the risks of an industrial enterprise, considering the characteristics of existing risks, as well as the search for an optimal method of managing the risks of an industrial enterprise. The paper describes the existing methods of risk assessment, their characteristics, as well as the stages of risk management to create a methodology for an industrial enterprise.
Ключевые слова: риск, управление, оценка, методика, предприятие, промышленный, идентификация.
Keywords: risk, management, evaluation, methodology, enterprise, industrial, identification.

Любое предприятие в процессе работы сталкивается с рисками. Риск может быть как стопорящим действием для производственного процесса, так и с подвигающим действием для принятия всех координационных решений.

«Риск — это следствие влияния неопределенности на достижение поставленных целей»

В зарубежной экономической литературе сложились 2 основные теории риска: классическая и неоклассическая.

Риск в классической теории отождествляется с математическим ожиданием потерь, которые могут возникнуть в результате реализации выбранного решения. Он рассматривается только с точки зрения возможного ущерба, который наносится осуществлением данного решения, а о риске как об упущенной выгоде вопрос не ставился. Именно такое односторон-

нее толкование риска явилось основной критики этой теории, что и вызвало разработку неоклассической теории.

Из неоклассической теории следует, что гарантированная прибыль имеет большую ценность, чем ожидаемая прибыль такого же размера, но связанная с возможными колебаниями.

Существует современная система классификация рисков. В ней риски классифицируются по роду опасности, по сферам проявления, по возможности предвидения, по источникам возникновения, по размерам возможного ущерба, по комплексности исследования, по финансовым последствиям, по характеру проявления во времени, по возможности страхования и по частоте реализации.

Основными характеристиками рисков являются: экономическая природа, объективность проявления, безопасность возникновения, неопределенность последствий, ожидаемая не благоприятность последствий, вариабельность уровня и субъективность оценки.

Управление рисками - это процессы, связанные с идентификацией, анализом рисков и принятием решений, которые включают максимизацию положительных и минимизацию отрицательных последствий наступления рисковых событий. В процесс управления рисками включены следующие процедуры: планирование управления рисками, идентификация рисков, качественная оценка рисков, количественная оценка рисков, планирование реагирования на риски, мониторинг и контроль рисков.

Оценка риска — процесс, объединяющий идентификацию, анализ и сравнительную оценку риска.

Оценка риска обеспечивает понимание возможных опасных событий, их причин и последствий, вероятности их возникновения и принятие решений:

- о необходимости предпринимать соответствующие действия;
- о способах максимальной реализации всех возможностей снижения риска;
- о необходимости обработки риска;
- о выборе между различными видами риска;
- о приоритетности действий по обработке риска;
- о выборе стратегии обработки риска, позволяющей снизить риск до приемлемого уровня.

Существуют следующие методы оценки рисков:

1. Контрольные листы
2. Предварительный анализ опасностей
3. Структурированное интервью и мозговой штурм
4. Метод Дельфи
5. Структурированный анализ сценариев методом «сто, если?» (SWIFT)

6. Анализ влияния человеческого фактора (HRA)
7. Анализ первопричины
8. Анализ сценариев
9. Анализ воздействия на бизнес
10. Анализ дерева неисправностей
11. Анализ дерева событий
12. Анализ причин и последствий
13. Анализ видов и последствий отказов (FMEA) и анализ критичности видов и последствий отказов (FMECA)
14. Анализ скрытых дефектов (анализ паразитных цепей)
15. Исследование опасности и работоспособности (HAZOP)
16. Анализ уровней защиты (LOPA)
17. Анализ «галстук-бабочка»
18. Марковский анализ
19. Моделирование методом Монте – Карло
20. Байесовский анализ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ Р 51897-2011 / Руководство ИСО 73: 2009. Менеджмент риска. Термины и определения.- Взамен ГОСТ Р 51897-2002; введ. 2011-11-16.- М: Стандартинформ, 2012.- 16 с.

2. Кузнецов, Н.В. Управление рисками / Н.В. Кузнецов.- М.: Издательство Дальневосточного университета, 2004. – 168 с.

3. ГОСТ Р ИСО / МЭК 31010-2010. Менеджмент риска. Методы оценки риска.- Введ. 2011-12-1.- М: Стандартинформ,- 2012.- 74 с.

4. ИСО 9001-2015. Системы менеджмента качества. Требования.- Введ. 2015-09-15.- М: Стандартинформ,- 2015.- 38 с.

УДК 668.63
Ивакин Иван Сергеевич, студент; Ivan Sergeevich Ivakin
Козлита Александр Николаевич, кандидат технических наук, доцент.
Kozlita Alexander Nikolaevich
Комсомольский - на- Амуре государственный университет

ВЫБОР ЭНЕРГОСИЛОВОЙ СХЕМЫ ПРИВОДОВ УСТАНОВКИ ЭЛОУ-АВТ-3

THE CHOICE OF POWER SCHEME DRIVES THE ELOU-AVT-3

Аннотация. Рассмотрены варианты энергосиловых схем работы сырьевых насосов установок переработки нефти АВТ. Дано сравнение факторов и показателей работы насосов с электрическим и паротурбинным приводами. Выявлены факторы, определяющие энергетическую и экономическую эффективность, технологическую приемлемость электрического и паротурбинного приводов. Рассмотрен вариант использования электроэнергии собственной выработки.
Summary. The options considered, the power schemes of work for feed pumps of the installations of crude oil distillation. Comparison of factors and performance indicators of pumps with electric and steam turbine drives is given. The factors determining energy and economic efficiency, technological acceptability of electric and steam turbine drives are revealed. The variant of using electric power of own generation is considered.
Ключевые слова: сырьевой насос, привод, турбина, энергоснабжение.
Keywords: raw pump, drive, turbine, power supply.

Традиционная схема работы наиболее мощных приводов установок типа ЭЛОУ-АВТ предполагает использование электродвигателей. Так на сырьевых насосах это наиболее распространенная схема, но не единственно возможная. При развитии НПЗ топливного направления, возведении установок вторичных процессов возникает вопрос профицита пара высоких энергетических показателей. Эта ситуация делает актуальным вариант использования паровых турбин в качестве источников механической энергии. Такая энергосиловая схема приводов питательных насосов достаточно широко используется в энергетике. Связано это с несколькими причинами. Это и значительная единичная мощность агрегата, и необходимость регулирования подачи при изменении режима работы, и возможность дальнейшего использования отработанного пара на технологические цели, т.е. повышение энергетической эффективности установки в целом. Паровые турбины соответствующего диапазона мощности достаточно распростране-

ны, обладают высокими надежностью и долговечностью, а вот энергетически рациональные частоты вращения требуют применения редукторов . В этой связи возникает необходимость выбора схемы приводов агрегата турбина-насос-система смазки турбины и редуктора. Очевидно, что единая схема привода системы смазки турбины и редуктора является предпочтительной. В противном случае использование электропривода насосов системы смазки усложняет саму систему и ее коммуникации. Альтернативным вариантом является использование турбин типа Н-163 производства SNM. При частоте вращения 4200об/мин она имеет мощность 1000кВт, требует давление пара на входе 45кг/см^2, температуру на входе 450^{0}С, давление на выходе 7кг/см^2 . Сырьевой насос приводится в движение электродвигателем 630кВт, с частотой вращения 2980об/мин. Температура доступного пара 399^{0}С, давление на выходе ориентировочно 7кг/см^2. Это позволяет исключить из технологической схемы конденсаторное оборудование. Регулирование подачи сырьевого насоса в турбинном варианте привода осуществляется сравнительно просто – турбина снабжена регуляторным клапаном двухседельного типа. Увеличение (уменьшение) нагрузки от нагружающего агрегата (насоса) происходит регулирование подачи пара. При использовании электродвигателя возникает необходимость в частотном преобразователе. Здесь вступают в силу факторы общего для схемы к.п.д. и суммарной стоимости оборудования. Параметры пара, поступающего с турбины после рабочего цикла вполне приемлемы для использования на технологические цели установок, например в секцию производства водорода. Оптимальным является совпадение требуемых расходов и балансов. Следующий фактор выбора энергосиловой схемы это коммуникации. Электрические линии значительно проще, дешевле и обеспечивают достаточно высокую энергетическую и экономическую эффективность. Паропроводы высоких давлений требуют высокоэффективной тепловой изоляции, что при современных материалах вполне реализуемо, но их большая протяженность, обусловленная условиями взаимного расположения установок НПЗ, может сделать этот фактор решающим. И еще один фактор влияния – синхронизация, временное совпадение (или несовпадение) режима работы установок НПЗ, технологическая зависимость установки –потребителя пара от установки –его источника. В этой связи представляется целесообразным вариант выработки собственной электроэнергии нефтеперерабатывающим заводом при наличии профицита пара. Такая энергетическая установка может быть расположена максимально близко к пароизбыточным аппаратам, что сократит до минимально возможных капитальные затраты на коммуникации и тепловые потери. Кроме того, подключение электрической системы к внешнему источнику (или отключение от него) освоено технологически и не вызовет затруднений. Есть у этой схемы и преимущество в работе на этапах пуска и остановки установок,

особенно в зимнее время года. При выборе типов приводов наиболее энергоемких сырьевых (и других) насосов и компрессоров установок первичной переработки нефти в составе НПЗ в расчет должны приниматься как технологические, так и экономические параметры. К последним, в первую очередь следует отнести стоимость электроэнергии, собственной выработки, либо поставляемой внешней энергосистемой. Так на один сырьевой насос в год расходуется примерно 4300000кВт/ч электроэнергии что требует затрат порядка 11млн. руб на покупку у внешнего поставщика. При подключении турбинного привода к существующей ветки паропровода эти числа позволяют ориентировочно оценить экономическую эффективность варианта энергосиловой схемы привода.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Онищенко Н.П. Эксплуатация котельных установок. - М.: Агропромиздат, 1987.-352с.

2. Давыдов В.Н., Луппов В.П., Вашурин А.А., Справочник по проектированию, монтажу и эксплуатации устройств энергоснабжения – М.: Транспорт.- 1997. - 312с.

3. Гринман М.И. Новый привод питательного насоса ТЭЦ // Новости теплоснабжения. 2010. №5.

УДК 621.81
Ильин Олег Александрович, студент; Ilin Oleg Aleksandrovich
Бахматов Павел Вячеславович, к.т.н., доцент кафедры МиМ;
Bakhmatov Pavel Vyacheslavovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КРЕСТОВЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ АРМАТУРНОГО ПРОКАТА, ПОЛУЧЕННЫХ КОНТАКТНОЙ ТОЧЕЧНОЙ СВАРКОЙ

INVESTIGATION OF TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF CROSS WELDED JOINTS OF REINFORCING BARS OBTAINED BY CONTACT SPOT WELDING

В работе исследован способ сварки плавлением с предварительным и сопутствующим подогревом на образование сварочных деформаций.

Сварные соединений представляют собой зону соединяемых заготовок, которая подвергается непосредственному тепловому воздействию племени, электрической дуги. По внешнему виду сварного соединения судят о квалификации сварщика, о технологическом предназначении конструкции и даже способе сварки. Сварные соединения арматуры нормируются ГОСТ 14098-2014.

Тип сварного соединения		Способ и технологические особенности сварки		
Наименование	Обозначение, номер	Наименование	Обозначение	Положение стержней при сварке
1	2	3	4	5
Крестообразное	К1	Контактная точечная	Кт	Любое
	К3	Дуговая ручная или механизированная прихватками	Рп	
			Мп	

В данной статье исследуется крестовые сварные соединения арматурного поката полученные контактной точечной сваркой К1-Кт, а также их технологических свойств.

Контактная сварка – сварка процесс образования неразъемных соединений конструкционных материалов результате их кратковременного нагрева электрическим током и пластического деформирования усилием сжатия, со стороны электродов.

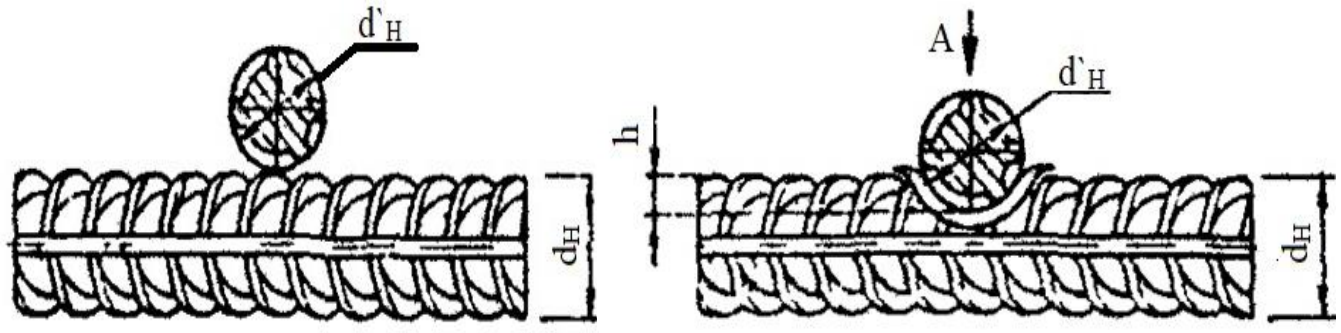
Точечная сварка – способ контактной сварки, при котором детали соединяются по отдельным ограниченным участкам касания обычно несколькими точками с определенным шагом.

Конструкции крестообразных соединений арматуры К1-Кт, выполняемые контактно точечной сваркой приведены на рисунке 1.1 и в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Конструкции крестообразных соединений арматуры К1-Кт

Обозначение типа соединения, способа сварки	Класс арматуры	$d_н$, мм	Величина $h/d`_н$, обеспечивающая прочность не менее требуемой ГОСТ 10922 для соединений с отношением диаметров $d`_н/ d_н$				Минимальная величина $h/ d`_н$, обеспечивающая ненормируемую прочность	а,°
			1,00	0,50	0,33	0,25		
К1-Кт	Вр-1 (В500)	3-12	0,35-0,50	0,28-0,45	0,24-0,40	0,22-0,35	0,17	30-90
	В500С	4-12						
	А240	5,5-40	0,25-0,50	0,21-0,45	0,18-0,40	0,16-0,35	0,12	
	Ас300	10-32	0,33-0,60	0,28-0,50	0,24-0,46	0,22-0,42	0,17	
	А400	6-40	0,40-0,80	0,35-0,70	0,30-0,62	0,28-0,55	0,20	
	Ат500С	6-32	0,40-0,60	0,35-0,50	0,30-0,46	0,28-0,42		
	Ат600С	10-32						
	А500С	6-40						
	А600С	10-40						
*Примечание – Величины $d`_н/ d_н$, не совпадающие с приведенными, следует округлять до ближайшей величины, указанной в таблице.								

а) б)



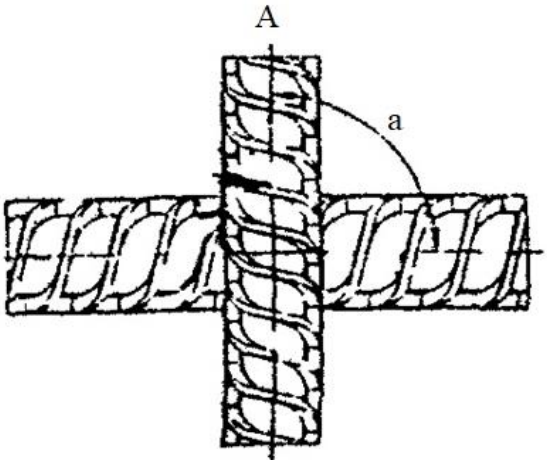


Рисунок 1.1 – Соединений арматуры:

а – до сварки; б – после сварки. б

Контактную точечную сварку следует применять при изготовлении арматурных сеток, плоских и объемных каркасов, а также некоторых типов закладных изделий, используя стандартные одноточечные стационарные и подвесные машины, в основном, при единичном и мелкосерийном производстве. При массовом производстве целесообразно использовать специализированные контактные многоточечные машины [1].

Для сварки используется машина подвесная клещевого типа предназначена для сварки крестообразных соединений стержней арматуры из стали классов: В1, А1, А11, А111 периодического и гладкого профиля. Обеспечивает сварку арматуры как одинаковых, так и разных диаметров стержней от 14 мм., к стержням диаметром до 40мм.

В состав машины входят: сварочные клещи, шкаф управления, регулятор контактной сварки, встроенный сварочный трансформатор, механизм перемещения электродов и подвесное устройство. Перемещение подвесного электрододержателя осуществляется пневматическим диафрагменным тандемом. При помощи винтовой муфты регулируется расстояние между электродами.

Электродная часть выполнена комбинированной с параллельно-радиальным ходом электродов, что позволяет размещать ее в труднодоступных местах с расстоянием между стержнями 70 мм.

Подвесное устройство позволяет выполнять сварку в вертикальном и горизонтальном положениях. Сварочный ток включается игнитронным контактором.

Элементы свариваемой арматуры размещаются и фиксируются в кондукторе установки, оборудованной пневматическим приводом поворота. При сварке клещи на специальном подвесном устройстве транспортируются вдоль свариваемого каркаса.

Сварочные клещи состоят из встроенного малогабаритного сварочного трансформатора, алюминиевых корпусов, пневмопривода, электрододержателей с электродами.

Шкаф управления предназначен для питания пониженным напряжением сварочных клещей. В шкафу управления размещены: промежуточный трансформатор, переключатели ступеней, контактор тиристорный. Регулятор контактной сварки обеспечивает установку и регулирование режимов сварки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Технология и оборудование контактной сварки / Б.Д. Орлов, А.А. Чакалев, Ю.В. Дмитриев и др.; Под общ. ред. Б.Д. Орлова. – М.: Машиностроение. 1986. – 352 с.

2. Сварка на контактных машинах / Н.С. Кабанов. – М.: Высшая школа. 1979. – 215 с.

3. Справочник сварщика / Под ред. В.В. Степанова. М., Машиностроение, 1974, – 520 с.

4. РТМ 393-94. «Руководящие технологические материалы по сварке и контролю качества соединений арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Введ. 1994. – М: НИИЖБ Госстроя России: Издательство стандартов, 1994. – 318 с.

5. Бахматов, П. В. Методология научных исследований в сварке: учеб. пособие / П. В. Бахматов, В. И. Муравьев. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2012. – 6 с

УДК 621.762
Катунцева Наталья Леонидовна, аспирант; Katunceva Nataliya Leonidovna
Ким Владимир Алексеевич, доктор технических наук, профессор;
Kim Vladimir Alekseevich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ С УЧЕТОМ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА ОПЛАВЛЕНИЯ-КРИСТАЛЛИЗАЦИИ

THERMOPHYSICAL MODEL OF LASER TREATMENT TAKING INTO ACCOUNT THE PHASE TRANSITION OF MELTING-CRYSTALLIZATION

Аннотация. Лазерное воздействие на материалы проявляется в первую очередь как мощный тепловой источник, инициирующий развитие высоких температур и их градиентов, скоростей нагрева и охлаждения, которые определяют кинетику неравновесных структурных превращений. Поверхностные структуры, возникающие при лазерной обработке, характеризуются высокой плотностью дефектов кристаллического строения, связаны с образованием таких химических соединений и структурных вариаций, которые не могут возникать в традиционных металлургических процессах и технологиях термической и деформационной обработок.
Summary. Laser effects on materials manifests itself primarily as a powerful heat source, initiating the development of high temperatures and their gradients, velocities, heating and cooling, which determine the kinetics of non-equilibrium structural transformations. Surface structures arising from laser treatment are characterized by a high density of crystal defects, associated with the formation of chemical compounds and structural variations that can not occur in traditional metallurgical processes and technologies of thermal and deformation treatments.
Ключевые слова: лазерная обработка, температурное поле, скрытая теплота плавления, уравнение теплового баланса.
Keywords: laser treatment, temperature field, latent heat of melting, heat balance equation.

Вплоть до 70-х годов прошлого столетия считалось что, перегрев твердых тел выше температуры плавления невозможен. С появлением лазеров с ультракороткой длительностью импульсов было экспериментально показано существование такого перегрева. Появилась необходимость выяснить условия перегрева и плавления твердых тел в неравновесных условиях. Применение лазеров с ультракороткими длительностями импульсов позволяет существенно увеличить скорость охлаждения, что дает возможность стеклования даже чистых металлов.

Взаимодействие ультракоротких лазерных импульсов с веществом имеет ряд особенностей по сравнению с более длительными воздействиями. Во- первых, длительность воздействия в данном случае сравнима с временами термализации и фазовых переходов в веществе, поэтому нагревание материала и фазовые переходы необходимо рассматривать в неравновесных условиях. Во- вторых, высокие скорости нагревания (и охлаждения) приводят к быстрому протеканию фазовых переходов и перегреву вещества выше температуры плавления (или переохлаждению при остывании).

На основании вышесказанного можно сформулировать тепловую задачу.

Лазерное излучение диаметром фокального пятна $2r_0$ с равномерно распределенной плотностью светового потока падает по нормали на прямолинейную плоскость полубесконечного твердого тела в течении времени τ_0. Тепло поглощается поверхностным слоем и распространяется вдоль поверхности и вглубь. В результате нагрева происходит оплавление материала, и образуется тепловое поле, которое делится на твердофазную и жидкофазную область (рис. 1). Объем жидкофазной области возрастает по мере формирования теплового поля.

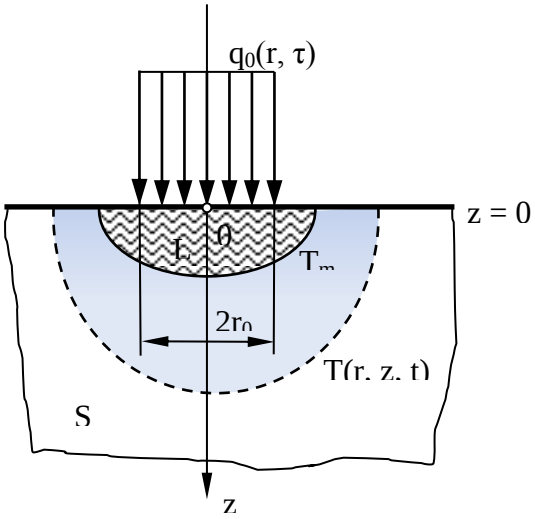


Рис. 1. Схема лазерного воздействия на полубесконечное тело с учетом фазового перехода

Граница между жидкой и твердой фазами представляет изотерму плавления, в пределах которой происходит фазовое превращение. В период нагрева и распространения температурного поля расширение жидкофазной области сопровождается поглощением скрытой теплоты плавления. В период остывания жидкофазная область сжимается, а на границе между жидкофазной и твердофазной зоной происходит выделение скрытой теплоты плавления.

Время, в течение которого происходит максимальное смещение границы фазового перехода, превышает время воздействия лазерного излучения.

Если нагрев осуществляется в пределах одной твердой фазы уравнение теплопроводности в период действия светового излучения ($t < \tau$) принимает вид

$$\rho c(T)\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z}\left(k(T)\frac{\partial T}{\partial z}\right) + \frac{\partial T}{\partial r}\left(k(T)\frac{\partial T}{\partial r}\right) + Q(r,\tau) \qquad (1)$$

где ρ – плотность материала; c(T) – удельная теплоемкость; k(T) – коэффициент теплопроводности; r и z – координаты; τ – период действия лазерного излучения; t – время процесса.

Тепловой источник Q(r, τ) описывает выделение тепла за счет поглощения лазерного излучения

$$Q(r,\tau) = (1-R)\cdot q_0(r,\tau) \qquad (2)$$

Развитие температурного поля после прекращения действия лазерного излучения ($t > \tau$) будет описываться уравнением вида

$$\rho c(T)\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z}\left(k(T)\frac{\partial T}{\partial z}\right) + \frac{\partial T}{\partial r}\left(k(T)\frac{\partial T}{\partial r}\right) \qquad (3)$$

Если при нагреве образуется расплав, то возникает тепловой сток, связанный с энергетическими затратами на превращение твердой фазы в жидкую

$$\rho c(T)\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z}\left(k(T)\frac{\partial T}{\partial z}\right) + \frac{\partial T}{\partial r}\left(k(T)\frac{\partial T}{\partial r}\right) + Q(r,\tau) - \rho L\left(\frac{\partial \varphi}{\partial t}\right) \qquad (4)$$

где L - скрытая теплота плавления; φ – объем жидкой фазы.

После прекращения действия лазерного импульса если температура расплава на много превышает температуру плавления, то объем жидкой фазы будет увеличиваться до тех пор, пока температура расплава упадет до уровня температуры плавления. Уравнение теплового баланса при этом привет вид

$$\rho c(T)\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z}\left(k(T)\frac{\partial T}{\partial z}\right) + \frac{\partial T}{\partial r}\left(k(T)\frac{\partial T}{\partial r}\right) - \rho L\left(\frac{\partial \varphi}{\partial t}\right) \qquad (5)$$

Объем жидкой фазы при этом достигнет максимума, а граница фазового перехода (положение изотермы плавления) сместится на максимальное удаление.

Далее начнется процесс кристаллизации, связанный с выделением теплоты плавления, объем жидкой фазы будет уменьшаться, а граница фазового перехода будет перемещаться в обратном направлении. Уравнение теплового баланса примет вид

$$\rho c(T)\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z}\left(k(T)\frac{\partial T}{\partial z}\right) + \frac{\partial T}{\partial r}\left(k(T)\frac{\partial T}{\partial r}\right) + \rho L\left(\frac{\partial \varphi}{\partial t}\right) \qquad (6)$$

УДК 006.1
Кодиров Абдуджаббор Абдувохидович, студент;
Abdujabbor Abduvohidovich Qodirov
Виноградов Сергей Владимирович, кандидат технических наук, доцент;
Vinogradov Sergey Vladimirovich
Комсомольский -на-Амуре государственный университет

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОРЯДКА ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В МИРОВОЙ ПРАКТИКЕ

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE ORDER OF APPLICATION OF TECHNICAL REGULATION SYSTEMS IN THE WORLD PRACTICE

Аннотация. Данная работа посвящена сравнительному анализу применения систем технического регулирования в мировой практике, выявлены общие характерные черты для разных мировых практик.
Summary. This work is devoted to a comparative analysis of the application of technical regulation systems in the world practice, common characteristics have been revealed for various world practices.
Ключевые слова: техническое регулирование, стандарт, организация.
Keywords: technical regulation, standard, organization.

Техническое регулирование позволяет на государственном уровне регулировать с помощью юридических инструментов реализацию политики государства в социально-экономической сфере. В рамках государственного регулирования происходит побуждение частных лиц или организаций к соблюдению утвержденных государством требований.

Наиболее весомым результатом деятельности служб по стандартизации является приведение принципа управления структуры нормативных документов в соответствие с положениями, разработанными Всемирной торговой организацией.

Во многих странах законодательство четко разделяет нормативную техническую документацию на две категории: первая - стандарты; вторая - технические регламенты.

Стандарт, по своей сути, является деталировкой основополагающих принципов, заложенных в технических регламентах: данная деталировка осуществляется за счет описания технических характеристик и свойств продукции, процесса или услуги, соблюдение которых обеспечивает безопасность жизни и здоровья человека и окружающей среды.

Юридическая сила технических регламентов и стандартов определяется целями и задачами, которые решаются каждой из двух выше обозна-

ченных категорий нормативных документов. Положения, указанные, в технических регламентах являются принципиальными и, как следствие, обязательными к соблюдению.

Рассмотрим нюансы применения технических регламентов в некоторых странах.

ФРАНЦИЯ. Во Франции национальной организацией по стандартизации является Французская Ассоциация по стандартизации (AFNOR).

В настоящее время AFNOR, приспосабливаясь к процессу создания объединенной Европы, принимает меры к улучшению «стандартизационной» среды в стране. AFNOR привлекает к стандартизации предприятия мелкого и среднего бизнеса, предоставляя им налоговые льготы.

ГЕРМАНИЯ. В Объединенной Германии действует основополагающий стандарт DIN 820, определяющий принципы деятельности немецкой национальной организации по стандартизации.

DIN действует в интересах всего сообщества, позволяет внести вклад в устранение технических барьеров в торговле, защиту потребителей и окружающей среды.

АВСТРАЛИЯ. Все импортные продукты питания должны соответствовать определенным австралийским стандартам Food Standards Australia New Zealand (FSANZ). Маркировка пищевых продуктов также регулируется FSANZ.

Импортные запреты и ограничения технических требований призваны защищать жизнь и здоровье человека, а также флору, фауну и окружающую среду от экзотических вредителей и болезней. Все медицинские товары должны быть зарегистрированы в Австралийском регистре терапевтических товаров

Все товары, импортируемые в Австралию должны иметь маркировку, в случае признания маркировки Австралийской таможенной службой не соответствующей закону, товар будет конфискован.

ШВЕЙЦАРИЯ. В целях защиты своего внутреннего рынка Швейцария применяет нетарифные меры регулирования ввоза товаров. Лицензируется все товары, причем лицензии выдаются только национальным импортерам.

Сельскохозяйственные и продовольственные товары являются наиболее защищенными, поэтому при ввозе овощей и фруктов применяется, так называемая, система «трех фаз», используемая для ступенчатого регулирования импорта этой продукции в зависимости от сезонного предложения на внутреннем рынке аналогичной продукции местных производителей.

Законодательную базу по данной тематике составляют свыше 300 законов, постановлений, предписаний и нормативов. Основополагающими являются Федеральный закон *«Об импорте и экспорте сельскохозяй-*

ственных продуктов» от 13 декабря 1974 г. (нем. Bundesgesetz über die Ein und Ausfuhr von Erzeugnissen aus Landwirtschaftsprodukten) и федеральный закон *«О продовольствии и предметах потребления»* от 9 октября 1992 г. (Bundesgesetz über Lebensmittel und Gebrauchsgegenstände или Lebensmittelgesetz)" [1].

Принципиальная разница между применением законов о техническом регулировании заключается в задаче, которая решается в каждой конкретной стране.

Главной задачей технического регулирования, в всех странах является охраны и защита жизни и здоровья граждан, защиты окружающей среды от различных техногенных факторов, соблюдения международных и внутренних стандартов.

Практически во всех странах техническое регулирование является тем или иным средством защиты от импортных товаров и услуг, так же довольно часто техническое регулирование направлено на защиту экологической системы региона ограничивая ввоз или вывоз товаров определенных категорий.

Зачастую техническое регулирование осуществляется не парламентом, а правительством либо соответствующими отраслевыми органами управления. Эта функция передается им в порядке делегирования.

В большинстве стран отдельные технические регламенты разрабатываются ассоциациями производителей товаров и услуг и утверждаются соответствующими административными органами.

Общая схожесть технического регулирования разных стран объясняется тем, что многие страны инкорпорируют международные стандарты в своё законодательство либо заимствуют технические регламенты других стран.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Основы технического регулирования: учебное пособие / Е.А. Цапко; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 287 с.

УДК 621.7.015
Колосова Зоя Геннадьевна, магистр, Kolosova Zoya Gennadyevna
Отряскина Татьяна Александровна, канд. техн. наук; доцент,
Otryaskin Tatiana Alexandrovna
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

СТРУКТУРНАЯ ДЕГРАДАЦИЯ СТАЛИ ПРИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

STRUCTURAL DEGRADATION OF STEEL AT HIGH-TEMPERATURE IMPACT

Аннотация. В статье рассмотрено исследование, проведенное в Комсомольском государственном университете, в котором был рассмотрен фрагмент структурной деградация стали фрагментов змеевика из стали 15Х5М печи П-1 установки ЭЛОУ-АВТ-2 после длительной эксплуатации в условиях ООО «РН-Комсомольского НПЗ». Указываются условия эксплуатации участков змеевика, и микроструктура, сформированная в результате длительного температурного воздействия. На основании изложенного сделаны выводы.
Summary. In the article, a study was conducted at the Komsomolsk State University, where a fragment of the structural degradation of the steel of the fragments of the coil of 15X5M steel from the P-1 furnace of the ELOU-AVT-2 unit after long-term operation under the conditions of the LLC "RN-Komsomolsk Refinery" was considered. The operating conditions of the coil sections are specified, and the microstructure formed as a result of prolonged temperature exposure. Based on the above findings are drawn.
Ключевые слова: микроструктура, сталь, нефтеперерабатывающее оборудование, температурное воздействие, структурная деградация.
Keywords: microstructure, steel, oil refining equipment, temperature influence, structural degradation.

Высокотемпературное взаимодействие металлов с окислительной средой имеет место при многих химических процессах. Например, контактное окисление диоксида серы SO_2 при 420-550° С, а при производстве серной кислоты стадия обжига серосодержащего сырья протекает при 700-800 °С.

Структурные изменения материалов при температурном воздействии играет ключевую роль в обеспечении ресурса работы технологических трубопроводов и сосудов нефтеперерабатывающего оборудования и магистральных трубопроводов.

В одном из исследований, проведенном в Комсомольском государственном университете, была рассмотрена структурная деградация стали на примере фрагментов змеевика из стали 15Х5М печи П-1 установки ЭЛОУ-АВТ-2 после длительной эксплуатации в условиях ООО «РН-Комсомольского НПЗ». Змеевик, через которую пропускалась отбензиненная нефть, представлял трубу диаметром 159,0 мм и толщиной 6,0 мм, отдельные участки которого подвергались различным температурным воздействиям за счет наружного нагрева газовыми горелками и различным внутренним давлениям. Следовательно, в процессе эксплуатации стенки трубы находились в напряженном состоянии близком к одноосному растяжению, при градиентах температур разных по величине в различных зонах. Номера образцов и условия эксплуатации материала в различных зонах печного змеевика, из которых они вырезались, приведены в таблице 1.

Таблица 1- Условия эксплуатации участков змеевика из стали 15Х5М, используемые в металлографических исследованиях

№ образца	Наружная температура ^{0}C	Внутренняя температура ^{0}C	Избыточное внутреннее давление, МПа	Состояние поверхности трубы
1		230	1,37	Цилиндрическая поверхность
2	500	230	1,37	
3	800	370	0,27	
4	800	370	0,27	Локальная выпуклость

На рисунке 1 приведены микроструктуры различных участков печного змеевика из стали 15Х5М после длительной эксплуатации.

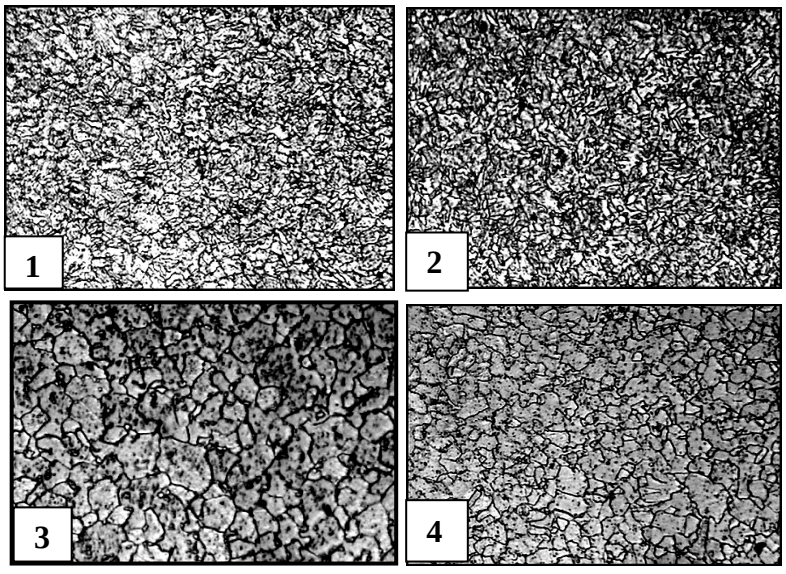


Рисунок 1 Микроструктура стали 15Х5М, сформированная в результате длительного температурного воздействия

На фрагменте «1» рисунка 1 изображена микроструктура участка змеевика, который не подвергался технологическим температурным воздействиям, но находился в напряженном состоянии за счет избыточного внутреннего давления равного 1,37 МПа. На фрагменте «2» рисунка 1 представлена микроструктура участка, которые кроме внутреннего давления подвергался температурному воздействию до 430 ^{0}С, а на фрагменте «3» рисунка 1 – до 800 ^{0}С. Микроструктура на фрагменте «4» рисунка 1 - относится к высокотемпературному участку, где наблюдалось локальная выпуклость, образованная в результате ползучести за счет понижениям жаропрочности материала.

Характер структурных изменений определяется величиной и длительностью температурного воздействия. Исходная структура трубы из стали 15Х5М состоит из ферритных зерен неправильной формы, имеющих развитые границы и неупорядоченную ориентацию. Все это препятствует реализации зернограничных сдвигов и формирует необходимый уровень жаропрочности. Длительная эксплуатация при температуре до 430 ^{0}С приводит к незначительному, но визуально ощутимому укрупнению зерен, при этом их неправильная форма и хаотическая ориентация сохраняются. При температуре эксплуатации до 800 ^{0}С происходит укрупнение зерен, а их форма становится более равноосной. Длительная термическая выдержка сопровождается разложением легированного феррита и выделением карбидов. Мелкие карбидные кристаллиты образуют точечные колонии внутри ферритных зерен, которые формируются при длительной выдержке материала уже при 430 ^{0}С.

С повышением температуры плотность карбидных образований возрастают. Более крупные карбидные кристаллиты глобулярной формы выделяются по границам зерен при более высокой температуре эксплуатации. При длительной выдержке стали 15Х5М выше температуры полиморфных превращений происходит растворение карбидов в аустените, который при последующем медленном охлаждении превращается в крупнозернистый феррит.

В таблице 2 приведены количественные характеристики исследуемых выше микроструктур.

Таблица 2- Обобщенные количественные показатели микроструктур

№ образца	Кол. микрообъектов на одной фотографии, N, шт	Балл зерна	Средняя фрактальная размерность границ зерен, $D_{ср}$	Средняя плотность границ зерен, $q_{ср}$, мкм$^{-1}$	Средний параметр организации структуры, Q_C, мкм/мм^2
1	837	9	1,2131	2,3149	22626,3

2	525	8…9	1,1891	2,4620	12673,8
3	277	8	1,1660	2,4833	6995,6
4	123	7…8	1,1563	2,2520	4529,3

На основании выше изложенного можно заключить следующее:

1) Исходя из практики эксплуатации печи П-1 установки ЭЛОУ-АВТ-2, были получены критические значения показателей микроструктуры печного змеевика из стали 15Х5М, по которым можно оценивать степень структурной деградации и прогнозировать остаточный ресурс работы оборудования;

2) Понижение плотности границ (q) и параметра организации структуры (Q_C) ниже определенной величины можно рассматривать как критический уровень структурной деградации, недопустимый с эксплуатационной точки зрения;

3) Значение плотности границ и параметра организации структуры в области локальной выпуклости $q_{ср}$ = 2,2520 мкм/мм^2 и Q_C = 4529,0 мкм$^{-1}$ соответствует критическому величине показателей структурной деградации;

3) Современные переносные металлографические микроскопы позволяют контролировать структурное состояние материала в процессе эксплуатации, и по скорости структурной деградации определять остаточный ресурс работы трубопроводов и сосудов нефтеперерабатывающего оборудования;

При конструировании аппаратов, для предотвращения структурной деградации материала при воздействии температуры следует предусмотреть равномерное распределение теплового потока, а так же исключить возможность локального перегрева. Во многих промышленных аппаратах, в которых протекают высокотемпературные процессы, такие меры предусмотрены.

Например, при производстве аммиака между катализаторной коробкой, в которой осуществляется реакция при температуре 350 - 420 °С, и корпусом аппарата предусмотрен канал, внутри которого циркулирует холодный газ. Таким конструктивным приемом предохраняют стенки аппарата от перегрева. Если в химическом процессе используют реакторы с рубашкой, то внутри реактора должна быть установлена мешалка для обеспечения равномерного перемещения жидкости мимо теплопередающей поверхности. На примере змеевиков, кипятильников и другого оборудования для нагрева технологических сред - должны быть полностью погружены в жидкость.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ким, В.А. Коррозионные процессы и структурная деградация нефтеперерабатывающего оборудования: учеб. пособие / В.А. Ким, В.В.

Лысенко, Т.А. Отряскина. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2018. – 132 с.

2. Семенова, И.В. Коррозия и защита от коррозии/ И.В. Семенова, Г.М. Флорианович, А.В. Хорошилов.-М.:ФИЗМАЛИТ, 2002. -336 с.

3. Жарский, М.И. Коррозия и защита металлический конструкций и оборудования : учеб. пособие / М.И. Жарский, Н.П. Иванова, Д.В. Куис, Н.А. Свидунович. – Минск: Выш. шк., 2012. – 303 с.

УДК 668.63 (07)
Конюхова Яна Васильевна, студентка; Konyukhova Yana Vasil’evna
Мокрицкий Борис Яковлевич, доктор технических наук, доцент;
Mokritskii Boris Yakovlevich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРУЖКОДРОБЛЕНИЯ ПРИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ КОЛЕСОТОКАРНОЙ ОБРАБОТКЕ

IMPROVING THE EFFICIENCY OF SHAVINGS FRAGMENTATION IN TURNING RECONSTRUCTIVE PROCESS.

Аннотация. Существуют тангенциальные колёсотокарные пластины, применяющиеся для обработки колесных пар. Пластины ведущих фирм направлены на производительность, а не на избавление сливной стружки, при её образовании повреждаются не только элементы станка, но и обработанная поверхность. Нами предпринята попытка разработки такой пластины.
Summary. There are tangential wheel-bearing plates used to process wheel sets. Plates of the leading firms are aimed at productivity, and not at disposal of traumatic chips, when it forms, not only the machine elements are damaged, but also the treated surface. We have made an attempt to develop such a plate.
Ключевые слова: стужкодробление, обработка колес, сливная стружка, травмоопасность, режущий инструмент.
Keywords: chip breaking, working wheels, continuous chi, accident hazard, cutting tool.

В процессе эксплуатации колёсные пары в наибольшей степени подвержены износу от сил трения и коррозионному воздействию. Анализ сведений, предоставленных ремонтными депо, показывает, что объем работ по механической обработке колес не уменьшился, основные причины роста частоты обточек колесных пар следующие: большинство колесных пар, поступающих на обработку, имеют термомеханические повреждения поверхности катания, ползуны, выщербины, навары и др.

Известна [1,2] конструкция тангенциальной колёсотокарной пластины, позволяющей вести восстановительную обработку бывших в эксплуатации колёс железнодорожных вагонов с глубиной резания более 10 мм, что позволяет удалить глубоко залегающие дефекты (рисунок 1), с поверхности катания колеса.

а) б) в)

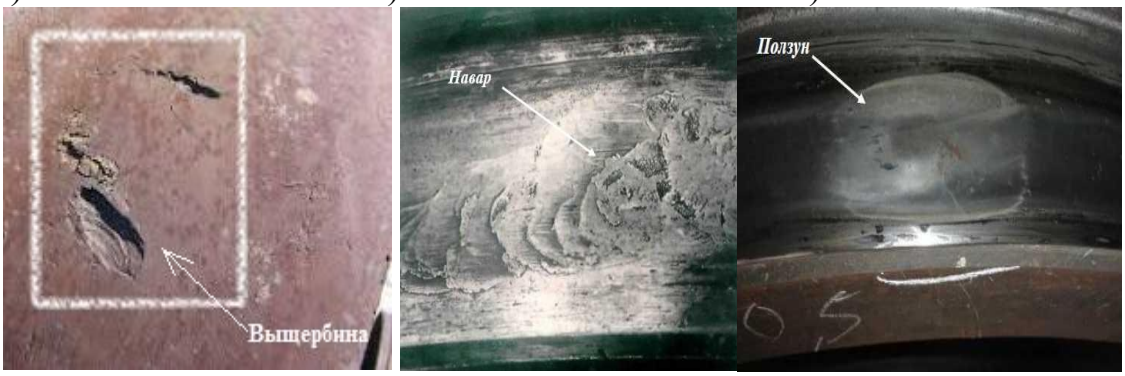


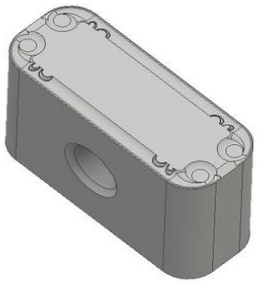
Рисунок 1 – Примеры деформаций колесных пар
а) выщербина; б) навар; в) ползун.

Топография передней поверхности такой пластины предусматривает дополнительную деформацию стружки с целью исключения сливной стружки.

а) б)

Рисунок 2 – Примеры стружки
а) сливная стружка; б) стружка надлома

Технология эксплуатации колёс сегодня не предусматривает такие дефекты, т.е. колёса на восстановительную обработку отправляются при меньших глубинах дефектов. Соответственно, необходимы колёсотокарные пластины, способные в этих условиях работать высокопроизводительно и без образования сливной стружки.Нами предпринята попытка разработки такой пластины. На (рисунок 3) приведена фотография её макета.



Завершается доработка её 3-D – модели и чертежей
Рисунок 3 – 3D модель пластины

Её эксплуатация предполагается на станке (рисунок 3), модели Rafamet UBB 112 в вагонном депо г. Комсомольска-на-Амуре с глубиной резания 2 – 5 мм.

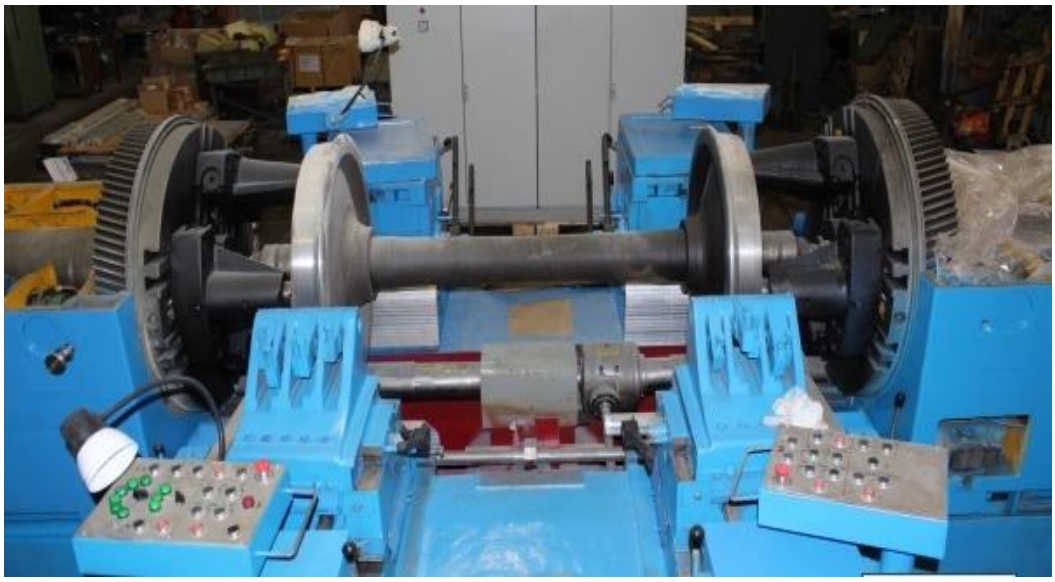


Рисунок 4 – Пример станка Rafamet UBB 112 для обработки колесных пар

Заключение

1. Используемая методология создания топологии передней поверхности режущей пластины не противоречит общепринятой и использованной нами ранее.
2. 3D – Модель усовершенствованной пластины материализована (прилагается). Её передняя поверхность трансформирована под обработку колёс с глубиной резания от 2 до 5 мм, а также для чистовой обработки колёс.
3. Внедрение предложенного варианта пластины исключит (минимизирует) сливную стружку, снизит травматизм токарей, снизит повреждаемость элементов станка, обеспечит экономический эффект около 640000 рублей в год в условиях одного вагонного депо.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Мокрицкий Б.Я., Алтухова В.В. Стружка сливной формы как мезомеханический фактор дестабилизации процесса резания в условиях тяжёлого машиностроения//СТИН, №4, 2014, с.28 – 32.

2. Патент РФ №134465, МПК B23B 27/16 на полезную модель «Колёсотокарная пластина» / Авторы Алтухова В.В., Мокрицкий Б.Я., Тарануха Г.В./ Патентообладатель ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет», Заявка №2013107815/02 от 21.02.2013, Опубл. 20.11.2013, Бюл. №32.

УДК 53.088
Костюченко Александр Владимирович, студент;
Kostyuchenko Alexander Vladimirovich
Башков Олег Викторович, доктор технических наук, доцент;
Bashkov Oleg Viktorovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА СОСУДОВ, РАБОТАЮЩИХ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

ANALYSIS OF METHODS FOR DETERMINING THE RESIDUAL LIFE OF PRESSURE VESSELS

Аннотация. Данная работа посвящена анализу методов определения остаточного ресурса сосудов, работающих под давлением. В работе представлено несколько наиболее распространенных методов определения остаточного ресурса сосудов, работающих под давлением, рассмотрены критерии и подходы, используемые в расчете каждого из методов, их преимущества и недостатки.
Summary. This work is devoted to the analysis of methods for determining the residual life of pressure vessels. The paper presents several of the most common methods for determining the residual life of pressure vessels, the criteria and approaches used in calculating each method, their advantages and disadvantages are considered.
Ключевые слова: остаточный ресурс, сосуды под давлением.
Key words: residual life, pressure vessels.

Повреждения сосудов и аппаратов возникают вследствие воздействия различных эксплуатационных факторов. Наиболее распространенные виды повреждений обусловлены следующими воздействиями: коррозией металла (сплошной или общей, пятнами, межкристаллитной, язвенной, питтинговой, щелевой, контактной, структурно-избирательной, атмосферной, коррозионным растрескиванием и др.), эрозионным истиранием стенок рабочей средой, усталостью, ползучестью, изменением физико-химических свойств металла и другими причинами.

Воздействие вышеуказанных факторов при эксплуатации вызывает изменение технического состояния сосудов, проявляющееся в уменьшении толщины стенок, изменении геометрических размеров сосудов, механических свойств и структуры металла, возникновении локальных повреждений в виде трещин, каверн, язв, появлении участков пластической деформации или изменении других параметров технического состояния (ПТС) сосудов.

Предельно допустимые значения (ПТС), установленные в нормативно-технической документации, называют критериями предельного состояния (КПС), которые являются критериями для оценки технического состояния сосудов при диагностировании и определении их остаточного ресурса безопасной эксплуатации. Дефекты и повреждения, которые в момент контроля не являются критическими, но могут за период планируемой эксплуатации достичь значений (КПС), при проведении диагностирования должны быть выявлены и устранены. Для выявления таких дефектов применяют критерии отбраковки (КО) элементов сосудов.

Нормы оценки технического состояния сосудов (аппаратов), при которых допускается их дальнейшая эксплуатация без проведения специальных расчетов, определяются нормативной технической документацией на сосуды, устанавливающей допуски на отклонение геометрических размеров сосудов, механических свойств и структуры металла, размеры дефектов, в частности:

- размеры основных элементов сосуда;
- механические свойства металла основных элементов сосуда;
- отклонения формы, увод (угловатость) кромок в сварных швах, смещение кромок стыкуемых листов.

При выявлении в ходе диагностирования сосудов отклонений каких-либо параметров от норм, установленных на сосуды, необходимо производить оценку технического состояния сосудов по критериям отбраковки, приведенным ниже, и проводить анализ их влияния на безопасность эксплуатации сосуда.

Критерии отбраковки при диагностировании сосудов следующие:

1) Допускаемые отклонения геометрических размеров и формы сосудов - отклонение от прямолинейности образующей цилиндрического корпуса сосуда, отклонение диаметра сосуда, овальность, допускаемые размеры отдельных выпуклостей (выпучин) и вогнутостей (вмятин), смещение кромок сварных швов.

2) Допускаемые толщины стенок сосудов и размеров коррозионных повреждений. При равномерной коррозии минимальная толщина стенок элементов корпуса сосуда должна быть не менее расчетной с учетом эксплуатационной прибавки на коррозию.

3) Сосуды с трещинами любых видов, трещиноподобными дефектами и дефектами, размеры которых превышают допускаемые, к эксплуатации не допускаются.

4) Для конкретных типов аппаратов (реакторов, автоклавов, теплообменников и др.) критерии отбраковки могут регламентироваться в технической документации с учетом характера нагрузки на элементы оборудования и свойств применяемых материалов.

Анализ закономерностей изменения параметров технического состояния.

В качестве *параметров технического состояния* (ПТС) для прогнозирования остаточного ресурса сосудов и аппаратов чаще всего используют измеренные величины возникших повреждений (глубины коррозии, величины эрозионного или механического износа, остаточной пластической деформации), данные об изменении физико-химических характеристик материалов, а также число циклов нагружения сосудов. Кроме того, для прогнозирования могут использоваться косвенные параметры (например, по изменению температуры стенок футерованного сосуда можно прогнозировать срок его эксплуатации до предельно допустимого значения температуры стенок и необходимости ремонта).

Для прогнозирования остаточного ресурса сосудов необходимо знать закономерности изменения ПТС, которые более точно могут быть определены по данным длительных наблюдений за изменением ПТС. Однако во многих практических ситуациях при диагностировании сосудов данных наблюдений бывает недостаточно. В таких случаях необходимо использовать априорную информацию о виде зависимости ПТС от продолжительности эксплуатации сосудов и возможные погрешности при контроле значений ПТС.

Рекомендуются следующие математические модели для прогнозирования остаточного ресурса сосудов:

1) Линейная модель вида:

$$h(t) = h_0 + C \cdot t,$$

где h_0 и C - постоянные величины для заданных условий;

t - продолжительность эксплуатации.

Эта модель хорошо описывает кинетику разрушения металлов при общей коррозии и различных видах механического изнашивания (при трении, гидро- и газоабразивной эрозии). Величина h_0 может быть положительной и отрицательной. Отрицательные значения h_0 наблюдаются в тех случаях, когда появлению внешних признаков разрушения предшествует так называемый инкубационный период, обусловленный накоплением микроповреждений на поверхности металла до значений, достаточных для отделения частиц металла от поверхности. Такой вид разрушения наблюдается при ударно-абразивном изнашивании, а также при кавитации. Во многих случаях значение h_0 бывает равным или близким к нулю. Это имеет место при коррозионных испытаниях некоторых чистых металлов, при равномерной коррозии, например атмосферной, и в других случаях.

2) Степенная зависимость вида:

$$h(t) = C \cdot t,$$

где C и m - постоянные для заданных условий величины.

Модель применяется при описании многих видов коррозии поверхностей металлов (как сплошной, так и локальной), а также при коррозии под напряжением и изнашивании. Для многих случаев общей коррозии при умеренных напряжениях, а также при локальной коррозии $m < 1$. При высоких напряжениях (превышающих некоторое значение, называемое пороговым напряжением) $m > 1$.

При химической коррозии металлов, в частности при газовой, m часто имеет значения, близкие к 1/2. Изменение максимальной глубины питтингов хорошо описывается при m = 1/3.

3) Логарифмическая зависимость вида:

$$h(t) = A\,ln(t + C),$$

где A и C - постоянные для заданных условий величины, в ряде случаев хорошо описывает кинетику газовой и локальной коррозии.

4) Экспоненциальная модель вида:

$$h(t) = C\exp[T(t)],$$

где C - постоянная для заданных условий величина;

T(t) - некоторая функция от времени, применяется при описании кинетики общей коррозии под напряжением.

На практике при оценке ресурса оборудования чаще всего применяется линейная модель h(t), которая во многих случаях дает оценки остаточного ресурса с некоторым запасом.

После выбора математической модели необходимо по результатам контроля ПТС определить величины коэффициентов модели и оценить их погрешности, по которым может быть вычислена достоверность прогноза остаточного ресурса сосуда (аппарата).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. РД 03-421-01. Методические указания по проведению диагностирования технического состояния и определению остаточного срока службы сосудов и аппаратов. – Утв. 2001-06-09. – М.: Госгортехнадзор России, 2001. – С. 21-35.

2. Ахметов, С. А. Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа / С. А. Ахметов. – СПБ : Недра, 2006. – 362 с.

УДК 621.671
Кузнецова Ульяна Евгеньевна, студент; Kuznetsova Uliana Evgenevna
Сарилов Михаил Юрьевич, доктор технических наук, профессор;
Mikhail Yurievich Sarilov
Коннова Галина Витальевна, кандидат технических наук, доцент;
Konnova Galina Vitalyevna
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ РЕЗЕРВУАРНОГО ПАРКА НПЗ

INCREASE IN RELIABILITY OF OPERATION OF CENTRIFUGAL PUMPS OF THE RESERVOIR PARK OF NPZ

Аннотация: в статье рассмотрены методы увеличения надежности эксплуатации центробежных насосов, выбран рациональный способ – использование эластичного кольца, благодаря чему происходит гидродинамический клин, и трение скольжения превращается в жидкостное.
Abstract: in article methods of increase in reliability of operation of centrifugal pumps are considered, the rational way – use of an elastic ring is chosen thanks to what there is a hydrodynamic wedge, and the sliding friction turns into liquid.
Ключевые слова: центробежный насос, надежность оборудования, герметичность конструкции, уплотнения, оптимизация параметров оборудования, конструктивные элементы, эластичное кольцо.
Keywords: centrifugal pump, reliability of the equipment, tightness of a design, compacting, optimization of parameters of the equipment, structural elements, elastic ring.

На сегодняшний день актуальность данной темы вызвана тем, что без насосов не обходится не одно нефтехимическое и нефтеперерабатывающее производство. Серьезной проблемой в насосостроении является увеличение надежности и долговечности насосов.

Главным недостатком является невозможность организации абсолютной герметичности конструкции оборудования. Наиболее важным узлом является узел уплотнения, который обеспечивает герметичность насосов и их надежную работу [1].

Уплотнения разделяют на контактные и бесконтактные.

Большее применение в роли уплотнений центробежных насосов приобрели – сальниковые, которые состоят из мягкой набивки, а также нажимной втулки.

Порой рассматривают «разгрузку» сальника, то есть перекачиваемая жидкость должна поступить через цилиндрическую щель в полость пони-

женного давления, а там устанавливают гидродинамическое уплотнение, которое представляет собой винтовую нарезку, отгоняющую от сальника ту самую жидкость.

Но с недавних пор все чаще заместо сальникового уплотнения стали применять:

- манжетные уплотнения, представляющие собой пакет фигурных колец, материалом которых служат – резина и фторопласт, а также пластмасса, пружины и др.;

- торцевые уплотнения, где совершается уплотнение между вращающимися и не вращающимися жесткими деталями, прижимающимися друг к другу пружинами.

Имеют место быть насосы, в которых применяется стояночное уплотнение, с помощью чего при приостановке насоса увеличивается герметичность сальникового уплотнения.

Также к уплотнениям рабочего колеса применяют уплотнения типов:

- лабиринтного;

- углового;

- кольцевого.

В своей работе Д. В. Марков, Г. В. Соболев, Ю. Т. Дурбайло предлагают свой способ улучшения надежности уплотнения вала насоса, а именно [2]: уплотнение – стояночное с подвижным, а также неподвижным элементами; нагружающее средство, которое включает пружину и устанавливается в корпусе; вал, который устанавливается с возможностью осевого перемещения.

В данном случае исключается контакт с перекачиваемой агрессивной жидкостью.

Увеличение надежности работы центробежных насосов можно добиться не только с помощью модернизации уплотнений, но и с помощью оптимизации параметров оборудования и выявлений причин поломки.

Автор, который написал диссертацию по теме: «Повышение эффективности функционирования центробежного молочного насоса путем совершенствования рабочих органов и оптимизации параметров» Р.М. Горбунов, предложил более рациональные параметры для повышения процессов перекачивания жидкости, где насос имеет [3]:

- расстояние промеж параллельных пластин - $t = 12$ мм,

- угол промеж отбойных пластин - $\alpha = 120$ °;

- угол определения отбойных пластин - $\beta = 16$ °.

Также автор полагает наличие в рабочем колесе каналов двух видов, а в цилиндрическом отводе – расположение отбойных пластин.

И. М. Серов, С. В. Паршиков, А. В. Зубков, А. В. Коробов в своей статье «Особенности эксплуатации и диагностирования динамического оборудования нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств»

[4] выяснили, что наиболее склонными к повреждениям являются такие элементы центробежных насосов, как вал, рабочее колесо, подшипники и корпус насоса. Поэтому надо избавляться от эрозии конструктивных элементов, коррозионного износа и от кавитации в насосе, что может привести к мощным ударам, усилению вибрации и разъеданию материала стенок.

После рассмотренных вариантов повышения надежности эксплуатации центробежных насосов, мы хотим отметить работу Путилова Ю.Г., в которой предлагается наиболее рациональный, по нашему мнению, метод увеличения надежности [5] за счет уплотнительного элемента – эластичных колец, установленных с гарантированным зазором. Эти кольца выполнены с выемками по окружности.

В радиальном направлении кольцо прислоняется к ступице. Когда происходит вращение колеса, то формируется гидродинамический клин, который способствует оттеснению эластичного кольца от ступицы, и трение скольжения превращается в жидкостное трение. Данный способ осуществляет надежное самоуплотнение с меньшими расходами мощности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Буренин В. В. Конструкция и эксплуатация центробежных герметичных насосов / В. В. Буренин, В. П. Дронов, Д. Т. Гаевик, В. В. Иванов. - М.: Машиностроение, 1977. - 152 с.

2. Пат. 2161272 Российская федерация, МПК F04D29/10. Уплотнение вала центробежного насоса / Марков Д. В.; Дурбайло Ю. Т.; Соболев Г. В.: заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью Инновационно - производственное предприятие «Протон». - № 98118947/06; заяв. 19.10.1998; опубл. 27.12.2000, Бюл. № 36.

3. Горбунов, Р. М. Повышение эффективности функционирования центробежного молочного насоса путем совершенствования рабочих органов и оптимизации параметров : диссертация ... канд. тех. наук : 05.20.01 / Горбунов Роман Михайлович. - Киров, 2007. - 18 с.

4. Серов, И. М. Особенности эксплуатации и диагностирования динамического оборудования нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств. Часть 1. Насосное оборудование / И. М. Серов, С. В. Паршиков, А. В. Зубков, А.В. Коробов // Молодой ученый. - 2015. №24. - С. 199-203.

5. Пат. 2196254 Российская федерация, МПК F04D29/16 F16J15/48. Центробежный насос / Путилов Ю. Г. : заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество «Борец». - № 2001104063/06; заяв.14.02.2001; опубл. 10.01.2003, Бюл. №1. - 3с. : ил.

УДК 621.9:519.8
Кхун Хан Хту Аунг, аспирант; Khun Han Htoo Aung
Бао.Ф, магистр; Bao F
Башков Олег Викторович, доктор технических наук, доцент; Bashkov Oleg Viktorovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

MODELING OF ACOUSTIC WAVES IN PLATES WHEN EXCITED BY SOURCES WITH DIFFERENT WAVE FRONT DURATIONS

Аннотация. Данная работа посвящена исследованию характеристик волн акустической эмиссии для установления их связи с параметрами разрушения структуры материала. В работе исследованы связи импульсных возбуждений с параметрами энергии деформации, выделяемой при развитии трещины. Представлено моделирование акустических волн в образце при возбуждении источниками с различной длительностью фронта волны в программе Abaqus на основе теории разрушения с использованием методов АЭ.
Summary. This work is devoted to the investigation of the characteristics of acoustic emission waves to establish their relations with the parameters of the fracture of the structure of the material. In this paper, the relations of impulse excitations with the strain energy released during the development of a crack are studied. The modeling of acoustic waves in the sample when excited by sources with different wave front durations in the program Abaqus based on the theory of fracture using AE methods is presented.
Ключевые слова: энергии деформации, акустическая эмиссия, волн Лэмба.
Key words: strain energy, acoustic emission, Lamb waves.

Акустическая эмиссия (АЭ) – явление возникновения и распространения упругих колебаний в результате процесса разрушения за счет энергии, выделяемой из неэластичной деформации, например, скольжение, двойникование и микротрещины [1]. Энергия, выделяемая из повреждения, может быть обобщена потенциалами возбуждения. Существуют два типа потенциалов в пластине для волны Лэмба: потенциал давления и потенциал сдвига. Каждый потенциал обусловлен распространением различных мод волны Лэмба. В этой работе рассматривается потенциал давления как импульс гауссов возбуждения с различной длительностью фронта волны.

Импульсные возбуждения в качестве энергии деформации, выделяемой из трещины

Энергия деформации высвобождается за счет внешней среды механической нагрузки действует на трещину материала. На основе теории механика разрушения твердых тел можно рассчитать энергию деформации, выделяющуюся при распространении трещины.

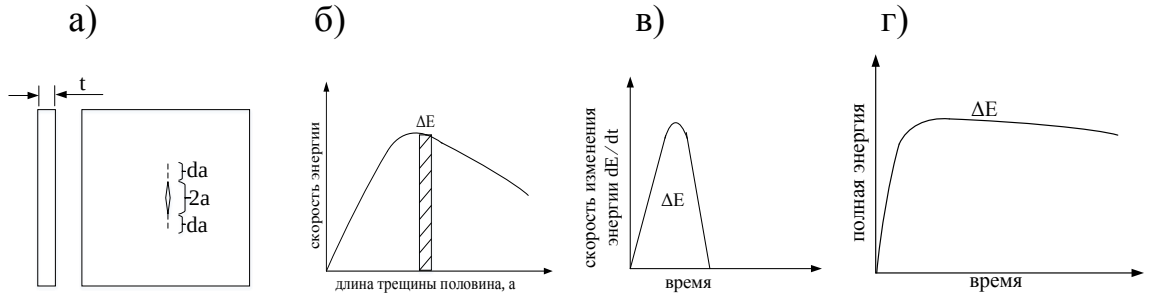


Рис.1. Энергия деформации; (а) пластина с существующей длиной трещины 2a (б) скорость энергии в зависимости от длины трещины (в) скорость изменения энергии развития трещины (г) полная энергия развития трещины

На рисунке (а) показана пластина с существующей длиной трещины 2a, а рисунок (б) показана скорость энергии, выделяемой при распространении трещины. Полная энергия, выделяемая при развитии трещины, рассчитывается с использованием следующей уравнений.

$$U_s = \frac{\sigma_f^2 \pi a^2 t}{E},$$

где $U_s -$ полная энергия развития трещины; $\sigma_f -$ уровень напряжения; a – начальная длина трещины; da - инкрементная длина трещины; t – толщина; E – модуль упругости.

Таким образцом, энергия, выделяемая при развитии трещины, зависит от уровня прилагаемого напряжения, начальной длины трещины, толщины образца и модуля упругости [2].

Моделирование в программе Abaqus

Для проведения исследований была изготовлена пластина алюминия. Его размер - 500×600×1,8 мм и характеристики алюминия показаны в таблице 1.

таблица 1

характеристики алюминия

Плотность, ρ	Коэффициент Пуассона, ν	Модуля упругости, E	Толщина, d
2780 $\frac{kg}{m^3}$	0,33	E=270*10^9 Pa	0,0018 m

Для исследуемого алюминия построили 3d модель в программе Abaqus, как показано в рис.2(а). В центре платине возбуждали импульсные источники с различной длительностью фронта, как показано в рис.(б). Для формирования импульсных источники используются следующие выражения. а) б)

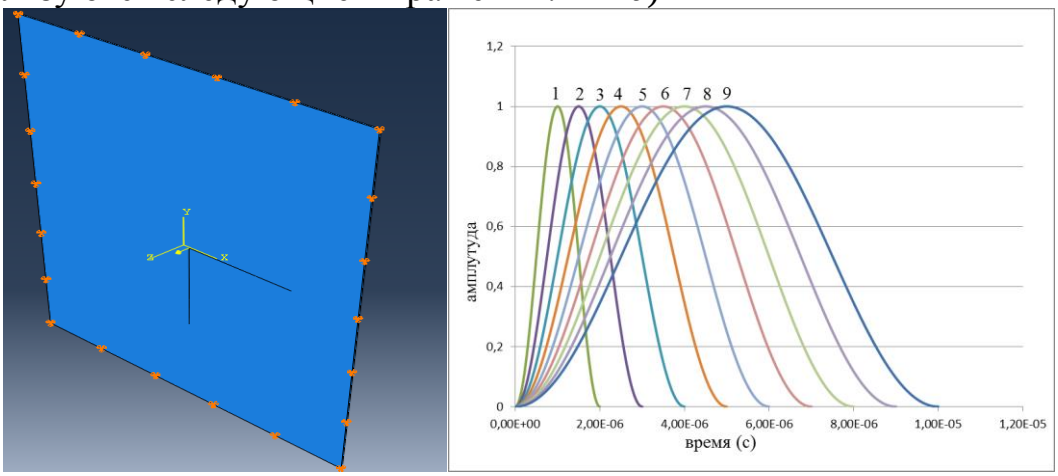


Рис.2. Моделирование в программе Abaqus; (а) образца алюминии (б) источник с различной длительностью фронта: 1– время фронта 1 мкс; 2 – 1,5 мкс; 3 – 2 мкс, 4 – 2,5 мкс; 5 – 3 мкс; 6 – 3,5 мкс; 7 – 4 мкс; 8 – 4,5 мкс; 9 – 5 мкс.

$$F(t) = \begin{cases} 0 & \text{для } t < 0 \\ \left(0{,}5 - 0{,}5\cos\left[\dfrac{\pi t}{\tau}\right]\right) & \text{для } 0 \le t \le \tau \\ \left(0{,}5 - 0{,}5\cos\left[\dfrac{\pi t}{\tau}\right]\right) & \text{для } t > \tau, \end{cases}$$

где $\tau -$ время фронта.

На рисуке.2(а) показан пример распространения акустических волн в пластине при возбуждении источником с длительностью фронта волны 1,5 мкс. Сигналы, зарегистрированные на расстоянии 100 мм от источника с различной длительностью фронта волны, показаны на рис.2(б).

а) б)

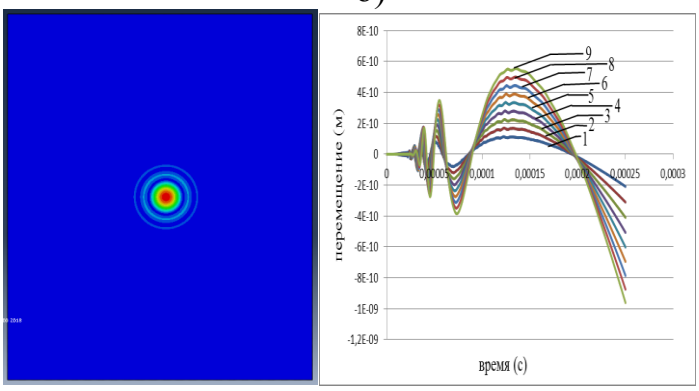


Рис.3. Результаты исследования ; (а) моделирование акустических волн в пластине через 12 мкс (б) сигналы, зарегистрированные на расстоянии 100 мм от источника: 1– время фронта 1 мкс; 2 – 1,5 мкс; 3 – 2 мкс, 4 – 2,5 мкс; 5 – 3 мкс; 6 – 3,5 мкс; 7 – 4 мкс; 8 – 4,5 мкс; 9 – 5 мкс.

Для сравнения этих зарегистрированных сигналов проводили обработку сигналов.

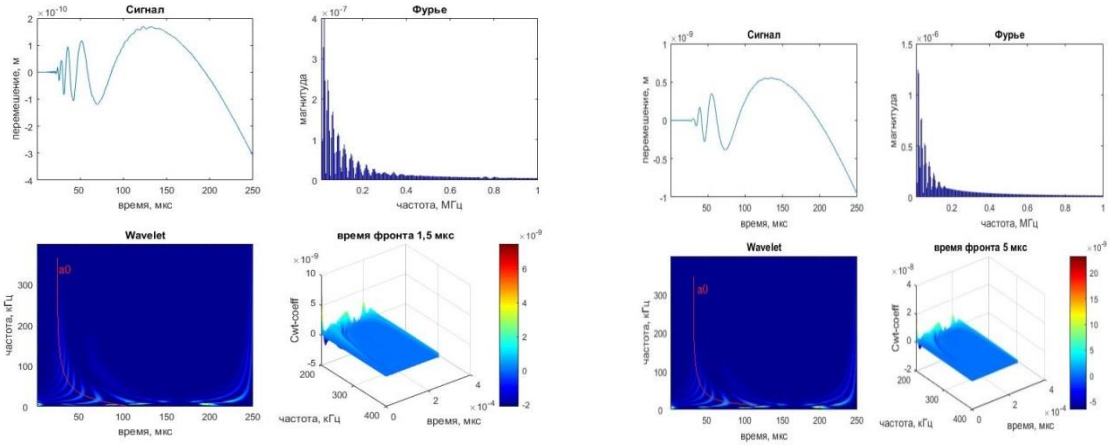


Рис.4. Результаты; (а) обработки сигнала при вермени фронта 1,5 мкс (б) обработки сигнала при вермени фронта 5 мкс

На рисунке (4) показаны обработки сигналов, зарегистрированных для импульсов с временем фронта 1,5 и 5 мкс. Для сравнения обрабатывали сигналы с помощью Фурье и Вейвлет анализа показано в рис.4. Для визуализации дисперсионной кривой антисимметричной волны (a0) построили 3d картинку, как показано в рис.4.

Исследования таких обработки сигналов показали, что энергия увеличивается при увеличении времени фронта, но по частоте отличаются при распространении. В результате анализа вейвлет спектрограммы было установлено, что выделенные моды зарегистрированных в алюминиевой пластине волн были охарактеризованные как антисимметричные волны. Таким образцом, исследованы сигналы АЭ при возбуждении колебаний с различной длительностью фронта в программе Abaqus.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. О.В. Башков, С.В. Панин, П.С. Любутин, А.В. Бяков, С. Рамасуббу. Стадийность деформации поликристаллических материалов. Исследование акустико-эмиссионным и оптико-телевизионным методами. – Томск, 2014. – 301 с.

2. Haider, M.F. Simulation of lamb wave propagation using excitation potentials / V. Giurgiutiu , B. Lin, L. Yu// Proceedings of the ASME 2017 Pressure Vessels and Piping Conference. – 2017. – V. 6A. – № PVP2017-66074. – P.7.

УДК 620.193
Лаптева Ирина Анатольевна, студентка; Lapteva Irina Anatolievna
Сарилов Михаил Юрьевич, доктор технических наук, доцент;
Sarilov Mikhail Yurievich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

УВЕЛИЧЕНИЕ МЕЖРЕМОНТНОГО ЦИКЛА РЕЗЕРВУАРОВ ЗА СЧЁТ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ УЛАВЛИВАНИЯ ЛЁГКИХ ФРАКЦИЙ (УЛФ) НЕФТЕПРОДУКТОВ

INCREASE OF THE INTER-REPAIR CYCLE OF TANKS FOR THE ACCOUNT OF APPLICATION OF THE SYSTEM OF COLLAPSE OF LIGHT FACTIONS (ULF) OF OIL PRODUCTS

Аннотация. В данной статье рассматривается вопрос о борьбе с коррозией металлоконструкций, на примере резервуара, перечислены наиболее распространенные способы защиты резервуаров от коррозии, выявлены их достоинства и недостатки, предложен способ защиты от коррозии с помощью системы УЛФ.
Summary. This article discusses the issue of corrosion control of metal structures, on the example of the tank, lists the most common ways to protect tanks from corrosion, identifies their advantages and disadvantages, proposes a method of corrosion protection using ULF system.
Ключевые слова. Резервуары, коррозия, защитные покрытия, протекторная защита, газоуравнительные системы УЛФ, достоинства и недостатки.
Key words: tanks, corrosion, protective coatings, sacrificial protection, gas-leveling systems ULF, advantages and disadvantages

При долговременном хранении нефтепродуктов корпус резервуара подвергается коррозии вследствие контакта металлической конструкции с различными средами. Существует классификация процессов коррозии в резервуаре. Резервуары корродируют как с внешней стороны, так и с внутренней. С внешней стороны разрушение металлоконструкции происходит под действием грунта (днище) и атмосферы. Внутренние поверхности резервуара корродируют под действием паровоздушной среды, а точнее испаряющихся из нефти диоксида углерода и сероводорода, или присутствующих в атмосфере кислорода воздуха. Но корродируют не только верхние пояса и кровля резервуара, но и нижние, средние пояса и днище. В этом случае причиной служит контакт металлических поверхностей с жидкой фазой (нефтепродуктом), водой, эмульгированной в нефтепродукте, и подтоварной водой.

Внутренние поверхности резервуаров подвергаются равномерной и язвенной коррозии. Зачастую обнаруживаются сквозные поражения, кото-

рые очень опасны, так как способствуют утечке нефтепродукта. Решение этой проблемы требует либо больших денежных затрат на ремонт, либо полной замены оборудования, что экономически нерентабельно для производства. Поэтому в настоящее время разработка различных методов борьбы с коррозией и продление безопасного срока эксплуатации резервуаров является актуальной задачей.

На сегодняшний день известны различные способы по борьбе с коррозией. Для защиты резервуаров применяют стойкие защитные покрытия различных марок и составов и протекторы, которые способны противостоять коррозии и увеличивать срок службы резервуаров. К ним относятся: грунтовки, лакокрасочные покрытия, эмали, лаки.

Покрытия должны обладать следующими свойствами: эластичностью, пластичностью, стойкостью к истиранию, прочностью при ударе, быть достаточно твердыми. Благодаря разработке такого состава, покрытие обладает высокой адгезионной способностью и высокой прочностью. Но такой способ защиты резервуаров от коррозии имеет и свои недостатки: проведение подготовительных работ стенок резервуара перед нанесением покрытия, сложность процесса нанесения, степень доступности, дефицит некоторых марок покрытий и старение лакокрасочных покрытий, что приводит к развитию подпленочной коррозии металла.

Протекторы являются разновидностью катодной защиты. При использовании протекторной защиты к защищаемому объекту подсоединяется металл с более электроотрицательным потенциалом. При этом идет разрушение не конструкции, а протектора. Со временем протектор корродирует и его необходимо заменять на новый. Несмотря на высокую эффективность данного способа, он является дорогостоящим и оказывает негативное влияние на соседние незащищённые резервуары.

Наиболее агрессивной средой в резервуаре является газовоздушная среда. Поэтому верхние пояса и кровля является наиболее уязвимой частью резервуара, так как в ней собираются коррозионно-агрессивные агенты: кислород воздуха, сероводород и углекислый газ и пары воды. По причине тонкой толщины стенки кровли происходит её быстрое разрушение, что уменьшает срок эксплуатации резервуаров. Замена крыши резервуара - это трудоёмкий процесс, который требует больших денежных затрат. Поэтому проблема коррозии верхней части резервуара распространена и требует решения.

Кислород является наиболее сильным коррозионно-активным веществом, по сравнению с другими. При «малом» дыхании (его опорожнении) происходит открытие дыхательных клапанов, установленных на крыше резервуара, через которые и осуществляется пропуск атмосферного воздуха внутрь резервуара. Атмосферный воздух оказывает негативное воздействие на все открытые элементы конструкции кровли резервуара. Поэтому

допуск воздуха в паровоздушную среду резервуара является основной причиной коррозии верхних поясов и кровли резервуаров.

На наш взгляд, герметизация резервуаров и резервуарных парков с использованием газоуравнительных систем будет эффективным способом борьбы с коррозией верхних поясов и крыши резервуара. Назначение газоуравнительных систем заключается в наличии герметичной обвязки резервуаров, с помощью которой происходит перераспределение легких углеводородных фракций между группой резервуаров, тем самым не допуская воздуха внутрь. Обвязка резервуаров предусматривает дополнительное оборудование (трубопроводы, газодувки) и средства автоматизации.

Сокращение потерь нефтепродуктов является основным назначением данной системы. Но кроме этого, системы УЛФ позволяет исключить выбросы из резервуара в окружающую среду, повысить пожаро- и взрывобезопасность процесса эксплуатации резервуаров, а самое главное, уменьшить агрессивность газовоздушной среды, что является в данном случае основным мероприятием по решению проблемы с коррозией. С коррозионной точки зрения, такая технология является предотвращение попадания кислорода в резервуар, что приводит к понижению коррозионной агрессивности газовоздушной среды внутри резервуара.

Технологическая схема УЛФ включает в себя эжектор, сепаратор, теплообменник, трубопроводы и насос, рис 1. Принцип работы схемы заключается в следующем. Рабочая жидкость с потоком паровоздушной смеси (ПВС) из резервуара подаётся в эжектор. В эжекторе происходит процесс интенсивной конденсации паров углеводородов. Образовавшаяся на выходе из эжектора, жидкостно-газовая смесь поступает в сепаратор, где происходит её разделение на рабочую жидкость и осушенный воздух. Рабочая жидкость далее подаётся на вход насоса, а затем в резервуар, а сжатый воздух – на очистку или в атмосферу

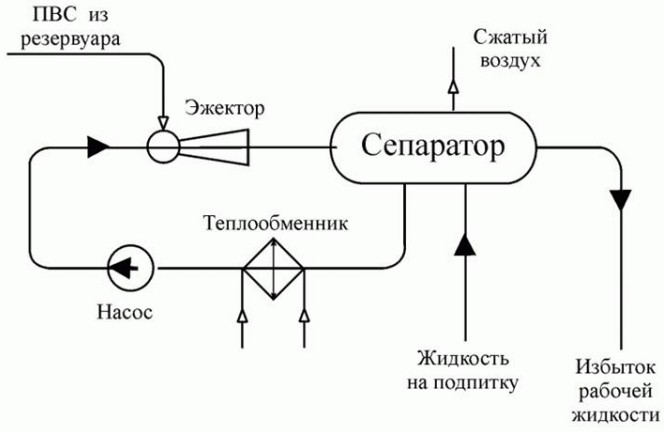


Рисунок 1 – Технологическая схема УЛФ

УДК 668.63(07)
Леонтьевский Константин Брониславович, студент;
Konstantin Bronislavovich Leontevskij
Соболев Борис Михайлович, кандидат технических наук, профессор;
Sobolev Boris Michajlovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ШИХТЕ ПРМОВОССТАНОВЛЕННОГО ЖЕЛЕЗА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТАЛИ

ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF USE IN CHARGE A FORWARDRECOVERY IRON AT THE PRODUCTION OF STEEL

Аннотация. В данной работе проведен анализ влияния применения ЖРО на энергетические показатели ДСП. при производстве стали. Предложены решения по рациональному применению прямовосстановленного железа. Предоставлена схема оборудования для предварительного подогрева ЖРО, с последующей подачей его в плавильный агрегат. Все в комплексе позволит увеличить КПД электродуговой сталеплавильной печи, что приведет к уменьшению затрат на производство стали.
Summary. In this work the analysis influence of application of iron-ore pellets on power indicators of electric arc furnace by production of steel is carried out. Solutions on rational use of forward recovery iron are proposed. The scheme of the equipment for preliminary heating of iron-ore pellets, with his subsequent giving in the melting unit is provided. Everything in a complex will allow to increase the efficiency of the arc steel-smelting furnace that will lead to reduction of costs of steel production.
Key words: iron-ore pellet, electric arc furnace, forward recovery iron, reduction of costs, steel production
Ключевые слова: железорудный окатыш, дуговая электропечь, прямовостановленное железо, снижение затрат, производство стали.

Проведя анализ применения ЖРО на ДСП – 125 ОАО «Амурметалл», можно сделать следующий вывод.

С увеличением процентного содержания ЖРО в металлической части шихты возрастает расход углеродосодержащей пыли, газообразного кислорода и электрической энергии.

Повышенный расход энергии обуславливается разной теплопроводностью окатышей и габаритного лома. Наличие на ЭДП кислородно-газового оборудования не дает преимущество для переработки ЖРО. Металлизованный окатыш представляет собой пористый материал шаровид-

ного вида. За счет внутренних пор он имеет большую активную поверхность. При плавлении, из-за меньшей температуропроводности чем у шихты, поверхность ЖРО оплавляется, теплопроводность материала уменьшается, так как уменьшается активная поверхность. Тоже самое происходит и в слое окатышей. Все в комплексе приводит к увеличению энергетических затрат.

Металлическая часть шихты, имея большую теплопроводность и активную поверхность, к моменту расплавления ЖРО уже в полной мере имеет достаточную температуру и контакт с кислородосодержащей атмосферой печи, что приводит к окислению железа и перевода его в шлак[1].

Оптимальным решением использование ЖРО является линия по производству полупродукта, которая включает в себя комплекс агрегатов для восстановления, окатывания, предварительной и окончательной сушкой железной руды, с последующей его подачей в сталеплавильную печь. Исключается сама возможность потери тепла материалом при хранении и транспортировки, сырье используется сразу.

Для использования ЖРО на заводах без этого оборудования, в экономических целях необходимо дооборудовать соответствующими агрегатами. Если не полным комплексом, то хотя бы создать условия для предварительного подогрева материала. Это могут быть как переносные, так и стационарные сушки.

Недостатки:

1. Все они требуют дополнительного расхода тепловой энергии.

2. Материал в процессе нагрева находится в статическом состоянии, что плохо сказывается на его равномерном прогреве, и может привести оплавлению и спеканию.

3. Подача ЖРО ни чем не отличается от подвалки металлолома, тем самым происходят тепловые потери при отведении свода печи.

4. От постоянных нагревов и охлаждений, тара для подачи окатышей нуждается в дополнительных ремонтных операциях.

5 Подача материала осуществляется с помощью грузоподъемного сооружения, постоянная эксплуатация приводит к сокращению его ресурса, что приводит к дополнительным расходам материальных средств на поддержание работоспособности дорогостоящего оборудования.

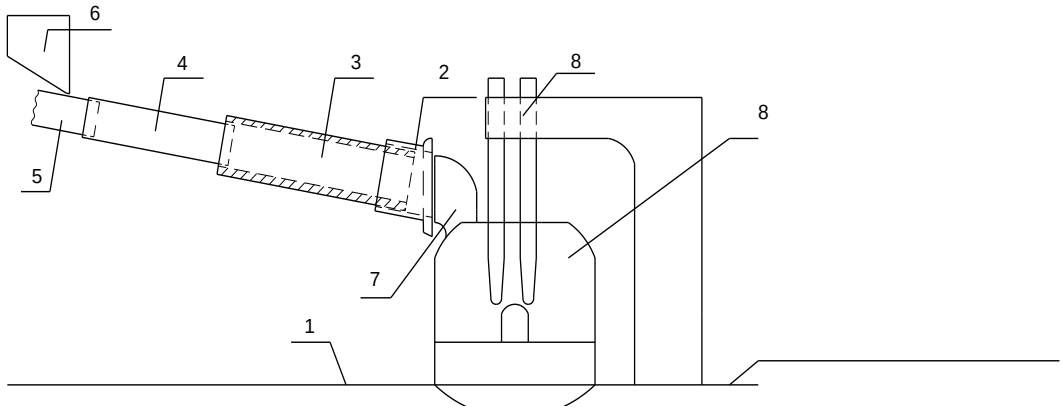
Применение ЖРО, их габаритные размеры, позволяет автоматизировать процесс непрерывной подачи материала в «горячую зону» агрегата, тем самым исключит потери тепловой энергии на проведении технологической операции - «подвалка».

В нашем варианте предлагается осуществлять предварительный подогрев за счет регенерации отходящих дымовых газов всушке барабанного типа, которая встроена в газоотводную систему печи. Заполнение сушила происходит путем подачи объема материала, во время выпуска и завалки

ДСП. Далее происходит поэтапный нагрев сырья. Подача в печь может производиться как через сводовую «воронку»[2], так и через газоход. Подача организована таким путем, что сырье попадает в самую «горячую зону» печи.

Выбор обуславливается тем, что материал находится в постоянном движении, он не спекается, происходит более равномерный нагрев.

На рисунке 1 предоставлена принципиальная схема барабанного питателя ЭДП.



1 – рабочая площадка; 2 – накатной водоохлождаемый желоб и муфта;3 – футерованный барабан № 2; 4 – барабанный питатель № 1; 5 – газоотвод; 6 – питатель – бункер; 7 – газоотвод печной; 8 – электроды графитовые; 8 – ДСП

Рисунок 1 – Принципиальная схема барабанного питателя ЭДП, с функцией подогрева материала

Из приведённых выше теплофизических свойств можно сделать следующий вывод.

При одинаковых габаритных и массовых параметрах, тепла необходимого для расплавления материала на металлизованные окатыши потребуется больше чем на металлический лом.

Из–за меньшей теплопроводности, при увеличении теплового потока на сырье, происходит оплавление поверхности окатышей и их спекание.

По предварительным расчетам, в результате рекуперации тепла от ходящих газов мы можем получить 105 тонн, за период одной плавки, металлизованных окатышей, нагретых до температуры – 1000 °С.

Принимая во внимание степень металлизации окатышей = 0,8 – 0,9, можно рассчитать количество металлической шихты:

$$105 \cdot 0{,}8 = 84000 \text{ кг.}$$

Сравнивая количество тепловой энергии для нагрева металлической шихты и подогретых ЖРО при одинаковых весовых параметров:

$$Q_{жро} = 84000 \cdot 0{,}8251 \cdot 600 = 41851974 \text{ кДж/(м}^3\text{°С);}$$

$$Q_{шихта} = 84000 \cdot (0{,}658 \cdot 1520 + 272 + 0{,}816 \cdot 50) = 110315000$$

кДж/(м^3°С).

Можно сделать вывод об экономии тепловой энергии.

$$Q = 110315000 – 41851974 = 68463026$$ кДж/(м^3°С);

Использую приведенную схему подачи ЖРО в плавильный агрегат, исключается из технологического процесса «подвалка». Всё это в комплексе позволяет, в зависимости от технологического процесса, на четверть сократить расход тепловой энергии на проведения выплавки стали

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Соболев, Б.М. Основы технологии получения металлов и сплавов (получение железа, чугуна и стали) / Б.М. Соболев, В.В. Куриный, С.Б. Марьин. – Комсомольск – на – Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2014. – 169с.

УДК 668.63(07)
Леонтьевский Константин Брониславович, студент;
Konstantin Bronislavovich Leontevskij
Соболев Борис Михайлович, кандидат технических наук, профессор;
Sobolev Boris Michajlovic
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА ИЗ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАКОВ

RESEARCH OF REACTIVATION OF THE IRON FROM METALLURGICAL SLAGS

Аннотация. Данная работа посвящена исследованию восстановления железа из металлургических шлаков, получаемых при производстве стали методом полного окисления примесей. Предоставлены результаты проведенных опытов, химический состав полученного вещества. В работе показана схема восстановления железа, с указанием агрегатов.
Summary. This work is devoted to a research of reactivation of iron from the metallurgical slags received by production by method of full oxidation impurity. Results of the made experiments, the chemical composition of the received substance are reported. In work the scheme reactivation of the iron, with the indication of units is shown.
Ключевые слова: металлургический шлак, восстановление железа, окисление, примесь, производство стали.
Key words: metallurgical slag, reactivation of the iron, oxidation, impurity, steel production.

В нашей работе по жидкофазному восстановлению железа из шлаков, ставилась задача с помощью недорогих материалах получить полупродукт не отличающийся по параметрам от его производства дорогими коксующимися углями, разработать рекомендации по его дальнейшему применению.

Был проанализирован средний химический состав электропечного шлака ОАО «Амурметалл». Процентное содержание основных элементов которого составило:Fe/FeO≈ 45 – 68 %; MnO ≈ 5 – 6 %; P_2O_5 ≈ 0,1−0,2 %; MgO ≈ 2 – 3 %. В муфельной печи при одинаковых условиях производился нагрев керамических емкостей со смесью шлака и восстановителя. В качестве восстановителя брался в одном случае электродный бой, во втором – древесный уголь. Этим опытом определяли температурные параметры начала реакции. Процесс восстановление состоит в удаление кислорода из металла. Из условия 1, окисления железа, для благоприятного протекания

обратной реакции, парциальное давление в расплаве должно быть ниже чем давление оксида.

Условие окисление железа:

$$P_{O_2} > (P_{O_2})_{MeO}. \quad (1)$$

Расчет активности FeO в оксидной фазе проводим по теории регулярных ионных растворов В.А. Кожеурова [1].

Из расчетов парциального давления и кислородного потенциала, по условиям прохождения реакции 1, делаем вывод, что для нормального прохождения процесса требуется:

$$Po_{2(г.ф)} \leq 1{,}41 \cdot 10^{-3} \text{ Па}.$$

Зная состав шлака, процентное содержания фосфора и температуру готового расплава по эмпирической формуле Хейли, определяем остаточного процентного содержания FeO в шлаке достаточного для удержания фосфора. Процентное содержании FeO в готовом шлаке должно быть не менее ≈ 2 %, при таком условии мы получим содержание фосфора в металле удовлетворяющее нашим требованиям [1].

Расчет энергии Гиббса, проводился в интервале температур 1200 – 1550 ℃.

Температурный интервал выбран из условия жидкоподвижности шлака и конечного нагрева полупродукта.

$$(FeO) + C = Fe_{ж} + CO\ г;\ \Delta G°_T = -3129{,}05 \text{ Дж/моль}. \quad (1)$$

$$(MnO) + C = [Mn] + (CO);\ \Delta G°_T = 1699{,}4 \text{Дж/моль}. \quad (2)$$

$$(P_2O_5) + 5 \cdot C = 2 \cdot [P] + 5 \cdot (CO);\ \Delta G°_T = -14172{,}1 \text{Дж/моль} \quad (3)$$

$$(MgO) + C = Mg + CO;\ \Delta G°_T = -276{,}26 \text{Дж/моль}. \quad (4)$$

$$(Cr_2O_3) + 3 \cdot C = 2 \cdot [Cr] + 3 \cdot (CO);\ \Delta G°_T = -1041{,}825 \text{Дж/моль}. \quad (5)$$

Результаты расчета показывают, что реакции восстановления № 1;3;4;5 проходят без применения дополнительного теплового эффекта.

Для реакции восстановления оксида марганца требуется дополнительное тепло. В процессе происходит окисление углерода до монооксида. Появляется возможность с помощью дополнительной подачи кислородосодержащей смеси «дожигать» углерод до диоксида, получая при этом дополнительное тепло для протекания реакции [1,2].

Расчет массовой доли восстановителя производим согласно химическим уравнениям 1 – 5, с помощью формулы определения молярной массы вещества [1,3]. Получаем:

Электродный бой = 10;7;5 грамм на 100 грамм оксида;

Каменный уголь = 10; 7 грамм на 100 грамм оксида;

На основании расчетных данных было проведено ряд экспериментов.

Процесс восстановления проводили в графитовых тиглях в индукционной печи. В результате было получен полупродукт с химическим содержанием:

Металлическая часть: C ≈ 4,5 – 6,5 %; Mn ≈ 2,0 – 9,5 %;P ≈ 0,130 – 0,047 %;

Карбидный шлак :CaO≈ 41 – 51%;Fe/FeO ≈ 4 – 12 %; SiO_2≈ 23 – 29 %;

Массовая доля составила: Металл ≈ 36 – 48 %;Карбидный шлак ≈ 30 – 50 %;

Вывод. Проведенные нами теоретический расчеты и практический опыты подтверждают возможность рационального получения из отходов сталелитейного производства восстановленного железа. Шлак, оставшийся от технологического процесса, может использоваться в качестве клинкера, одного из компонентов при производстве цемента применяемого в строительстве. Эти мероприятия позволят, при минимальных затратах, поднять ценность металлургических отходов. Если в качестве агрегата для восстановления использовать заменяемую, футерованную емкость, то из технологической цепочки производства полупродукта в ДСП 2, появится возможность убрать такую сложную и затратную операцию, как «безчашевая уборка шлака». Убирается воздействие раскаленного шлака на стены шлакового коридора, уходит проблема с периодическим его ремонтом. Исключится уборка гусеничной техникой из шлакового коридора раскаленного шлака, с последующей перегрузкой остывшего материала в железнодорожный подвижной состав и вывоз его за пределы цеха на переработку. Устранение из процесса гусеничной и колесной техники, убирает материальные затраты на её обновление и обслуживание. Затраты на ГСМ. Полученное металлургическое сырье, в зависимости от рынков сбыта, можно использовать как сырье для ЭДП, так и как материал для выплавки чугуна в индукционных канальных печах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Соболев, Б.М. Термодинамические расчеты в процессах производства стали и ферросплавов: учеб. пособие / Б.М. Соболев, А.В. Свиридов. – Комсомольск – на – Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2011. – 152с.

2. Соболев, Б.М. Физико-химические основы плавки сталей: учеб. пособие / Б.М. Соболев. – Комсомольск – на – Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2009. – 96с.

3. Соболев, Б.М. Расчеты в технологических процессах плавки сталей (углеродистых, легированных, высоколегированных): учеб. пособие / Б.М. Соболев, В.В. Куриный. – Комсомольск – на – Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2015. – 112с.

УДК 668.63 (07)
Лисков Павел Андреевич, студент; Liskov Pavel Andreevich
Сарилов Михаил Юрьевич, доктор техничееких наук, доцент; Sarilov Mihail Yurievich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ПРИМЕНЕНИЕ МЯГКИХ РЕЗЕРВУАРАОВ-КОМПЕНСАТОРОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ НЕФТЕПРОДУКТА ИЗ РЕЗЕРВУАРА

APPLICATION OF SOFT TANK-COMPENSATORS FOR REDUCING LOSS OF OIL PRODUCTION FROM TANK

Аннотация. В предлагаемой статье предлагается технология для сокращения потерь нефтепродуктов из вертикальных стальных резервуаров на нефтебазах. Способ заключается в применении мягкого резервуара-газгольдера для создания замкнутой системы «ререзрвуар-газгольдер» исключающей контакт с воздушной средой. Представлена краткая характ еристика потерь и способы их устранения.
Summary. The proposed article proposes a technology for reducing losses of oil products from vertical steel tanks at oil depots. The method consists in the use of a soft reservoir-gas holder to create a closed system "rezervoir-gasholder" excluding contact with the air medium. A brief description of the losses and ways to eliminate them are presented.
Ключевые слова: нефтепродукт, потери, резервуар, сокращение, технология, газгольдер.
Key words: oil, loss, reservoir, reduction, technology, gasholder.

Борьба с потерями нефти и нефтепродуктов при их хранении в резервуарах на нефтебазах – это один из важных путей экономии топливно-энергетических ресурсов на нефтеперерабатывающем предприятии. За последнее время разработано много мероприятий в результате которых потери нефтепродуктов значительно снижены. Однако, несмотря на приним амые меры, потери при транспо ртировании, хранении и сливноналивных операциях теряется около 2 % объема всей добываемой в стране нефти. Особенно велики потери испарения легкоиспаряющихся. нефтепродуктов (бензина) хранимых в резервуарных парках предприятия.

Потери происходят по следующим причинам:

1) Потери от вентиляции газового пространства – они могут происходить через открытые люки резервуаров путем простого выдувания бензиновых паров ветром;

2) Потери от больших «дыханий» – от вытеснения паров нефтепродуктов из газового пространства закачиваемым нефтепродуктом;

3) Потери от «обратного выдоха». Вошедший в резервуар воздух начнет насыщаться парами нефтепродукта и спустя некоторое время, из резервуара может произойти выход насыщающейся газовой смеси;

4) Потери от насыщения газового пространства.

5) Потери от «малых дыханий» которые происходят от суточного колебания температуры и от расширения паровоздушной смеси, где при понижении атмосферного давления часть газа выйдет из резервуара.

В таблице 1 приведены значения с процентным соотношением классификации потерь в резервуаре от общего количества потерь.

Таблица 1 – Источники потерь нефтепродукта в резервуаре

Источники потерь	**Потери, %**
В резервуарах, в том числе:	64,8
от «больших дыханий»	54,0
от выдуваний	4,6
от газового сифона	0,9
при зачистке	5,3

Все известные методы сокращения потерь нефтепродуктов из резервуаров можно разделить на пять групп:

1) Сокращение объема газового пространства резервуара – достигается применением различных покрытий: слой микрошариков из пластмасс, плавающие защитные эмульсии, понтоны и плавающие крыши;

2) Хранение нефтепродуктов под избыточным давлением – уменьшение амплитуды колебания температуры газового пространства резервуара;

3) Уменьшение амплитуды колебания температуры газового пространства резервуара путем окраски его лучеотражающими покрытиями, применение тепловой изоляции, водяное орошение, экранирование резервуара;

4) Улавливание паров нефтепродуктов путем применения газоуравнительной системы (ГУС), газовой обвязки резервуаров и системы улавливания легких фракций (УЛФ);

5) Организационно-технические мероприятия: подготовка высококвалифицированных кадров; хранение нефтепродуктов при максимально

возможных взливах; поддержание в исправном состоянии самих резервуаров и дыхательного оборудования и др.

В данной статье предлагаемый способ сокращения потерь относится к улавливанию паров нефтепродукта путем создания комплекса газоуравнительной системы с использованием мягких резервуаров-газгольдеров (газгольдеров-накопителей).

Эластичные газгольдеры-накопители, это относительно новое, комплексное и предельно экономичное решение вопроса рекуперации паров ЛФУ. Изготовлены такие газгольдеры из газо- и жидкостенепроницаемого антистатического материала. И размещаются на любом пригодном для этих целей участке резервуарного парка.

В них поступает расширившаяся парогазовая смесь из внутренней полости резервуаров хранения при повышении температуры в последних за счет естественного нагрева («малые» дыхания) в течение дневного времени суток, а также при «больших» дыханиях в процессе заполнения топливом резервуаров. Пары возвращаются обратно в резервуары при снижении температуры их газового пространства в вечернее и ночное время или при отпуске продукта потребителям. Данная система является замкнутой «резервуар – газгольдер» , что исключает расход свежего воздуха на вдохе резервуара, как следствие, не требуется и последующая конденсация новых объемов ЛФУ из выдоха.

Преимущества применения эластичных газгольдеров-компенсаторов:

1) Позволяет значительно уменьшить взрыво-пожароопасность объектов хранения нефти и нефтепродуктов;

2) Наиболее эффективно добиться сокращения потерь ЛФУ, как при малых, так и при больших «дыханиях» резервуарных парков, сократив потерь до 98 %;

3) Сохранить качество нефти и нефтепродуктов;

4) Улучшить экологическую обстановку резервуарных парков;

5) Свести к минимуму эксплуатационные расходы.

Недостатком данной системы является значительная занимаемая площадь.

Для максимальной эффективности целесообразно применение сети из полимерных мягких газгольдеров объемом до 1/3 от номинальной вместимости резервуарного парка. Выпускаются резервуары-газгольдеры от 250 до 500 $м^3$ весом до 500 кг. Срок окупаемости мягких газгольдеров от 1 года до 3 лет, в зависимости от объёма хранения и оборота нефти и нефтепродуктов.

Опыт применения технологии: В 2007 году системы рекуперации на базе эластичных газгольдеров-рекуператоров нового поколения установлены на двух нефтебазах в Крыму. Эксплуатирующей организацией «Корпорация ТЭС» отмечены исключительная производительность данной за-

мкнутой системы рекуперации ЛФУ и сокращение потерь от дыханий до 98 %, при практически нулевых эксплуатационных расходах.

Таким образом данная технология может эффективно внедряться на отечественных нефтеперерабатывающих предприятиях.

УДК 66.02(075)
Мангаев Александр Ибрагимович, студент; Mangaev Alexander Ibragimovich
Ступин Александр Валерьевич, кандидат технических наук, доцент;
Stupin Alexander Valerievich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ ФОРМЫ ТАРЕЛКИ ДЛЯ КОЛОННОГО АППАРАТА С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ

THE CHOICE OF THE OPTIMAL SHAPE OF THE BOWL FOR THE COLUMN APPARATUS IN ORDER TO REDUCE THE OPERATING COSTS

Аннотация. Для протекания процесса ректификации необходимо создание контакта между паровой и жидкой фазами. В ректификационных колоннах применяются несколько сотен конструкций контактных устройств, различающихся по областям применения, конструкции и технико-экономическим показателям. Большое количество контактных устройств породило проблему выбора оптимальной формы тарелки для достижения эффективной работы ректификационной колонны. В качестве эффективности можно рассмотреть снижение эксплуатационных затрат в процессе ректификации.
Summary. For the rectification process to proceed, it is necessary to create a contact between the vapor and liquid phases. In the rectification columns several hundred designs of contact devices are used, differing in the areas of application, design and technical and economic indicators. A large number of contact devices gave rise to the problem of choosing the optimal shape of the dish to achieve efficient operation of the distillation column. As efficiency, it is possible to consider a reduction in operating costs during the rectification process.
Ключевые слова. Ректификация, ректификационная колонна, клапанная тарелка, гидравлическое сопротивление.
Key words. Rectification, distillation column, valve plate, hydraulic resistance.

Ректификация (от лат. rectus – правильный и facio – делаю) – разделение однородных жидких смесей на практически чистые компоненты, отличающиеся температурами кипения, путем многократных испарения жидкости и конденсации паров.

Потоки пара и жидкости в процессе ректификации, перемещаясь противотоком, многократно контактируют друг с другом в специальных аппаратах – *ректификационных колоннах*.

Для протекания процесса ректификации необходимо создание контакта между паровой и жидкой фазами. В ректификационных колоннах применяются несколько сотен конструкций контактных устройств, различающихся по областям применения, конструкции и технико-экономическим показателям.

Важной характеристикой процесса ректификации является *флегмовое число R* – отношение количества флегмы к количеству дистиллята. *Чем больше R, тем больше эксплуатационные расходы на проведение процесса ректификации.* Минимально необходимые расходы тепла и холода, связанные с выполнением какой-либо конкретной задачи разделения, могут быть найдены с использованием понятия *минимального флегмового числа.*

При количественном расчёте работы ректификационных колонн используется понятие *теоретическая тарелка* (гипотетическое контактное устройство, в котором устанавливается термодинамическое равновесие между покидающими его потоками пара и жидкости, то есть концентрации компонентов этих потоков связаны между собой коэффициентом распределения). Любой реальной ректификационной колонне можно поставить в соответствие колонну с определённым числом теоретических тарелок, входные и выходные потоки которой как по величине, так и по концентрациям совпадают с потоками реальной колонны. Исходя из этого, определяют *к.п.д.* колонны как отношение числа теоретических тарелок, соответствующих этой колонне, к числу действительно установленных тарелок [1].

При выборе типа контактных устройств обычно руководствуются следующими основными показателями: производительностью – пропускной способностью по пару и жидкости; гидравлическим сопротивлением; высоким КПД - для тарелок и низкой ВЭТТ (высота, эквивалентная теоретической тарелке) – для насадок; низким гидравлическим сопротивлением (особенно в вакуумных колоннах); диапазоном рабочих нагрузок; возможностью работы в средах, склонных к образованию смолистых или других отложений; простотой конструкции, проявляющейся в трудоемкости изготовления, монтаже, ремонте, металлоемкости.

Тарельчатые КУ подразделяются:

a) по способу организации контактирующих фаз – противоточные, прямоточные, перекрестно-точные и перекрестно-прямоточные;

b) по регулируемости свободного сечения для паровой фазы – тарелки с регулируемым (клапанные) и постоянным сечением.

За последнее время всё более широкое распространение получили клапанные тарелки, особенно для работы в условиях значительно меняющихся скоростей газа.

К их достоинствам относятся сравнительная высокая пропускная способность по газу, гидродинамическая устойчивость, постоянная и высокая эффективность в широком интервале нагрузок по газу. К недостаткам этих тарелок следует отнести их повышенное гидравлическое сопротивление, обусловленное весом клапана.

В результате проведенного патентного обзора установлено, что клапанная тарелка (патент №2004135058/15, Вихман А.Г. (Ru), Щелкунов В.А. (Ru), Ксенофонтов К.Е. (Ru)) [2], лучше всего обеспечивает повышение эффективности контакта фаз при повышенных паровых нагрузках за счет повышения степени гидравлической компенсации прямоточной составляющей скорости парового потока и увеличения времени контакта фаз на тарелке и может взята для проведения гидравлического расчёта ректификационной колонны.

Эта клапанная тарелка включает основание с отверстиями и установленными в них пластинчатыми клапанами, ширина крышки которых сужается в направлении к сливной перегородке. Задняя часть крышки клапана со стороны приемного кармана выполнена прямоугольной формы. Поток пара, выходящего в зоне прямоугольной части клапана, направлен перпендикулярно общему направлению движения жидкости на тарелке и способствует дополнительной гидравлической компенсации прямоточной составляющей скорости потока паров, выходящих в зоне сужающейся части крышки клапана. Это обеспечивает увеличение времени контакта фаз, повышение эффективности.

Кроме вышеуказанной конструкции клапанной тарелки, внимания заслуживают еще несколько патентов клапанных тарелок [3,4].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Вихман Г.Л., Круглов С.А. Основы конструирования и расчета аппаратов и машин нефтеперерабатывающих заводов. – М.: Машиностроение, 1978. – 328 с.

2. Патент №2004135058/15, Вихман А.Г. (Ru), Щелкунов В.А. (Ru), Ксенофонтов К.Е. (Ru), Прямоточная клапанно-ситчатая тарелка для массообменных аппаратов, опубликован 20.05.2006.

3. Патент RU №2097094, B01D3/20 – барботажные колпачки; стаканы для прохода паров; сливные трубы для жидкости, Слободяник И.П., Колпачковая тарелка.

4. Патент РФ № 2135251, B01D3/18, B01D3/30, Калимуллин М.М., Набережнев В.В., Чекменев В.Г., Миннуллин М.Н., Ганцев В.А., Клапанная тарелка, опубликован 27.08.1999.

УДК 539.3
Маслова Вероника Витальевна, студентка; Maslova Veronika Vitalievna
Андрианов Иван Константинович, старший преподаватель;
Andrianov Ivan Konstantinovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

МОДЕЛЬ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ОБОЛОЧКИ ДВОЙНОЙ КРИВИЗНЫ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ MSC.PATRAN&MARC

MODELING OF THE FORMATION PROCESS OF THE SHELL ELEMENT OF DOUBLE CURVATURE IN THE MSC.PATRAN & MARC

Аннотация. Исследование посвящено анализу процессов обработки металлов давлением. Дана краткая характеристика основных инструментов штамповки. В работе построена конечно-элементная модель процесса формообразования заготовки, жестко-защемленной с одного торца. За счет воздействия поверхностной нагрузки и контакта с поверхностью оснастки, заготовка принимает двойную кривизну.
Annotation. The study is devoted to the analysis of metal forming processes. A brief description of the main stamping tools is given. In the work the finite-element model of the blank forming process is constructed, rigidly-clamped from one end face. Due to the impact of the surface load and contact with the surface of the tooling, the workpiece takes a double curvature.
Ключевые слова: формообразование, конечно-элементное моделирование, штамповка, оболочка.
Key words: forming, finite element modeling, stamping, shell.

Холодная штамповка нашла широкое применение в машиностроении и приборостроении [1]. В настоящее время при точном машиностроении методом холодной штамповки изготавливают 55-70% деталей, а в приборостроении до 75%, а в производстве товаров до 98%. [2, с 1]. Штамповка в открытых штампах используется для изготовления небольших деталей. Метод холодного выдавливания во многом напоминает прессование. Этим методом можно получить сплошные и полые детали, имеющие сложную форму.

В последние годы стали применяться и другие методы холодной штамповки – взрывная, электрогидравлическая, электромагнитная и т. д. Оборудование для холодной штамповки включает в себя различные механизмы, обеспечивающие выполнение технологического цикла. По сути, оно представляет собой комплекс рабочих органов, связанных едиными органами управления. Рабочие органы оказывают непосредственное воз-

действие на заготовку. Воздействие может быть как непосредственным, например, резиновая подушка, так и посредством узлов оснастки, пуансонов, штампов для холодной листовой штамповки.

Конструктивными элементами оборудования являются также промежуточные устройства, позволяющие преобразовывать разные виды энергии друг в друга. К таким устройствам относятся гидропривод, электромагнитный привод, механические преобразователи.

Характеристики оборудования определяются типоразмером пресса. Кривошипные и гидравлические прессы характеризуются обеспечиваемым усилием, холодновысадочные станки и сортовые ножницы – диаметром прутка, гильотинные пресс-ножницы – толщиной материала и т. д. Тип пресса для холодной штамповки определяется необходимостью проведения тех или иных технологических процессов [1, с. 41].

Большую роль в обеспечении требуемого качества готового изделия играет проектирование штампов для холодной штамповки, за счет которых и происходит формирование детали с требуемыми геометрическими параметрами. Выполняться рабочие чертежи таких рабочих инструментов, устанавливаемых на штамповочных прессах, могут как в двух-, так и втрехмерном формате. Для решения этой задачи требуются соответствующие знания и навыки [2, с. 21].

В работе построена конечно-элементная модель процесса формообразования заготовки, жестко-защемленной с одного торца (рисунок 1, рисунок 2). За счет воздействия поверхностной нагрузки и контакта с поверхностью оснастки, заготовка принимает двойную кривизну. На рисунке 3 представлены результаты расчета.

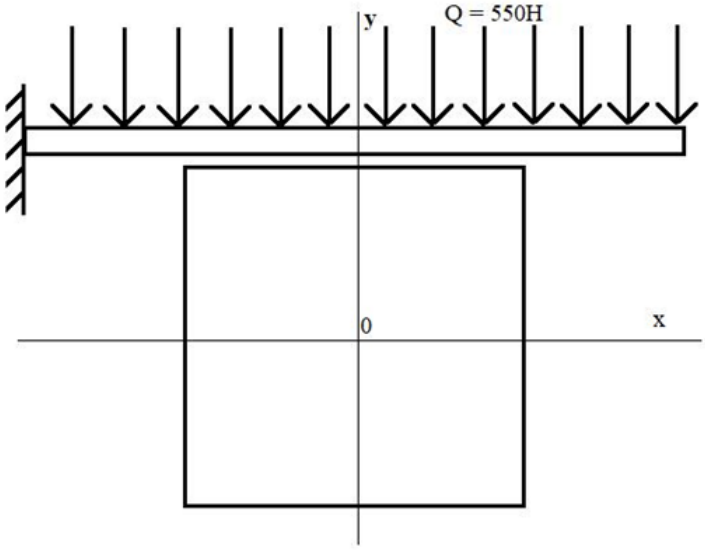


Рисунок 1 – Схема нагружения заготовки

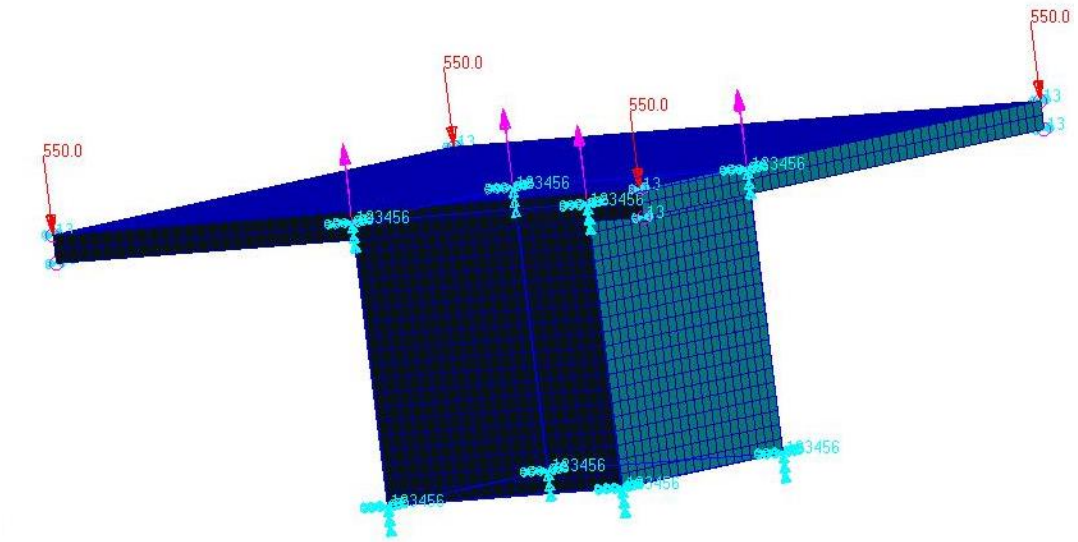


Рисунок 2 – Конечно-элементная модель заготовки

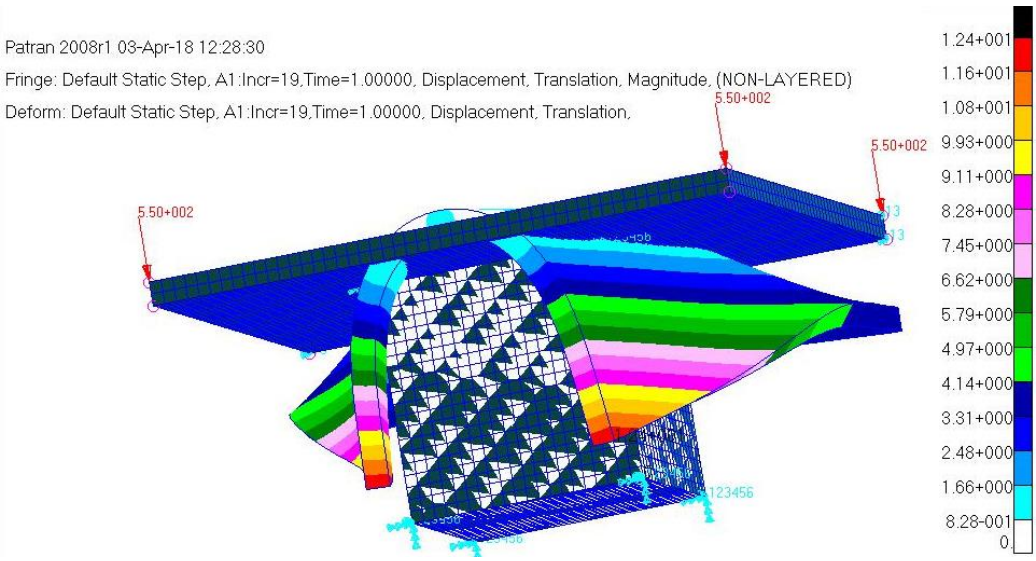


Рисунок 3 – Распределение перемещений заготовки в процессе формообразования

Таким образом, программный комплекс MSC.PATRAN&MARC позволяет построить конечно-элементную модель формообразования и провести расчет процесса формоизменения заготовки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Глущенко, В.А. Технология и оборудование специальных видов листовой штамповки / В.А. Глущенко – Самара: Изд. СГАУ, 2013 – 174 с.

2. Малов, А.Н. Технология холодной штамповки / А.Н. Малов. – 4-е изд. перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1969. – 568 с.

УДК 539.3
Маслова Вероника Витальевна, студентка; Maslova Veronika Vitalievna
Андрианов Иван Константинович, старший преподаватель; Andrianov Ivan Konstantinovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

АНАЛИЗ ШТАМПУЕМОСТИ ЛИСТОВОЙ ЗАГОТОВКИ И ПОВЕДЕНИЯ МАТЕРИАЛА В ПРОЦЕССЕ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ

THE STAMPING ANALYSIS OF SHEET BLANK AND BEHAVIOR OF MATERIAL IN THE FORMATION PROCESS

Аннотация. Работа посвящена исследованию особенностей штампуемости материалов, изменений свойств материала в процесс штамповки. Рассмотрены основные способы обработки металлов давлением, влияние отжига на свойства материала. процессов листовой штамповки.
Annotation. The work is devoted to the study of the special features of the material forging, the changes in the properties of the material in the stamping process. The main methods of metal working with pressure, the effect of annealing on the properties of the material are considered. processes of sheet punching.
Ключевые слова: штамповка, формоизменение, отжиг, напряжения, деформации.
Key words: stamping, shaping, annealing, stress, deformation.

Под штампуемостью понимается способность листового материала подвергаться различным формоизменяющим операциям штамповки. Существует много различных способов для оценки штампуемости. Ряд исследований показывает, что о штампуемости материала можно судить по результату испытаний механических свойств, имеющих важное значение для оценки напряженно-деформированного состояния [1, 2, 3]. Безусловно, испытания не дают конкретных коэффициентов штампуемости, но полученные при испытании этих свойств показатели позволяют достаточно точно определить поведение материала при штамповке [5, с.6].

Основные преимущества заключаются в максимальном снижении трудоемкости и финальной стоимости производимого материала, а так же существенно больший спектр формоизменений и высокая точность заготовок. К тому же в плюсах холодной штамповки выделяются получение прочных и легких деталей при незначительном расходе металла, а так же снижение отходов.

Требования, выставляемые к качеству изготовляемых деталей, постоянно повышаются. Для специалистов в сфере листовой штамповки открывается необъятное поле творческой деятельности по совершенствова-

нию существующих или разработке новых методов листовой штамповки. В процессе решения задач по устранению тех или иных недостатков, обеспечению особых требований к готовой продукции или повышению экономической эффективности процессов специалистами создаются новые методы листовой штамповки [4, с. 23].

Существует два вида штамповки металлов: холодная и горячая. Первый вариант подразумевает обработку заготовки без ее предварительного нагревания. Этот метод дешевле с точки зрения промышленного производства, так как не требует затрат энергии на доведение металла до определенной температуры. Таким способом обрабатывают в основном тонкие листы, которые и без нагревания хорошо поддаются воздействию.

Процесс холодной штамповки листового металла разбит на несколько этапов, каждый из которых играет важную роль для получения конечного результата. На начальном этапе выполняется процесс уплотнения, который снижает пластичность металла, чтобы изделие лучше держало полученную в результате штамповки форму. Технологически процесс представляет собой прессование металлической заготовки под большим давлением [4, с. 27]. На втором этапе производится отжиг изделий при температурах 550-620 градусов по Цельсию в специальных печах [4, с.28]. Это позволяет провести процедуру рекристаллизации металлической решетки и внедрению в нее атомов углерода на молекулярном уровне, что позволяет значительно повысить прочность металла. Время отжига зависит от состава сплава и размеров обрабатываемых деталей. Когда подготовка окончена, изделие отправляется на пресс для холодной штамповки металла, который придаст ему нужную форму.

По времени процедура занимает считанные секунды и не требует вмешательства человека. На прессах используются специальные матрицы, изготовленные из твердых сортов стали, реже из других сплавов. Они предназначены для длительной эксплуатации, в процессе которой сохраняют свою первоначальную форму с точностью до миллиметра. Это очень важно, так как холодная штамповка металла производится под конкретные нужды, и отклонения по форме готовой продукции недопустимы, так как это может привести к не состыковкам с другими деталями [4, с. 31].

В процессе холодной листовой штамповки обрабатываемая заготовка деформируется на различных участках, получая тем самым различное упрочнение. Распределение деформаций зависит от размеров и формы будущей детали. Получение наилучших эксплуатационных качеств обеспечивается за счет сочетания холодной штамповки с термической обработкой.

Штампы для холодной штамповки позволяют последовательно приблизить форму заготовки к заданным параметрам изготавливаемой детали. Особенность холодной штамповки заключается в большем количестве

технологических операций, так как в процессе производства применяются межоперационные отжиги, позволяющие увеличить пластичность материала.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Работнов, Ю. Н. Механика деформируемого твердого тела: учеб.пособие для вузов / Ю. Н. Роботнов. – 2-е изд., испр. – М.: Наука, 1988. – 712 с.

2. Седов, Л. И. Механика сплошной среды. В2 т. Т. 2. Механика сплошной среды / Л. И. Седов. – М.: наука, 1970. – 568 с.

3. Шухов, Ю. В. Холодная штамповка / Ю.В. Шухов, С.А. Еленев. - М.: Высшая школа, 1997. – 2008 с.

4. Глущенко, В.А. Технология и оборудование специальных видов листовой штамповки / В.А. Глущенко – Самара: Изд. СГАУ, 2013 – 174 с.

5. Малов, А.Н. Технология холодной штамповки / А.Н. Малов. – 4-е изд. перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1969. – 568 с.

УДК 621.77.014
Михайленко Алексей Алексеевич, студент; Mikhailenko Alexey Alekseevich
Черномас Вадим Владимирович, доктор технических наук, профессор;
Chernomas Vadim Vladimirovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ДЕФОРМИРОВАНИЯ НЕОДНОРОДНОГО МАТЕРИАЛА

METHODS OF CONDUCTING THE STUDY OF THE PROCESS OF DEFORMATION OF INHOMOGENEOUS MATERIAL

Аннотация. Разработана методика, позволяющая зафиксировать изменение геометрических параметров неоднородного плоского образца, в процессе его уплотнения в закрытой матрице при различных скоростях деформирования и условиях контакта в системе «образец – матрица – пуансон».

Summary. A technique is developed that allows one to fix the change in the geometric parameters of an inhomogeneous flat specimen during its compaction in a closed matrix at various deformation rates and contact conditions in the "sample-matrix-punch" system.

Ключевые слова: осадка, деформация, фронт уплотнения, пористый плоский образец.

Key words: sediment, deformation, compaction front, porous planar sample.

Для физического моделирования процесса осадки пористого плоского образца на базовую методику, была принята методика, разработанная профессором Черномасом В.В. позволяющая зафиксировать динамику его уплотнения в закрытой матрице [1]. Данная методика, предназначенная для исследования динамики уплотнения пластичных полимерных материалов, была адаптирована для исследования процессов уплотнения металлов и сплавов материалов. В качестве материала для изготовления образцов использовали технически чистый свинец марки С1 по ГОСТ 3778- 77, который в силу низкого температурного порога рекристаллизации позволяет моделировать процессы горячей деформации сталей при комнатных температурах [2]. Соотношение размеров образца 2:1:0,15 (140×70×10,5 мм) выбирали исходя из условий моделирования плоской деформации [3].

Неоднородность образца (открытую пористость, равную 0,25) задавали с помощью равномерно распределенных по фронтальной плоскости отверстий диаметром 8 мм (рис. 1). Сборную закрытую матрицу изготавливали из стали марки 30ХГСА по ГОСТ 4543 – 71.

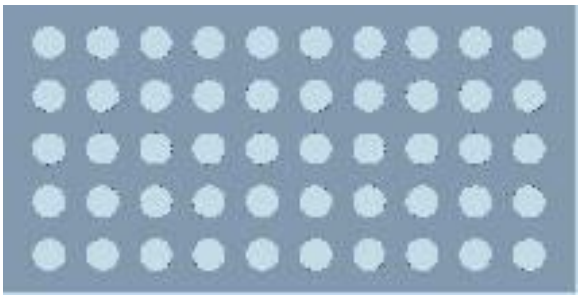


Рисунок 1 – Внешний вид образца

Для проведения экспериментальных исследований образцы помещали в закрытую матрицу и производили их осадку пуансоном при фиксированной скорости его перемещения на величины, соответствующие значениям 10, 15, 20, 25 и 30 мм. Для исключения влияния накопленных, на каждом шаге осадки, деформаций на эволюцию структуры образца для каждого шага перемещения пуансона в матрицу помещали исходный образец. После проведения испытаний, полученные на каждом шаге перемещения пуансона образцы, извлекали из матрицы и фотографировали для получения их цифровых изображений в едином масштабе. В дальнейшем оценивали изменение геометрических размеров пор и их взаимного расположения в процессе деформации (площадь поперечного сечения, положение центров отверстий в декартовых координатах, величины главных осей деформированных отверстий и углы поворотов наибольших главных осей относительно вертикали).Измерение и запись величин перемещений пуансона и значений силовых параметров процесса уплотнения образца проводили с помощью блока автоматической регистрации данных на экспериментальном стенде, оборудованном на базе испытательной электромеханической машины Instron 3382 (рис. 2).

Условия контакта поверхностей образца со стенками закрытой матрицы и плоскостью пуансона оценивали через идеальные значения фактора трения (0 и 1), максимальное значение которого соответствовало идеальному контакту, а минимальное – контакту через слой графитовой смазки марки УСсА по ГОСТ 3333-80. Идеализация условий контакта при физическом моделировании связана с двухуровневым изменением независимого фактора. Его фактические значения могут быть рассчитаны с использованием закона трения Зибеля с уточнениями, характеризующими свойства материала и схему его деформирования [4].

Скорость деформирования при проведении испытаний выбрали из рекомендуемого интервала скоростей деформирования характерных для обработки материалов давлением и устанавливали на двух уровнях – минимальной (0,5 мм/с) и максимальной (2 мм/с) с помощью управления скоростью перемещения подвижной цанги узла нагружения испытательной машины Instron 3382.

Рисунок 2 – Стенд для проведения испытаний

Откликами эксперимента являлись данные в виде кривой в координатах «нагрузка – перемещение», а также изменение геометрических размеров пор и их взаимное расположение.

Связь значений отклика с независимыми факторами (скоростью деформирования, величиной фактора трения и степенью деформации (0,03–0,21)) устанавливали с помощью линейных моделей, построенных на основе статистической обработки экспериментальных данных, полученных по плану полного факторного эксперимента типа 2^x.

Экспериментальные данные изменения геометрических параметров пор (отверстий) и их взаимного расположения фиксировали для рядов отверстий, расположенных вблизи продольной оси симметрии образцов по схеме, представленной на рис. 3. При этом точка отсчета (центр координат) относительно которой определяли линейные смещения центров анализируемых пор (на рис. 3 зачернены и обозначены цифрами) в направлении осей OX и OY находился в верхнем левом углу образца. Угловые отклонения наибольших осей деформированных пор отсчитывали относительно оси OY.

Изображения, полученные при фотосъемке с шагом кратным перемещению пуансона, масштабировали и в среде программного пакета Image–Pro. Plus, производили измерения указанных выше геометрических параметров с точностью равной: 0,01мм по линейным размерам и 0,1 градуса по угловым размерам.

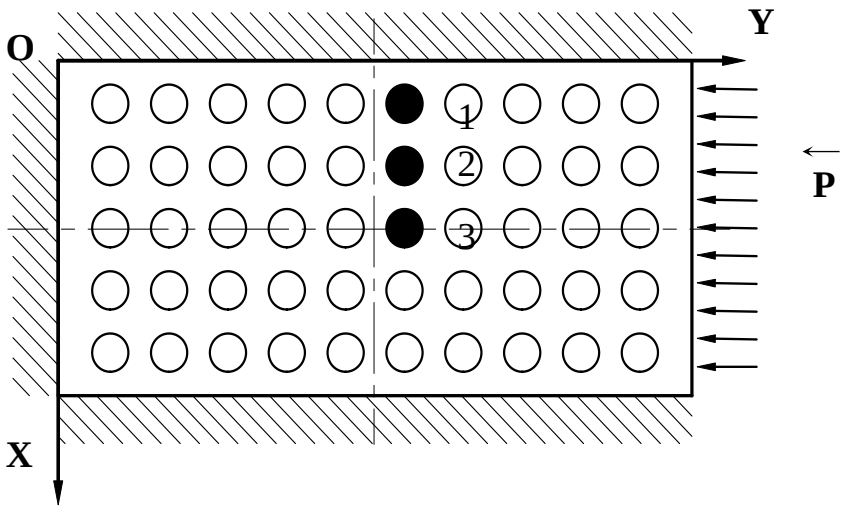


Рисунок 3 – Схема для оценки изменения геометрических параметров

На рис. 4 представлена схема измерения геометрических параметров пор. В контуры исходных пор (рис.4, а) вписывалась окружность диаметром $d_0 = l_{min} = l_{max}$, где l_{min}– длинна минимальной оси эллипса; l_{max}– длинна максимальной оси эллипса. Принимали, что направление максимальной оси эллипса исходных отверстий совпадает с направлением оси OX. Отсчет угла поворота максимальной оси эллипса α производили от направления оси OY (для исходных отверстий $\alpha_0 = 90^0$).

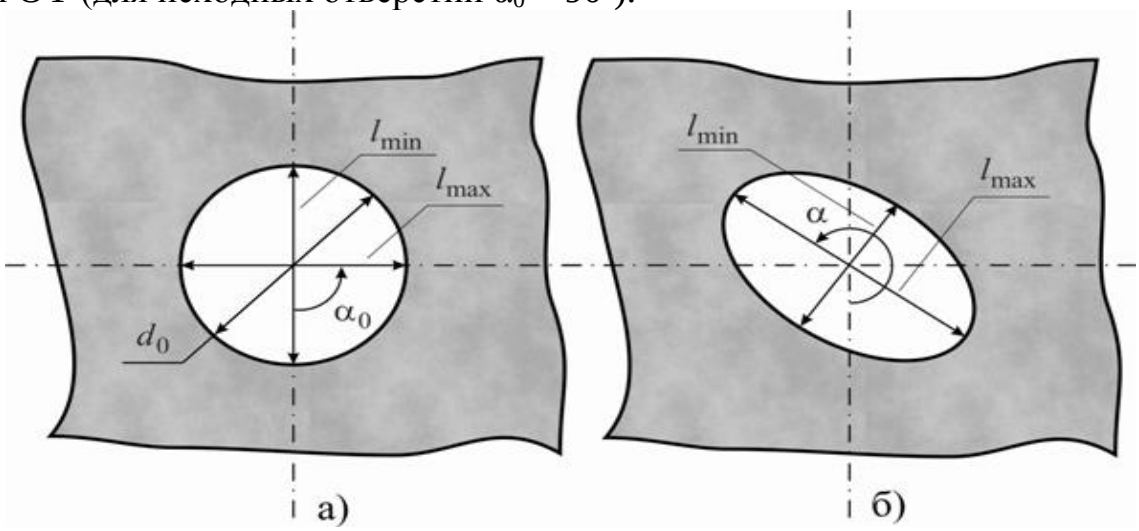


Рисунок 4 – Схема определения геометрических параметров пор
а) до деформации; б) после деформации

Относительные отклонения размеров осей эллипсов и изменение площадей пор (ΔS) определяли из соотношений: $\Delta l_{min} = d_0 - l_{min}$; $\Delta l_{max} = l_{max} - d_0$; $\Delta S = (S - S_0)/S \cdot 100\%$, где S_0 и S – соответственно площади, вписанных в поры эллипсов до и после деформации.

Для численного моделирования процесса осадки неоднородного плоского образца использовалась программная среда «Q Form 3D». Конфигурацию исследуемого объекта (заготовки) и формообразующего инструмента создавали в программной среде «T-Flex».

При разработке конфигурации формообразующего инструмента (матрицы и пуансона) выбирали посадку с зазором, равным 0,05 мм, что соответствовало реальной посадке пуансона в экспериментальной матрице, используемой при физическом моделировании процесса. Моделировался процесс холодной объемной штамповки на гидравлическом прессе с максимальным усилием 50 МН. В качестве анализируемых изображений использовали изображения, полученные в ходе расчета по шагам, соответствующим степеням деформации исходной заготовки: ε_1=0,03, ε_2=0,07, ε_3=0,10, ε_4=0,14 и ε_5=0,21.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Богданова Н.А., Черномас В.В., Соснин А.А. Моделирование процесса деформации при осадке неоднородного материала в закрытом штампе//Обработка металлов: технология, оборудование, инструменты. 2013. № 3. С. 9-18.

2. Гуревич Д.Я. Краткий справочник прокатчика. - М.: Металлургиздат, 1955. 416 с.

3. Качанов Л.М. Основы теории пластичности. М.: Наука, 1969. 420 с.

4. Леванов А.Н., Колмогоров В.Л., Буркин С.П., Картак Б.Р., Ашпур Ю.В., Спасский Ю.И. Контактное трение в процессах обработки металлов давлением. - М.: Металлургия, 1976. 416 с.

УДК 621.77.014
Михайленко Алексей Алексеевич, студент; Mikhailenko Alexey Alekseevich
Черномас Вадим Владимирович, доктор технических наук, профессор; Chernomas Vadim Vladimirovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭВОЛЮЦИИ СТРУКТУРЫ НЕОДНОРОДНОГО МАТЕРИАЛА В ПРОЦЕССЕ ЕГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ

INVESTIGATION OF THE PROCESS OF THE EVOLUTION OF THE STRUCTURE OF INHOMOGENEOUS MATERIAL IN THE PROCESS OF ITS DEFORMATION

Аннотация. В статье приводятся данные физического моделирования процесса деформирования неоднородного материала при различных скоростях деформирования и условиях контакта образцов со стенками матрицы и пуансоном.
Summary. The article presents the data of physical modeling of the process of deformation of an inhomogeneous material at different deformation rates and conditions of the specimen's contact with the matrix walls and punch.
Ключевые слова: осадка, деформация, фронт уплотнения, пористый плоский образец.
Key words: sediment, deformation, compaction front, porous planar sample.

Физическое моделирование процесса деформирования неоднородного материала проводили для четырех серий экспериментов, отличающихся между собой скоростью деформирования и условиями контакта образцов со стенками матрицы, и пуансоном (табл.1).

Таблица 1

№ серии эксперимента	Скорость деформирования, мм/с	Фактор трения
1	0,5	
2	2	0
3	0,5	1
4	2	1

На рис. 1 представлены кривые, характеризующие перемещение центров ряда пор (отверстия 1–3) в направлении осей OX и OY в процессе деформирования образцов для четырех серий экспериментов.

Степень деформации образцов ε_i при перемещении пуансона на 0 (исходный образец), 5, 10, 15, 25 и 30 мм соответственно составляла $\varepsilon_0=0$, $\varepsilon_1=0{,}03$, $\varepsilon_2=0{,}07$, $\varepsilon_3=0{,}10$, $\varepsilon_4=0{,}14$ и $\varepsilon_5=0{,}21$. Указанные кривые, опорные точки которых соответствуют средним значениям для трех экспериментов в каждой из серий, характеризуют движение фронта уплотнения в процессе деформирования образца. Начальное (до деформации) расположение центов пор описывается для каждой из серии экспериментов кривыми ε_0, остальные кривые определяют динамику процесса уплотнения материала образца до конечной степени деформации ε_5.

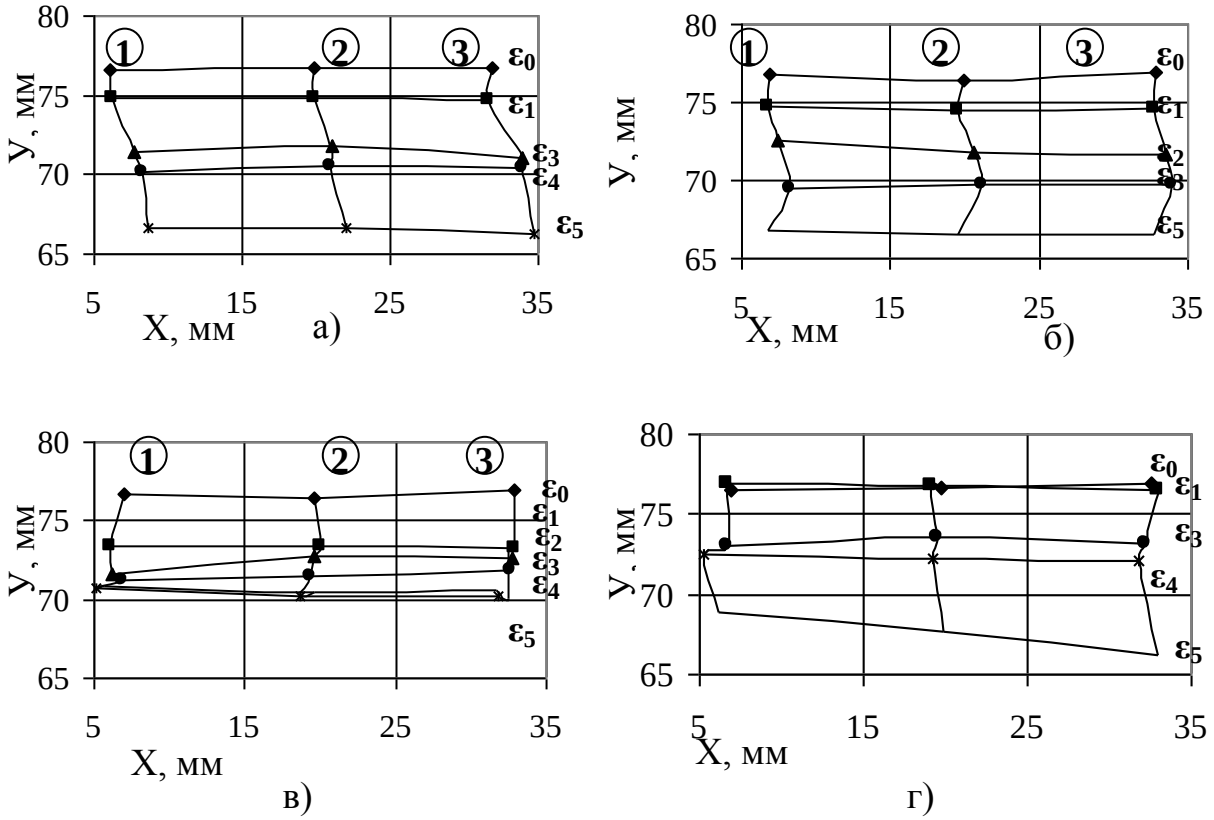


Рисунок 1– Перемещение центров пор образцов в процессе деформации по сериям экспериментов

а –1 серия; б – 2 серия; в – 3 серия; г – 4 серия; 1 – 3 номера отверстий; ε_i – степень деформации

Характер перемещения центров пор свидетельствует о влиянии фактора трения и скорости деформирования на формирование фронта уплотнения материала в процессе осадки, причем оно наиболее ярко выражено при максимальной степени деформации. На начальных стадиях деформи-

рования смещение центров рядов пор по координате Y имеет практически линейный характер. При степенях деформации больше 0,1 (ε_3) изменяются условия контакта образца со стенками матрицы, связанные с уплотнением материала в верхней части образца. Это приводит к увеличению сопротивления деформации материала в этой области, что подтверждается уменьшением смещения центров пор вблизи контактной поверхности (отверстие 1) по сравнению с остальными (отверстия 2, 3). Фронт уплотнения приобретает параболический характер. С увеличением скорости деформирования в условиях идеального контакта образца со стенками матрицы (рис. 1, в, г) характер фронта уплотнения приобретает более ярко выраженный параболический характер с вершиной параболы, соответствующей $X(\varepsilon_5)$ = 70,6 мм. В условиях контакта через слой силиконовой смазки, наблюдается аналогичная картина (рис. 1, а, б). Вершина параболы соответствует значению $X(\varepsilon_5)$ = 66,6 мм.

При проведении серий экспериментов, было установлено, что наибольшему формоизменению в процессе деформации подвержена пора, находящаяся вблизи боковой контактной поверхности образца со стенкой матрицы - отверстие №1 (рис. 1).

В табл. 2 представлены результаты изменения размеров осей эллипсов Δl_{min} и Δl_{max} в процессе деформирования поры, характеризующие изменение ее геометрических параметров. Аналогичные данные получены для остальных, рассматриваемых пор.

Таблица 2

Степень деформации	Номер серии*			
	Серия 1	Серия 2	Серия 3	Серия 4
ε_1	0,32/0,27	0,06/0,77	0,08/0,65	0,4/0,86
ε_2	0,34/0,77	1,01/1,49	0,55/0,71	0,43/0,98
ε_3	0,36/1,46	1,5/1,87	0,34/0,76	0,46/1,17
ε_4	1,28/2,61	1,9/2,97	0,11/2,39	0,28/2,11
ε_5	2,18/3,86	2,47/4,56	1,99/5,95	0,83/3,99
*– в числителе Δl_{max}, мм; в знаменателе Δl_{min}, мм.				

На рис. 2 показано изменение углов поворота наибольших осей эллипсов, вписанных в деформированные поры для четырех серий экспериментов. Представленные данные, совместно с данными табл. 2 характеризуют формоизменение пор в процессе деформирования.

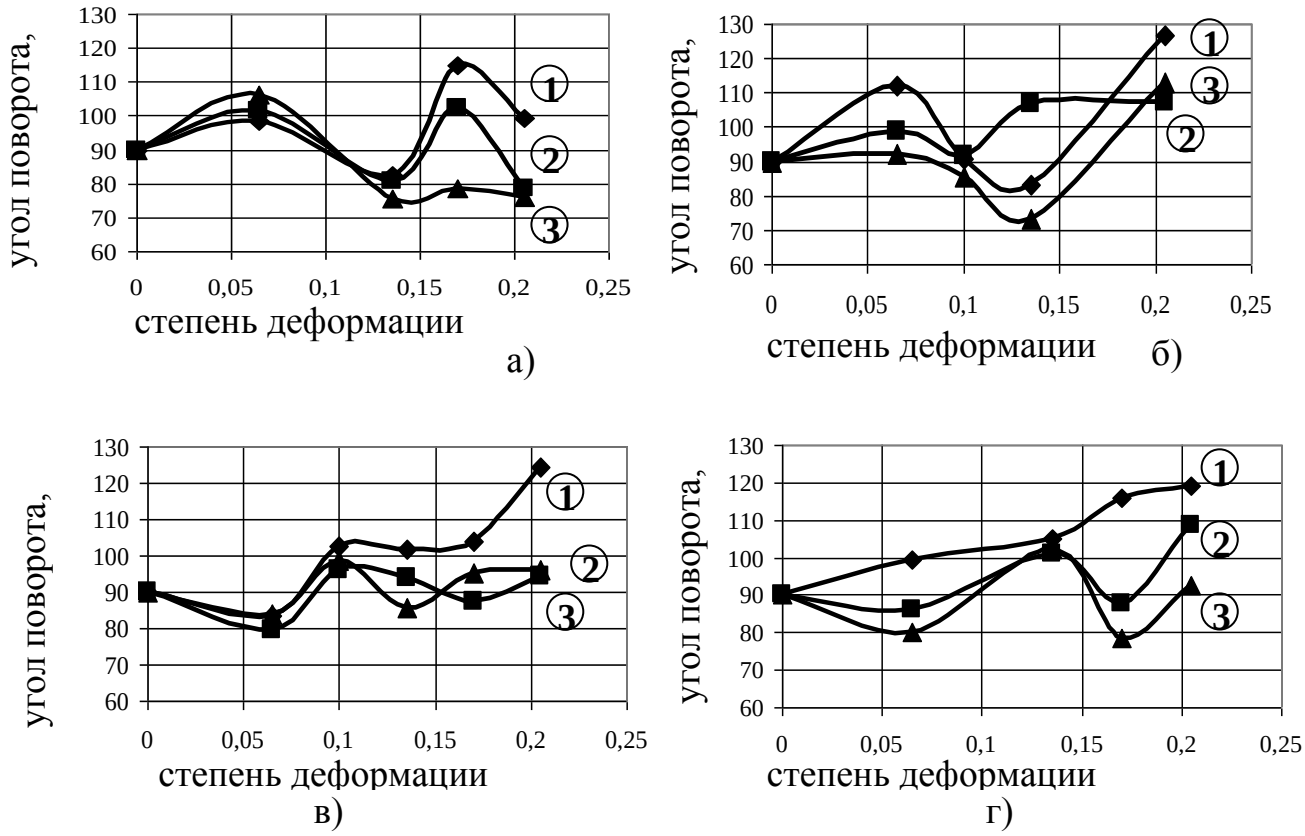


Рисунок 2 – Изменение углов поворотов наибольших осей эллипсов, вписанных в поры в процессе деформации по сериям экспериментов
а –1 серия; б – 2 серия; в – 3 серия; г – 4 серия; ①–③ номера отверстий; ε_i – степень деформации

Характер изменения геометрических размеров пор, зависит от их расположения (удаленности от боковой контактной поверхности образца с матрицей) и фактора трения. Наибольшему формоизменению подвергаются поры, расположенные вблизи контактной поверхности (отверстия 1, 2), причем при степенях деформации больше 0,15 наибольшие оси формирующихся эллипсов меняют свое направление, а их оси, в конце деформирования, изменяются на наибольшую величину. Для первых двух серий экспериментов Δl_{max} составляют соответственно 2,18 мм и 2,47 мм. Очевидно, что увеличение скорости деформирования, при значении фактора трения f=1, уменьшают Δl_{max}. При факторе трения f=0, Δl_{max} составляют соответственно 1,99 мм и 0,83 мм. Аналогично, увеличение скорости деформирования, уменьшают Δl_{max}. Уменьшение фактора трения, независимо от скорости деформирования, приводит к уменьшению Δl_{max}, что связанно с увеличением сопротивления деформации.

УДК 621.77.014
Михайленко Алексей Алексеевич, студент; Mikhailenko Alexey Alekseevich
Черномас Вадим Владимирович, доктор технических наук, профессор;
Chernomas Vadim Vladimirovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОСИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ДЕФОРМИРОВАНИЯ НЕОДНОРОДНОГО МАТЕРИАЛА

STUDY OF ENERGOSIL PARAMETERS OF THE PROCESS OF DEFORMATION OF INHOMOGENEOUS MATERIAL

Аннотация. В статья рассмотрен процесс осадки образцов в зависимости от условий трения на контактных поверхностях и скорости деформирования. Определены энергосиловые затраты на процесс деформирования при различных значениях фактора трения.
Summary. The article deals with the process of sedimentation of samples depending on friction conditions on contact surfaces and deformation rate. Energy-energy costs for the process of deformation at various values of the friction factor are determined.
Ключевые слова: осадка, деформация, фронт уплотнения, пористый плоский образец.
Key words: sediment, deformation, compaction front, porous planar sample.

Процесс осадки образцов в зависимости от условий трения на контактных поверхностях и скорости деформирования характеризуется различным распределением усилий, определяющих энергосиловые затраты на процесс деформирования. Распределение усилий деформирования для различных серий экспериментов представлены на рис. 1.

Условия идеального контакта образца со стенками матрицы характеризуются более высокими энергетическими затратами на процесс деформирования (рис. 3, кривые 3, 4), чем при деформировании со смазкой (рис. 3, кривые 1,2). Максимальное усилие, возникающее в конце процесса деформирования, составляет 102905,74 Н и соответствует 3 серии экспериментов. Минимальное усилие, возникающее в конце процесса деформирования, составляет 79404,38 Н и соответствует 1 серии экспериментов. Влияние скорости деформирования на сопротивление деформации зависит от условий контакта образца со стенками матрицы. При значениях фактора трения f = 1 сопротивление деформации с увеличением скорости уменьшается, что приводит к снижению усилия с 102905,74 Н до 99023,91 Н, а при значении фактора трения f = 0 – к увеличению усилия с 79404,38 Н до 88675,39 Н, что связано с повышением сопротивлению деформации при

высоких скоростях в условиях минимального трения поверхности образца со стенками матрицы.

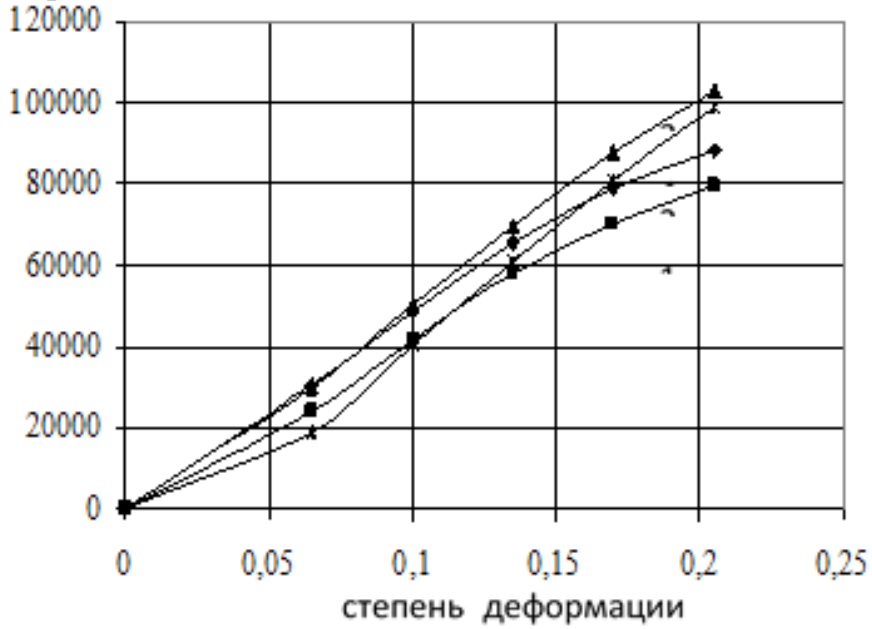


Рисунок 1 – Распределение усилий деформирования для различных серий экспериментов
1 – первая серия; 2 – вторая серия; 3 – третья серия; 4 – четвертая серия

После статистической обработки результатов эксперимента методом наименьших квадратов в программной среде «Statan» была получена линейная модель в виде уравнений регрессии следующего вида:

$$P = 90{,}2 + 302{,}9 \cdot \varepsilon + 2{,}5 \cdot v - 55 \cdot f + 34.3 \cdot \varepsilon \cdot v + 1931 \cdot \varepsilon \cdot f - 1{,}6 \cdot v \cdot f ,$$

где ε – степень деформации; v – скорость нагружения; f – фактор трения.

Область определения значений факторов, входящих в уравнения: ε = [0,065; 0,205]; v= [0,5; 2]; f =[0;1].

Адекватность полученной линейной модели оценивали по критерию Фишера ($F_{табл} \geq F_{расч}$), а статистическую значимость коэффициентов уравнений регрессии по критерию Стьюдента ($t_{расч} \geq t_{табл}$). Дополнительно анализировали относительную ошибку аппроксимации и коэффициент корреляции.

УДК 665.63(07)
Михалькова Людмила Андреевна, студентка;
Mikhalkova Ludmila Andreevna
Щетинин Владимир Сергеевич, доктор технических наук, профессор;
Schetynin Vladimir Sergeevich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ПРИМЕНЕНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОМПЕНСАТОРОВ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ

THE APPLICATION AND PRODUCTION OF THERMAL DEFORMATION CANCELLERS

Аннотация.В статье проведено исследование различных видов компенсаторов, которые применяют для снижения влияния температурных деформаций на трубопровод суровых климатических условий. Работа содержит в себе анализ существующих способов изготовления компенсирующих устройств.На основе полученных данных был предложен способ гибки компенсатора на листогибочном станке с набором специализированных валков.
Summary. The article explores different types of compensators, which are used to reduce the effect of temperature deformations on the pipeline of severe climatic conditions. The work contains an analysis of the existing methods of manufacturing compensating devices. On the basis of the data obtained, a method for flexing the compensator on a bending machine with a set of specialized rolls was proposed.
Ключевыеслова: компенсаторы, трубопровод, специализированноеоборудование, способыизготовлениякомпенсаторов,нефтегазоваяотрасль, способизготовлениягофра,температурныедеформации.
Keywords:cancellers, pipeline, specialized equipment, methods of making expansion joints, oil and gas, a method of manufacturing a corrugated, thermal deformation.

Одной из важных составляющих топливно-энергетического сектора экономики Российской Федерацииявляется нефтеперерабатывающая промышленность. Нефть транспортируют железнодорожным, морским, воздушным, автомобильным или трубопроводным транспортом. Важную роль в транспортировке нефти играет трубопровод – именно по нему в настоящее время перекачивается почти 90% добываемой нефти.

Стоит отметить, что не все нефтепроводы располагаются в благоприятных климатических условиях. В результате активных разработок месторождений нефти в Западной Сибири и Арктике (рисунок 1) множество

нефтепроводов подвергаются влиянию сурового климата, а, как следствие, возникновению в трубах температурных деформаций. Для снижения влияния удлинений и сжатий нефтепровода из-за изменения температуры окружающей среды предусмотрены различные компенсирующие устройства.

Рисунок 1 – Расположение нефтепроводов России

По конструкциикомпенсаторы бывают линзовыми, сальниковыми, П-образными, сильфонными. Их сравнительная характеристика представлена в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительная характеристика компенсаторов температурных деформаций трубопровода

Вид компенсатора	Достоинства	Недостатки
П-образный компенсатор	Простота изготовления и эксплуатации	1. Значительный расход материала и необходимость сооружения дополнительных опор 2. Повышенное гидравлическое сопротивление
Линзовый компенсатор	Небольшие размеры и масса	1. Небольшие допускаемые давления 2. Малая компенсирующая способность 3. Большие распорные усилия на неподвижные опоры
Сильфонный компенсатор	1. Малый расход труб и тепловой изоляции 2. Небольшое количество опор 3. Сравнительно малое гидравлическое сопротивления	Не выявлено
Сальниковый компенсатор	1. Высокая компенсирующая способность 2. Небольшие размеры	1. Сложность герметизации уплотнений 2. Систематическое наблюдение и уход в процессе эксплуатации 3. Быстрый износ сальниковой набивки

Проанализировав достоинства и недостатки различных видов компенсаторов, можно сделать вывод о том, что сильфонныекомпенсрующие

устройстваявляются наилучшими для применения в трубопроводе в условиях большой разницы температур. Этот выбор обуславливается и тем, что сильфонные компенсаторы надежно работают при температурах от –70°С до +700°С и давлении до 6,3 МПа.

Существует несколько способов изготовления гофров сильфонного компенсатора: гибкой на гидравлических и пневматических прессах с помощью прогрева труб горелками или токами высокой частоты, сворачиванием гофрированного листа, формированием трубы валиками.

Гибка гофров на гидравлических прессах с подогревом труб имеет такой недостаток – нестабильность процесса. Также все перечисленные выше методы характеризуются значительной трудоемкостью.

Для выхода на массовое производство сильфонных компенсаторов необходимаразработка более эффективной технологиии изготовление специализированного оборудования. Объединив особенности вышеперечисленных методов изготовления гофров, предлагаем способ гибкисильфонных компенсаторов на листогибочном станке с использованием специализированных валков (рисунок 2).

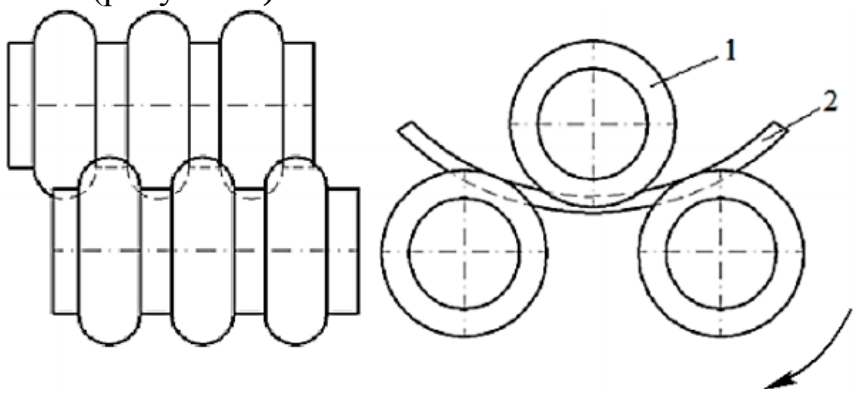


Рисунок 2 – Вальцы для специализированного листогибочного станка
1 – вальцы, 2 – металл

Основой способа являютсясменных роликов из твердого сплава определенного размера, которые располагаются на металлическом валу. Данный метод позволит снизитьмашинное время, трудозатраты, истоимости изготовления изделия, а также приведет к унификации процесса.

Предложенный метод изготовления сильфонных компенсаторов требует дальнейших научных исследований в области технологий изготовления таких компенсирующих устройств в вопросах качества и снижения себестоимости.

УДК 621.81
Москаева Александра Витальевна, студент Moskaeva Alexandra Vitalyevna;
Рубан Ксения Евгеньевна, студент Ruban Ksenia Evgenevna;
Верижников Владислав Юрьевич, студент Verizhnikov Vladislav Yurievich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет.

ОТРАБОТКА РЕЖИМОВ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКИ ПОД СЛОЕМ ФЛЮСА СТЫКОВОГО СОЕДИНЕНИЕ С7 ИЗ НИЗКОЛЕГИРОВАНОЙ СТАЛИ

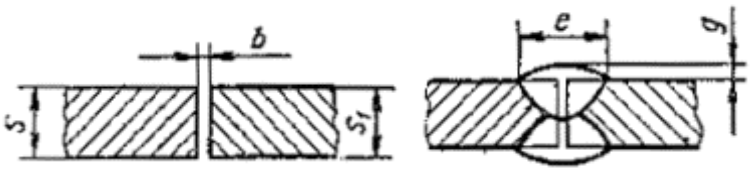
WELDING OF AUTOMATIC WELDING MODES UNDER A FLUXYSTATE LAYER CONNECTION C7 FROM LOW-STEEL STEEL

Аннотация. Рассмотрена автоматическая сварка под слоем флюса на автомате АДФ – 1250, для резервуаров под нефтепродукты. Провели опытные исследования по выбору режимов сварки, так же определили твердость образца.
Annotation. Automatic welding under the flux layer on the ADP - 1250 automatic machine, for oil product tanks is considered. Experimental studies on the selection of welding regimes were carried out, as well as the hardness of the sample.
Ключевые слова: Автоматическая сварка автоматом АДФ – 1250 под слоем флюса, получение стыкового соединения С7, низколегированная сталь.
Key words: Automatic welding with automatic ADP-1250 under a flux layer, obtaining a C7 butt joint, low-alloy steel.

Вертикальные стальные резервуары на сегодняшний день используются в очень обширных отраслях производства, в том числе и для хранения нефтепродуктов. Нефтепродукты одни из опаснейших врагов окружающей среды, и главной целью работы было добиться качественного сварного соединения путем использования импортных проволоки и флюса.

Подбор режимов сварки проводился на сварочном тракторе АДФ – 1250. АДФ-1250 представляет собой самоходное устройство, в котором подача сварочной проволоки, перемещение, и защита дуги происходит автоматически по заложенной программе.

В процессе экспериментов следовало подобрать режимы для двусторонней стыковой сварки соединения С7. Нефтяные резервуары относятся к ответственным конструкциям первой категории, поэтому при подборе режимов сварки следовало добиться строгого соответствия геометрической формы.



Сварной шов, сваренный на режимах, которые были рассчитаны по формулам, очень сильно не соответствовал геометрическим параметрам, поэтому дальнейший подбор режимов сварки производился экспериментальным путем. Некоторые режимы сварки, подобранные экспериментальным путем представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Экспериментальные режимы автоматической сварки под слоем флюса.

№ Экс.	I	U	V	g	e	Глубина проплавления
1	280	24	30	2,2	14,3	4,5
	300			3	14	4,7
2	280	24	30	2	14	5
	320			2,5	16,5	5,5
3	320	24	30	2,5	14,5	4
				2,1	16	4
4	320	24	32	2	15	4,5
	370			3	16	6
5	320	23	32	2	13	5
	370			3	16	6,5

Из всех проведенных экспериментов наиболее подходящий по геометрическим параметрам, а также по глубине проплавления, является образец под номером 5.

Рисунок 2 – Образец номер 5

Механические свойства шва и около шовной зоны должны не сильно отличаться от механических свойств основного металла. Твердость измерялась по Виккерсу, результаты представлены в графике 1.

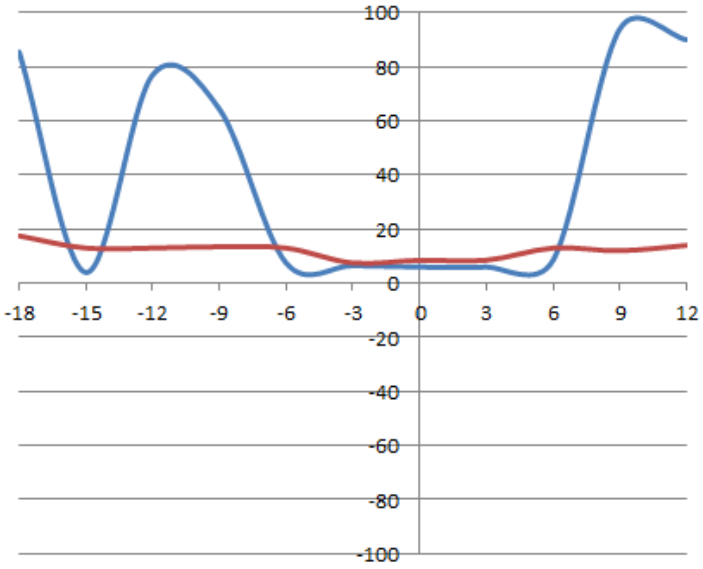


График 1 – Значение твердости образца №5

Выводы: Опытным путём были подобранны оптимальные режимы сварки под слоем флюса на автомате АДФ – 1250 низколегированной стали для резервуаров под нефтепродукты с получением удовлетворительных механических свойств и заданной геометрической формы сварного шва.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дубинин Н.П., Н.Н. Лиференко, А.Д. Хренов. Технология металлов и других конструкционных материалов. М. высшая школа. 1999г.

2. Лихачев В.Л. "Электродуговая сварка. Пособие для сварщиков и специалистов сварочного производства", Солон-Пресс, 2006 г.

3. ГОСТ 9087-81 «Флюсы сварочные плавленые».

4. ГОСТ 8713-79 «Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры».

5. ГОСТ 6996-66 «Сварные соединения Методы определения механических свойств».

УДК 66.02/.04 (075.8)
Новицкий Александр Сергеевич, студент; Alexander Sergeevich Novitsky
Козлита Александр Николаевич, кандидат технических наук, доцент;
Alexander Nikolaevich Kozlita
Комсомольск-на-Амуре государственный университет

ПОДЪЕМ АППАРАТОВ В ПРОЕКТНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ МЕТОДОМ ПОВОРОТА «НА СЕБЯ»

LIFTING OF THE MACHINES INTO THE DESIGN POSITION BY THE TURN-UP METHOD "ON YOURSELF"

Аннотация. Работа посвящена способу выполнения монтажной операции подъема аппарата одним краном при линейном их расположении с ограниченной монтажной площадкой. В работе предоставлен метод монтажа, его достоинства и выбран самый оптимальный способ подъема.
Abstract. This work is devoted to the method of performing the mounting operation of lifting the apparatus by one tap with their linear arrangement with a limited mounting platform. The work provides a method of installation, its advantages and chosen the most optimal way of lifting.
Ключевые слова: монтаж, монтаж аппарата, монтаж с ограниченной монтажной площадкой, подъем аппарата одним краном.
Key words: installation, installation of the device, installation with a limited mounting platform, lifting the device with one tap.

В зависимости от типа грузоподъемного механизма различают методы монтажа: самоходными стреловыми кранами; монтажными мачтами; портальными подъемниками, шеврами; гидравлическими подъемниками; вертолетами. Кроме того, возможен монтаж башенными, козловыми, мостовыми кранами и полиспастами, прикрепленными к имеющимся конструкциям.

В зависимости от характера пространственного перемещения поднимаемого оборудования существуют методы: скольжения, поворотом стрелы, метод поворота вокруг шарнира и др.

Получили развитие методы выжимания скользящей по рельсам рамной опорой (или порталом); метод выталкивания гидравлическим подъемниками. [1].

В практике выполнения монтажных, а особенно демонтажных (при реконструкции) операций может возникать проблема ограниченной монтажной площадки. Специфика компоновки установок нефтепереработки зачастую, оставляет на эти цели только проезды, ограниченные имеющимися на площадке аппаратами, строениями, агрегатами и линиями комму-

никаций, которые могут располагаться выше нулевой отметки и создавать помехи и ограничения при монтаже-демонтаже оборудования. Современная тенденция монтажных операций - подъем аппарата целиком с высокой степенью готовности. За последние годы значительно вырос показатель грузоподъемности монтажных кранов, используемых при монтаже, но заметно возросли и их установочные размеры. В этой связи представляют интерес методы подъема с линейным расположением системы аппарат-кран. В то же время остается актуальной задача минимизации количества кранов, участвующих в подъеме, здесь вступают в права экономические показатели.

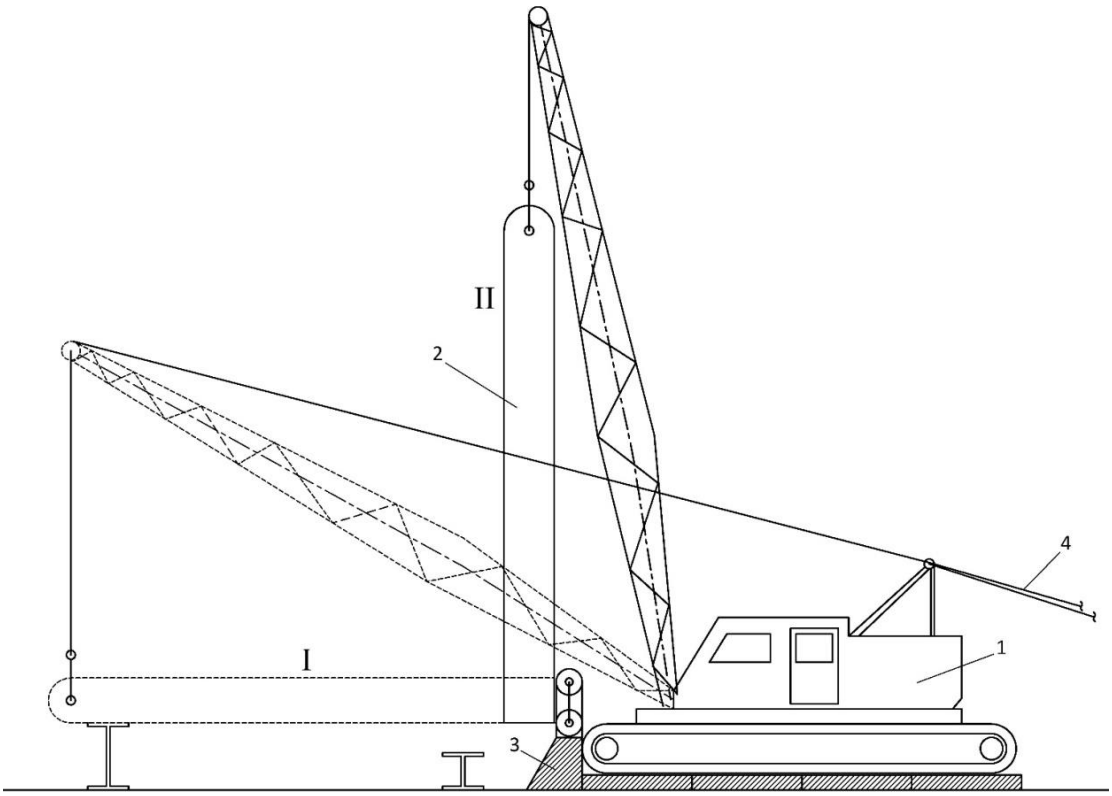


Рисунок 1 - Схема подъема аппарата

Предлагается метод подъема аппарата одним краном при линейном их расположении. Метод требует предварительного изготовления опорной стойки 3 (рисунок1) фиксируемой весом самого крана и использующей его же в качестве горизонтальной опоры. Подъем осуществляется в следующей последовательности. 1) Низ аппарата приподнимается с ближней к крану опоры и крепится за монтажную поворотную проушину к стойке. Стрела крана в этом положении находится на минимальном вылете и грузоподъемность близка к номинальной. 2) На стрелу закрепляется расчалка 4, как вариант в т.н. маневренном исполнении.3) Верх аппарата, через траверсу стропится к крюку крана и аппарат, опираясь на стойку переводится

в вертикальное положение 2. 4) После перевода аппарата в вертикаль, на минимальном вылете, весь его вес принимает кран, аппарат отстроповывается от стойки и, в пределах грузовысотной характеристики крана наводится и устанавливается в проектное положение.

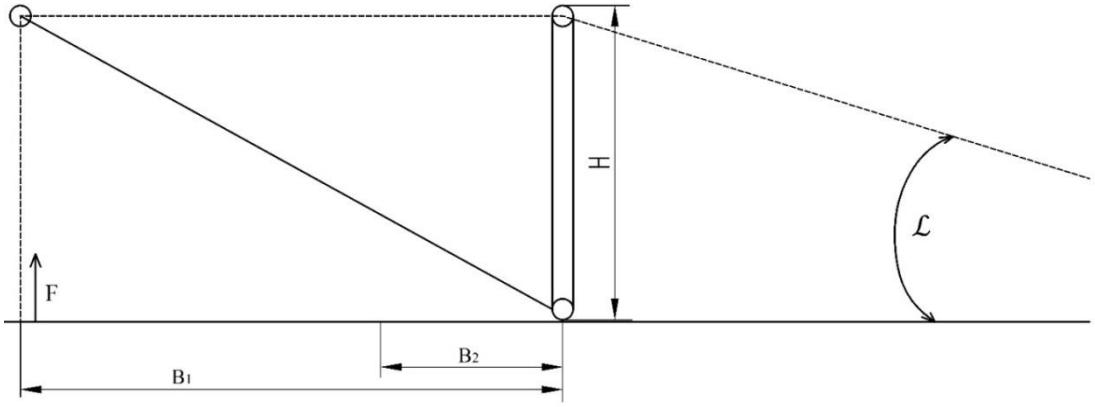


Рисунок 2 - Расчетная схема

Для безопасного выполнения этапа 3 требуется определить усилие в расчалке. Из равенства опрокидывающего и удерживающего моментов уравнение имеет вид:

$$F * B_1 = H * F_P * cosa$$

Усилие F, требуемое для перевода аппарата в вертикальное положение складывается из допустимого на вылете B_1 по грузовысотной характеристике крана F_2и дополнительного удерживающего усилия от расчалки F_3. По мере уменьшения вылета до B_2 соотношение между этими силами будет меняться в сторону увеличения первого. К моменту перехода аппарата в вертикальное положение усилие в расчалке должно прийти к 0.

Предлагаемая схема подъема позволяет одним краном выполнить подъем, в традиционном варианте исполняемый со вторым, вспомогательным краном, на крюке которого происходит поворот аппарата. При расчете усилий в системе, конечно же, необходимо учитывать нормативные коэффициенты запаса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Поникаров И.И., Перелыгин О.А., Доронин В.Н., Гайдулин М.Г. Машины и аппараты химических производств /И. И. Поникаров, О. А. Перелыгин, В. Н. Доронин, М. Г. Гайнуллин. - М.: Машиностроение, 1989. - 368 с.

УДК 668.63
Палкин Денис Андреевич, студент; Palkin Denis Andreevich
Устинов Владимир Александрович, доцент;
Ystinov Vladimir Aleksandrovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ПРОЕКТ МОДЕРНИЗАЦИИ НЕФТЯНЫХ НАСОСОВ УСТАНОВКИ ИЗОМЕРИЗАЦИИ

PROJECT OF MODERNIZATION OF OIL PUMPS OF SOMERIZATION INSTALLATION

Аннотация: Данная работа направлена на исследование способов и методов модернизации насосного оборудования, повышения его эффективности, которые применяются на предприятиях нефтехимической отрасли в данное время. В работе произведено сравнение насосов использующихся на установки изомеризации, выявлены их слабые и сильные стороны и произведена модернизация одного из насосов.
Abstract: This work is aimed at researching methods and methods of modernization of pumping equipment, increasing its efficiency, which are used in the petrochemical industry at this time. The paper compares the pumps used for isomerization units, identified their weaknesses and strengths and modernization of one of the pumps.
Ключевые слова: изомеризация, затворная жидкость, полупогружной, вертикальный, химически активная жидкость, пожаровзрывоопасное исполнение.
Key words: isomerization, shutter fluid, semisubmersible, vertical, chemically active liquid, fire and explosion hazard liquid.

Актуальность данной темы обусловлена тем, что безопасность транспортировки нефти является одним из ключевых требований для осуществления работы нефтеперерабатывающего завода в целом, и конкретных установок в частности. Обеспечение герметичности является одним из ключевых факторов соблюдения безопасности при работе различного рода агрегатов и установок.

В настоящее время под насосом понимают, гидравлическую машину, которая преобразует механическую энергию приводного двигателя или мускульную энергию (в ручных насосах) в энергию потока жидкости, служащую для перемещения и создания напора перекачиваемой жидкости.[1] Насосные агрегаты очень распространены и применяются во многих областях человеческой деятельности, например на тепловых электростанциях, в коммунальном и промышленном водоснабжении, также специальные

насосы, применяющиеся в нефтехимической, целлюлозно-бумажной и металлургической промышленности.

Конструктивное разнообразие насосов довольно велико, поэтому классифицировать насосы по их назначению трудно. В современной науке все насосы делят на две большие группы: динамические и объёмные. Из динамических наиболее распространенные: лопастные центробежный, осевой; трения – вихревой, струйный. Из объёмных: роторный – зубчатый, шестерёнчатый.[2]

На установке изомеризации используется не один тип насосов, среди них используются герметичные насосы с магнитной муфтой, дозирующие насосы немецкой фирмы «Bran+Luebbe», а так же полупогружные насосы. Рассмотрим последний тип на примере насоса НВ-Е 50/50-3,5-К-СД-УХЛ2 – насос вертикальный в взрывоопасном исполнении с подачей 50 $м^3$/ч и напором 50 м, глубиной погружения 3,5 м, из легированной стали с двойным сальниковым уплотнением вала, и подходящим для использования под навесом в умеренно холодном климате. Вал данного насоса состоит из двух частей, соединяемых резьбовым соединением. На выходе из плиты вал уплотняется двойным сальниковым уплотнением. [3] Сальниковое уплотнение – уплотнение подвижных деталей относительно окружающей среды, в котором применён уплотнительный элемент принудительным созданием в нём напряжений, необходимых для обеспечением требуемой герметичности. К сальниковой набивке предъявляются довольно жёсткие требования: низкий коэффициент трения, упругость, износостойкость, стойкость к рабочей среде, удобство монтажа. Широко используются в трубопроводной арматуре, различных судовых и автомобильных механизмах, а также могут использоваться в трубных и кабельных проходках. К плюсам сальникового уплотнения можно отнести: простую конструкцию, низкую стоимость, возможность подтяжки при возникновении течи, не разбирая насос. К недостаткам можно отнести: значительные утечки жидкости, ограниченный ресурс работы, необходимость подводить охлаждение или смазку к узлу, при перегревании, необходимость частой замены набивки. Асбестовая набивка хорошо себя проявила в работе, особенно с пропитанная суспензией фторопласта, но асбест в настоящее время асбест считается канцерогенным веществом, он представляет опасность для здоровья персонала. В некоторых странах почти весь добываем асбест экспортируется, например в Канаде (95%), а в Японии действует запрет на использование асбеста ещё с 2002 года.

Конструктивно торцовое уплотнение включает в себя два кольца неподвижное, расположенное в корпусе и подвижное, располагающееся на валу агрегата. Кольца выполненные в виде поверхностей вращения, расположенных перпендикулярно оси вращающегося вала. Кольца пары трения изготавливаются из специальных, как правило, твердых износостойких ма-

териалов, обладающих высокой теплопроводностью и низким коэффициентом трения. Одно из колец может аксиально перемещаться, благодаря наличию упругого поджимающего элемента (пружины, сильфона, мембраны). Этот элемент вместе с нажимной втулкой и подвижным кольцом образуют аксиально-подвижный блок или поджимной узел. Они обеспечивают контакт торцевых поверхностей в сопряжении подвижного и неподвижного колец пары без поджимающей силы давления среды. В зависимости от нагруженности торцевые уплотнения бывают: сильфонные с центральной пружиной, многопружинные бессильфонные и с металлическим сильфоном. Также существуют внешние торцевые уплотнения, картриджные и патронные. Патронные торцовые уплотнения допускают большие осевые сдвиги, а гидравлическая разгрузка обеспечивает их применение при больших рабочих давлениях. К плюсам можно отнести: минимальные утечки, длительный срок службы, возможность работы при большом давлении нагнетаемой жидкости. К недостаткам относят: непростую конструкцию и дороговизну (по сравнению с сальниковым), необходимость охлаждения, исключается износ валов, низкий коэффициент трения.

В данной работе мы предлагаем в качестве уплотнения вала использовать не сальниковое уплотнение, а двойное торцовое уплотнение установленное методом «спина к спине». При установке уплотнений данным способом затворная жидкость(тосол А-65) должна подводиться под давлением на 0,1 – 0,3 МПа больше, чем давление в камере насоса. Это может достигаться за счёт использование дозировочного насоса или гидроусилителя. Преимущество такого варианта в том что, достигается полная герметичность и в том что, зазор между подвижным и неподвижным кольцами заполнен затворной жидкость, которая препятствует проникновению твёрдых частиц или грязи из перекачиваемой среды. Это существенно увеличивает срок эксплуатации устройства, в сравнение с вариантом расположения «тандем»

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Тимонин, А. С. Основы конструирования и расчёта химико-технологического и природоохранного оборудования: в 3т. Т. 3. Справочник / А. С. Тимонин. – Калуга: Издательство Н. Бочкарёвой, 2002. – 968 с.

2. Насосы и компрессоры: учеб. пособие для вузов / С.А. Абдурашитов, [и др.]. –М. Недра, 1974. – 296 с.

3. Электронный каталог информационная система «www.ielectro.ru» [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о различных видах электротехнике. – Каталог H03000660. – Щелково: ОАО «ЭНА». –6 : Режим доступа: http://www.ielectro.ru/.

УДК 665.63
Петухов Александр Александрович, студент;
Petuckov Aleksandr Aleksandrovich
Устинов Владимир Александрович; доцент;
Ustinov Vladimir Aleksandrovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

МОДЕРНИЗАЦИЯ КОЖУХОТРУБЧАТОГО ТЕПЛООБМЕННИКА

MODERNIZATION SHELL AND TUBE HEAT EXCHANGER

Аннотация: В данной работе представлен аналитический обзор, критический анализ научно-технической информации в области модернизации работы кожухотрубчатых теплообменников и на этой основе выбран и рассмотрен один из вариантов повышения коэффициента теплообмена, который в свою очередь снижает тепловые потери, увеличивает эффективность работы оборудования, и снижает экономические затраты.
Summary. This paper presents an analytical review, critical analysis of scientific and technical information in the field of modernization of shell-and-tube heat exchangers and on this basis, selected and considered one of the options to increase the heat transfer coefficient, which in turn reduces heat loss, increases the efficiency of the equipment, and reduces economic costs.
Ключевые слова: Кожухотрубчатые теплообменники, тепловой поток, модернизация, турбулизаторы, преимущества, интенсификация.
Key words: Shell and tube heat exchangers, heat flow, modernization, turbulators, advantages, intensification.

Одна из многихактуальных проблем нефтеперерабатывающего завода - необходимость в рационализации и повышения эффективности использования топлива при одновременном сокращении эксплуатационных и экономических издержек.

Необходимость повышения эффективности оборудования сталкивается с ограничениями максимального теплового потока. Так как из-за них-невозможно применять дополнительную тепловую энергию для интенсификации процессов и увеличения эффективности. Избавиться от ограничений, с которыми сталкивается тепловой поток, можно либо за счет модернизации установок, что в свою очередь экономически невыгодно, либо за счет усовершенствования теплообменного оборудования, применяемого на нефтеперерабатывающем заводе [1].

Преимущественно на НПЗ применяются вертикальные и горизонтальныекожухотрубчатые теплообменные аппараты. Они утилизируют тепло каталитических и массообменных процессов, протекающих на

нефтеперерабатывающем заводе. С помощью данных аппаратов происходит процесс обмена тепла между горячим и холодным потоками, поступающими и выходящимииз реактора или колонны. Нетрудно догадаться, что повысить эффективность работы реактора, или колонны без изменения конструкции можно, если усовершенствоватьтеплообменный аппарат.Из некоторых уже примененных способов модернизации кожухотрубчатыхтеплообменников, становится очевидно, что за счет интенсификациитеплообменных процессовзначительно сокращаются эксплуатационные и экономические затраты. В то же самое время, повышается пропускная способность установок нефтеперерабатывающего завода.

До модернизации теплообменных аппаратов существует проблема нерационального и неэффективного потребления тепловой энергии в различных установках, как первичной, так и вторичной переработки. Из-за этого повышаются эксплуатационные и экономические расходы. И так же не является возможнымповышение мощности самих установок.Был проведенанализ эффективной работы теплообменного оборудования и приведеныспособыинтенсификации теплообмена. Так, было выявлено, что эффективностьпроцессов теплообмена была заниженаиз-за не совсем верного сосредоточения нагрузок, которые распределяются по трубной решетке. После того, как конструкция кожухотрубчатого теплообменника будетмодернизирована, установка станет работать более эффективно [2].

Повысить эффективность теплообмена трубной решетки получилось за счет турбулизации потока жидкостей и более эффективного распределения потоковс использованием перепада давлений. Вместе с этим был увеличен вполтора раза коэффициент теплообмена. Соответственно утилизация тепловой энергииувеличилась, а мощность необходимая для подогревателяснизилась. На реконструкцию теплообменника предположительно уйдет порядка двух недель. Предполагается установитьтрубы длякожухотрубчатого теплообменного аппарата с волнообразным оребрением, созданного путем наката.Использование труб такого типа с турбулизирующими канавками по сравнению с общепринятыми цилиндрическими трубами дает возможность увеличения тепловой мощностиустановки на 15 – 25 процентов; помимо этого, за счёт образования в них турбулентных процессов, трубы самоочищаются во внутренней поверхности от минеральных отложений [3].

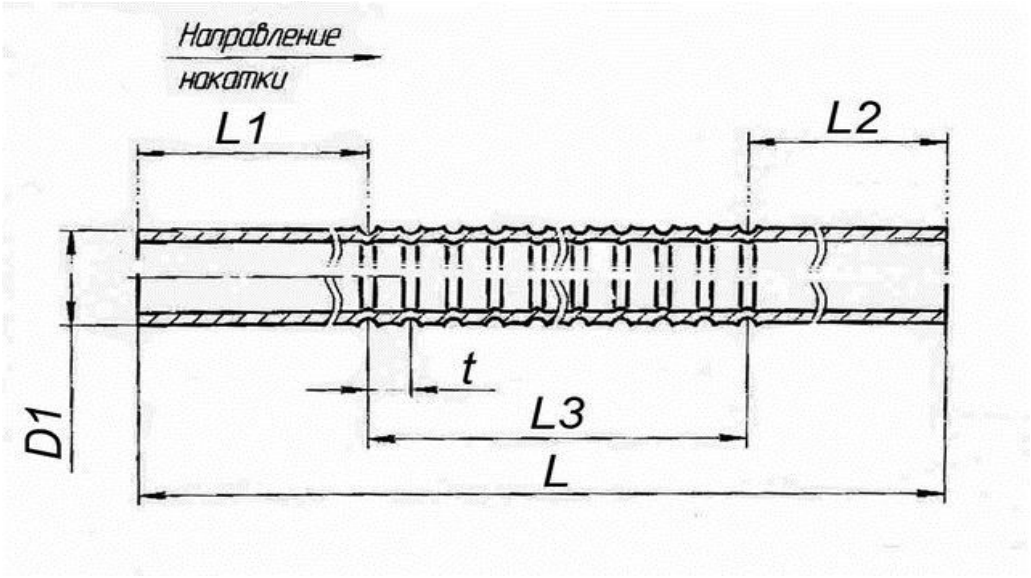


Рисунок 1 – Волнообразное оребрение труб

Стоит отметить, что характеристики теплопередачи в значительной мере зависит от материалов,из которого изготовлены трубы.Эти материалы должны обладать высоким коэффициентом теплопередачи, быть способными выдерживать высокое давление рабочей среды и иметь хорошую коррозионную стойкость. По совокупности этих требований для бензинов, керосинов, дизелей и масла наилучшим выбором являются современные марки высококачественной нержавеющей стали; для более простых продуктов – латунь, медь, и т.д.Как показывает опыт модернизации теплообменного оборудования, за счет простых и эффективных методов усовершенствования можно добиться значительной экономии при последующей эксплуатации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Виноградов, С.Н. Выбор и расчет теплообменников / С.Н. Виноградов. – М.: 2001. – 305 с.

2. Фокин, В.М. Основы энергосбережения в вопросах теплообмена / В.М. Фокин. – М.: 2005. – 268 с.

3. Поникаров, С.И. Пластинчатые и кожухотрубные теплообменники. "Машины и аппараты химических и нефтехимических производств". Том IV-12 Энциклопедии "машиностроение" / С.И. Поникаров. – М.: 2004. – 253с.

УДК 614.849
Писаная Елена Александровна, студент; Elena Aleksandrovna Pisanaya
Коннова Галина Витальевна, кандидат технических наук;
GalinaVitalyevna Konnova
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОЖАРОТУШЕНИЯ РЕЗЕРВУАРОВ НА НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАВОДАХ

INCREASE IN EFFECTIVENESS OF FIRE EXTINGUISHING OF TANKS AT OIL REFINERY

Аннотация: В статье рассмотрены способы пожаротушения резервуаров, рассказывается про огнетушащее действие пены. Эффективным методом тушения резервуаров является подслойный, поскольку обеспечивает быстрое тушение пожара за счет образования на поверхности горящей жидкости огнестойкой самозатягивающейся пленки. Этот метод также позволяет сразу понизить температуру нефти независимо от диаметра защищаемого резервуара. Для повышения эффективности пожаротушения резервуаров предлагается способ с двойным образованием пены.
Abstract: In article ways of fire extinguishing of tanks are considered, it is told about fire extinguishing effect of foam. An efficient method of suppression of tanks is sublayer as provides fast fire extinguishing due to education on the surface of the burning liquid of the flameproof self-dragging-on film. This method also allows to reduce sharply naphtha temperature irrespective of diameter of the protected tank. For increase in effectiveness of fire extinguishing of tanks the way with a double foaming is offered.
Ключевые слова: резервуар, пожаротушение, воздушно-механическая пена, подслойное тушение, тепломассообмен.
Key words: tank, fire extinguishing,air and mechanical foam, sub layer suppression, heatmass transfer.

Актуальность данной темы обусловлена тем, что резервуары являются объектом повышенной пожарной опасности. Статистика демонстрируетто, что ежегодно в Российской Федерации происходит 5-7 пожаров в резервуарных парках. Пожары несут за собой крупные материальные убытки, а нередко приводят к смерти людей. Пожары в резервуарах, как правило, имеют затяжной характер, а время тушения может доходить до нескольких дней. На тушение требуется огромное количество сил и средств. Таким образом, на сегодняшний день проблема тушения резервуаров весьма серьезна.

Основные способы подачи огнетушащих веществ в горящий резервуар: подача низкократной пены на поверхность горящей жидкости через эластичный рукав, который защищает пену от непосредственного контакта с нефтепродуктом; подача низкократной пены именно в слой горючей жидкости; подача навесных струй низкократной и среднекратной пены на поверхность горящей жидкости[1].

Для противопожарной защиты резервуарных парков в обязательном порядке учитываетсясистема пенного тушения резервуаров, базирующая на использовании низкократной пены и модуля водяного охлаждения. Пена получается из рабочих растворов фторсодержащих пленкообразующих пенообразователей.

Огнетушащее действие воздушно-механической пены заключается в изоляции поверхности горючего от факела пламени. Вследствие этого понижается скорость испарения жидкости и сокращается количество горючих паров, поступающих в зону горения. Роль каждого из этих факторов в процессе тушения меняется в зависимости от качеств горящей жидкости, свойства пены и метода ее подачи[3].

При подаче пены одновременно происходит ее разрушение от факела пламени и нагретой поверхности горючего. Накапливающийся слой пены экранирует долю поверхности горючего от лучистого теплового потока пламени, понижаетчисленность паров, поступающих в зону горения, сокращаетинтенсивность горения. Одновременно выделяющийся из пены раствор пенообразователя охлаждает горючее. Кроме того, в процессе тушения в объеме горючего происходит конвективный тепломассообмен, в итоге которого температура жидкости выравнивается по всему объему.

На наш взгляд в настоящее время более действенным является подслойное тушение резервуаров. Такая система позволяет в 1-ые минуты обновить нефтепродукт в слое, непосредственно прилегающем к борту резервуара. В итоге происходит охлаждение горящей жидкости и вынос вверх низкократной пленкообразующей пены. Использование фторсодержащих пенообразователей является важным условием, так как пена наих основе инертна к воздействию углеводородов.

Система подслойного тушения позволяет сразу понизить температуру нефтепродукта независимо от диаметра защищаемого резервуара.

Преимущества системы: обеспечивает быстрое тушение пожара за счет образования на поверхности горящей жидкости огнестойкой самозатягивающейся пленки; всплывающие на поверхность маленькие пузырьки пены, перекрывают доступ кислорода в зону горения; эффективна при наличии изолированных пространств- «карманов», которые могут образовываться при нарушении конфигурации стен, обрушении крыши, вспучивании понтона; поскольку низкократная пена

вводится в холодный нижний слой нефти в резервуаре, то активность тушащего действия системы подслойного пожаротушения не зависит от времени развития пожара[2].

Для повышения эффективности пожаротушения резервуаров предлагается способ с двойным образованием пены[1].1-ая стадия - образование пены в емкости на дне резервуара и 2-ая - пенообразование после подъема пены, при воздействии теплового потока от факела пламени и при соприкосновении с разогретой металлической стенкой резервуара.

Способ тушения пожаров в резервуарах осуществляется путем подачи в нижний пояс резервуара огнетушащего вещества.

В качестве огнетушащего вещества применяется водный раствор уксусной кислоты и кислой соли многовалентного металла.

При этом раствор подается под слой горящей жидкости, содержащей водный раствор газообразующих веществ.Вещества при смешивании с кислым водным раствором выделяют во всем объеме высокодисперсный газ, включая двуокись углерода и азот.Последние, проходя через водный раствор, образуют пену низкой кратности.

Пена всплывает на горящую поверхность нефтепродукта, вынося в пенных пленках компоненты, выделяющие азот и аммиак под действием теплового потока от факела пламени и в местах соприкосновения пены с нагретой поверхностью металлической стенки резервуара. Тушение пожара происходит путем покрытия всей плоскости горения за счет вторичного эффекта вспенивания.

Образование пены в основании резервуара в непосредственном контакте с нефтепродуктом позволяет быстро увеличить интенсивность подачи пены на горящую поверхность.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Пат. 2595973 Российская Федерация, МПК C1 A62C 3/06**.** Способ подслойного тушения пожаров нефти и нефтепродуктов в резервуарах / Корольченко Д. А. (RU), Шароварников А. Ф. (RU), Дегаев Е. Н. (RU),Макарова И. П. (RU); патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный строительный университет»,(ФГБОУ ВПО «МГСУ») (RU). – № 2015119341/12; заявл. 22.05.2015; опубл. 27.08.2016, Бюл. №24 – 3 с.

2. Мамонтов, А. В. Система тушения пожаров в нефтехранилищах подслойной подачей пены / А. В. Мамонтов, А. С. Голик // Вестник. - 2013. - №1.2. - С. 73-76.

3. Руководство по тушению нефти и нефтепродуктов в резервуарах и резервуарных парках. - М.: ГУГПС-ВНИИПО-МИПБ, 1999.

УДК 621.9.05
Посаженников Денис Григорьевич, студент;
Denis Grigoryevich Posazhennikov
Щелкунов Евгений Борисович, кандидат технических наук, доцент;
Shchelkunov Evgeny Borisovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ «ШАССИЙНАЯ БАЛКА»

TECHNOLOGICAL TOOLING FOR MANUFACTURE OF THE DETAIL "CHASSIVE BULL"

Аннотация. Приведено устройство приспособления для обработки детали «шассийная балка». Применение предлагаемого приспособления позволяет существенно повысить эффективность изготовления детали «шассийная балка», за счет сокращения оперативного времени обработки и обеспечения стабильности качества обработки.
Summary. The device of the device for processing the details of the "chassis beam" is given. The use of the proposed device allows to significantly increase the production efficiency of the "chassis beam" component, by reducing the operating time of processing and ensuring the stability of processing quality.
Ключевые слова: заготовка, приспособление, опора, производительность, обработка.
Key words: billet, adaptation, support, production, processing.

В современном самолетостроении для изготовления ответственных деталей часто применяются прочные и потому труднообрабатываемые материалы, такие как титановые сплавы, корозионностойкие стали и др. Изготовление таких деталей весьма трудоемко и экономически затратно. Одной из таких ответственных деталей является «шассийная балка» (рисунок 1), служащая для придания требуемого положения амортизационной стойке основной опоры шасси самолета и её фиксации.

«Шассийная балка» состоит из титанового сплава марки ВТ6ч. Ее изготовление осложняется большими габаритами (длина более 3000 мм) и низким коэффициентом использования материала.

Низкая производительность обработки резанием титановых сплавов, а также большие габариты детали (длина около 3000 мм) и низкий коэффициент использования материала (0,2) обеспечивают высокую трудоемкость ее изготовления. К тому-же при базировании заготовки на столе станка точки, образующие установочную базу, оказываются разнесены на

значительные расстояния. Из-за этого при закреплении и обработке заготовка может деформироваться.

Целью работы является повышение эффективности изготовления детали «Шассийная балка».

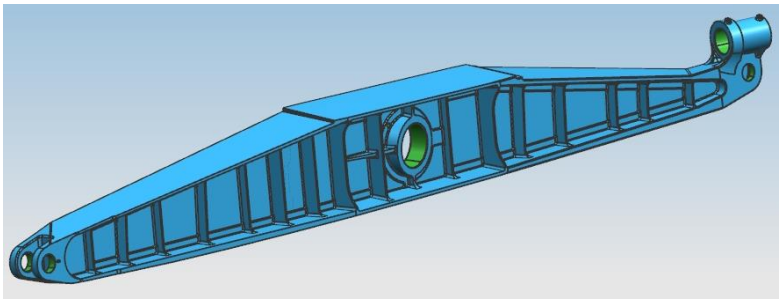


Рисунок 1 – Деталь «шассийная балка»

Одним из путей снижения трудоемкости механической обработки является использование технологической оснастки, позволяющей минимизировать время базирования и закрепления заготовок на столе станка, а также способствующей обеспечению стабильности качества обработки.

Оснастке, позволяющей повысить производительность технологических операций путем сокращения вспомогательного времени на авиастроительных предприятиях, посвящен ряд работ [1, 2].

На рисунке 2 показано оригинальное приспособление, разработанное для обработки «шассийной балки» на сверлильно-фрезерно-расточном станке. Базирование заготовки в приспособлении производится по плоскости и двум отверстиям.

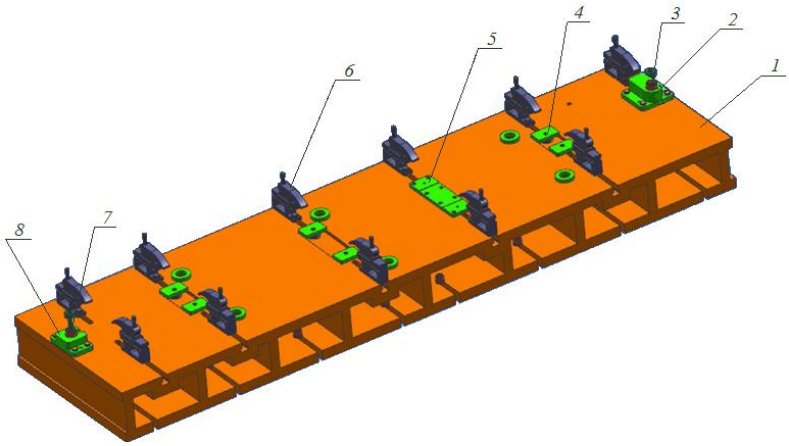


Рисунок 2 – Станочное приспособление для обработки детали «шассийная балка»

Приспособление состоит из корпуса 1 коробчатой формы, обеспечивающей ему высокую жесткость. На верхней поверхности корпуса закреплены установочные пластины 2,5, 8, образующие установочную базу, и два пальца 3, 8, образующие направляющую и опорную базы. Для закрепления

заготовки в приспособлении используются силовые зажимные устройства 6, установленные в пазы корпуса.

Для исключения прогиба заготовки при ее закреплении и обработке в конструкцию приспособления введены дополнительные (подводные опоры) 4, работающие от гидропривода. Гидроцилиндры установлены в нишах корпуса (на рисунке не видны).

На рисунке 3 показана установка заготовки «шассийной балки» в приспособлении.

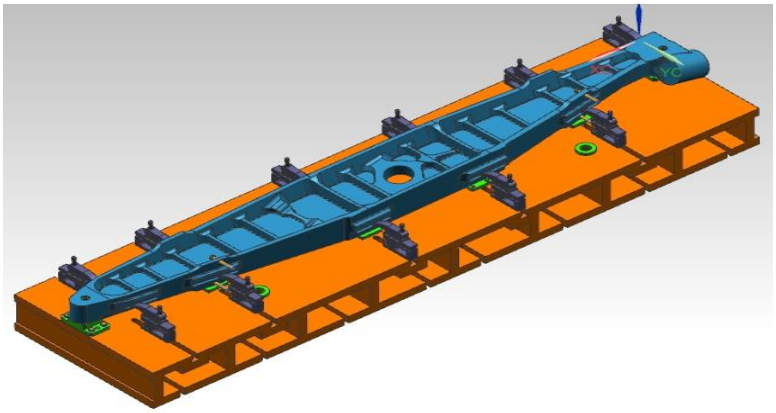


Рисунок 3 – Заготовка «шассийной балки» в приспособлении

Применение предлагаемого приспособления позволяет существенно повысить эффективность изготовления детали «шассийная балка», за счет сокращения оперативного времени обработки и обеспечения стабильности качества обработки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Щелкунов Е.Б. Устройство для ориентации заготовок/ Е.Б. Щелкунов, С.В. Виноградов, А.И. Пронин, М.Е. Щелкунова // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. Науки о природе и технике. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2016 № II-1(24) – С. 29-33.

2. Щелкунов Е.Б. Повышение производительности обработки на сверлильно-фрезерно-расточных станках с ЧПУ за счет применения приспособления со съемной опорой / Е.Б. Щелкунов, С.В. Виноградов, А.И. Пронин, М.Е. Щелкунова, Б.Н. Марьин //Сборка в машиностроении, приборостроении - 2016 № 10 – С 3-5.

3. Дьяков, А.Ф. Системный подход к проблеме предотвращения и ликвидации гололедных аварий в энергосистемах / А. Ф. Дьяков. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – 161 с. Засыпкин, А.С. Интегральная оценка эффективности схем плавки гололеда на воздушных линиях электропередачи / А.С. Засыпкин, А.Н. Щуров // Известия вузов. Электромеханика. – 2013. – № 4. – С. 42-45.

УДК 678.11
Пугина Елена Андреевна, студент; Pugina Elena Andreevna
Коннова Галина Витальевна, кандидат технических наук, доцент;
Konnova Galina Vitalyevna
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ УЛУЧШЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РЕЗИН ПУТЕМ ИХ МОДИФИЦИРОВАНИЯ

RESEARCHES IN THE FIELD OF IMPROVEMENT OF PHYSICAL PROPERTIES OF RUBBERS BY THEIR MODIFYING

Аннотация. В данной статье исследуются возможности создания новых резиновых смесей с улучшенными характеристиками путем введения в них химических соединений для применения в качестве уплотнительных устройств в оборудовании нефтеперерабатывающей промышленности.
Summary. In this article, based stassstssti investigated the possibility of creating new rubber compounds with improved characteristics by introducing chemical compounds for use as sealing devices in the equipment of the oil industry.
Ключевые слова: резиновая смесь, уплотнительные материалы, компатибилизаторы, морозоустойчивость.
Key words: rubber compound, sealing materials, compatibilizers, frost resistance.

Оборудование нефтеперерабатывающей промышленности нуждается в использовании резинотехнических изделий (РТИ), чьи свойства необходимы при проектировании технологических узлов (насосов, теплообменников и т.д.). В настоящее время в мире известно много резиновых смесей, удовлетворяющих одному из требований: износо-, масло-, топливо-, морозостойкость. Однако наука не стоит на месте, продолжая исследования в области РТИ и открывая новые виды смесей с улучшенными характеристиками.

Для изготовления модифицированно-улучшенных уплотнительных материалов среди промышленно выпускаемых в РФ каучуков, наиболее пригодны бутадиен-нитрильные каучуки с содержанием акрилонитрила 17… 23%. Известно, что чем больше звеньев акрилонитрила в эластомере, тем выше его теплостойкость, износостойкость, прочностные характеристики, газонепроницаемость, но ниже эластичность и хуже морозостойкость. Бутадиен-нитрильный каучук марки БНКС-18 обладает удовлетворительной морозостойкостью, однако по сравнению с другими марками БНКС имеет значительно пониженные показатели масло- и износостойкости. Поэтому для модификации каучука БНКС-18 выбран сверх высокомо-

лекулярный полиэтилен (СВМПЭ), обладающий уникальными триботехническими свойствами: высокой износостойкостью и агрессивной стойкостью, исключительной водостойкостью и способностью сохранять прочностные характеристики при низких температурах.

Рассматривая перспективу использования СВМПЭ в качестве модификатора резин, необходимо отметить, что СВМПЭ имеет меньшую степень кристалличности (50%), чем серийный полиэтилен низкого давления (ПЭНД) (72%), т.е. он имеет большую долю аморфной области. У СВМПЭ в отличие от ПЭНД кристаллиты меньших размеров и более развито межмолекулярное взаимодействие, связанное с увеличением длины макромолекул. Так, в СВМПЭ всегда имеется некоторое количество физических узлов (зацеплений) и «проходных» макромолекул. Известно, что усиливающий эффект при применении полиэтилена тем лучше, чем выше его молекулярная масса. В то же время известно, что при совмещении кристаллических полимеров, к которым относится ПЭ, с аморфными каучуками образование переходного диффузного слоя происходит за счет сегментальной растворимости аморфных участков обоих компонентов и прорастанием фибриллярной структуры ПЭ в аморфную каучуковую матрицу. Поэтому взаимодействие на границе раздела фаз в таких смесях будет зависеть от соотношения кристаллической и аморфной фаз в полиэтилене.

Введение наполнителя с высокой удельной поверхностью должно снижать поверхностное натяжение СВМПЭ и, таким образом, уменьшать разницу в значениях поверхностного натяжения полиэтилена и каучука. Кроме того, наполнители, распределяясь на границе раздела фаз, будут эффективно влиять на межфазное взаимодействие СВМПЭ/БНКС. В качестве компатибилизаторов (связующие агенты, усилители адгезии) выбраны дисперсные наполнители минерального и синтетического происхождения: природный цеолит, синтетические шпинель магния и анортит. Компатибилизаторы подвергались механической активации в течение двух минут на планетарной мельнице АГО-2 , как отмечено.

В случае применения природных цеолитов перед механической активацией их предварительно прокаливали при температуре 450^{o}С в течение 1 часа. Измельчение неорганических веществ на планетарной мельнице позволяет увеличить степень дисперсности и удельную геометрическую поверхность. Затем компатибилизаторы в количестве 5% масс вводили в порошкообразный сверх высокомолекулярный полиэтилен путем сухого смешения в лопастном смесителе в течение 2…3 минут. Таким образом, получали композицию СВМПЭ, которую затем вводили на вальцах в резиновые смеси в течение 5 мин. Введение композиции в количестве 10 массовых процентов, не вызвало труда. Вальцевание происходило без осложнений, при этом наполненные резиновые смеси имели хороший внешний вид: гладкую поверхность, без заметных вкраплений.

Вулканизацию образцов для испытаний проводили при температуре 155^{o}С и времени вулканизации от 15 до 20 мин в зависимости от толщины образцов. Вулканизованные образцы (пластины, столбики и т.д.) имели ровную гладкую поверхность с присущим для резин блеском.

Результаты исследований показали, что введение чистого СВМПЭ в эластомерную матрицу на основе резины В-14 приводит к повышению значения условного напряжения при 100% удлинении на 53% и к уменьшению значения относительного удлинения на 24% и условной прочности при растяжении на 5%.

Введение компатибилизаторов (цеолит, шпинель Mg и анортит) в полимерную композицию приводит к дополнительному увеличению значения условного напряжения при 100% удлинении (на 8%, 6% и 7% соответственно), увеличению относительного удлинения (на 4%, 6% и 4% соответственно) при незначительном изменении условной прочности.

По всей видимости, в резинах, модифицированных только СВМПЭ, существуют очаги напряжения, по которым происходит разрушение материала при больших значениях деформации, и поэтому эффект совмещения полиэтилена с эластомером снижается. Авторы работы «Резиновые смеси на основе комбинаций каучуков» Чиркова Н.В., Захаров Н.Д. и Орехов Н.Д. предполагают, что при больших деформациях или напряжениях происходит расслаивание смеси полимеров. Естественно, что расслаивание матрицы от частиц дисперсной фазы уменьшается с улучшением взаимодействия между ними. Таким образом, увеличение прочностных показателей в системе БНКС-СВМПЭ происходит, по всей вероятности, из-за структурных изменений в ней при введении компатибилизаторов.

Исследования показали, что при температуре -45 °С происходит увеличение коэффициента морозостойкости $K_м$ при растяжении по сравнению с исходной резиной. Коэффициент морозостойкости модифицированных резин выше по сравнению с не модифицированными на 23…25% в зависимости от вида компатибилизатора.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Лепетов В.А. Резиновые технические изделия / В.А. Лепетов. изд.3-е, испр. - Л.: Химия, 1976. – 440 с.

2 Лебедев Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза / под ред. Н.Н. Лебедев Учебник для вузов. 4-е изд. - М.: Химия, 1988. - 592 с.

3 Мартин Дж., Смит В. Производство и применение резинотехнических изделий / под ред. В.Н. Красовского – СПб.: Профессия, 2013 – 480 с.

УДК 665.63(07)
Путилин Евгений Валерьевич, студент; Putilin Evgeniy Valerevich
Щетинин Владимир Сергеевич, доктор технических наук;
Schetynin Vladimir Sergeivich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ИЗМЕНЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПЛАСТИНЧАТОГО ТЕПЛООБМЕННИКА

CHANGE OF PLASTIC EXCHANGER'S CONSTRUCTION

Аннотация. Статья посвящена улучшению работы пластинчатого теплообменника, применяемого в энергетических станциях, пищевой промышленности, автомобильной промышленности, сталелитейном производстве и др. В работе предложено изменение конструкции пластинчатого теплообменника.
Summary. The article is devoted to the improvement of the operation of the plate heat exchanger used in power stations, the food industry, the automobile industry, steelmaking, and others. A change in the design of the plate heat exchanger is proposed in this paper.
Ключевые слова: Теплообменник, пластины, подогрев, эффективнее, толщина, конструкция, технология.
Key words: Heat exchanger, plates, heating, more efficient, thickness, design, technology.

Изобретение относится к способу изготовления пластинчатого теплообменника с пластинами, изготовленными из титана. Изобретение также относится к титановому пластинчатому теплообменнику и к металлической катушке, которая используется для производства титанового пластинчатого теплообменника.

Сегодня пластинчатые теплообменники с постоянно соединенными титановыми пластинами часто изготавливаются путем пайки пластин друг к другу. Это делается путем нанесения паяного материала на пластины и путем нагрева пластин таким образом, чтобы паяный материал плавился и образовывал стыки между пластинами. Материал для пайки включает в себя так называемый наполнительный металл, и именно этот металл образует соединения, которые соединяются с титановыми пластинами. Что касается всех методов пайки этого типа, паяный материал включает в себя композицию депрессанта плавления, которая заставляет расплавленный металл расплавляться при температуре, которая ниже температуры плавления титановых пластин, которые соединены друг с другом.

Существует ряд способов соединения титановых пластин с пластинчатым теплообменником. Патент США В патенте США № 7,201,973 описан один такой способ, в котором паяный материал включает в себя количество от 30 до 50 мас.% Титана (Ti), от 15 до 25 мас.% Циркония (Zr), от 15 до 25 мас.% Меди (Cu) и от 15 до 25 мас. % никеля (Ni). Более конкретно, используемый паяный материал включает 40 мас.% Ti, 20 мас.% Zr, 20 мас.% Cu и 20 мас.% Ni. Титан является наполнителем, а другие металлы действуют как компоненты депрессанта плавления для титана.

Наполнительный металл и компоненты депрессанта плавления обычно имеют форму металлических порошков. Для связывания металлического порошка материал для пайки обычно также включает композицию связующего, которая придает паяному материалу форму пасты или жидкости, которую можно распылять, окрашивать или другим подходящим способом наносить на титановые пластины. Важно, чтобы паяный материал правильно наносился на титановые пластины, в правильном количестве и в правильных местах.

Применением композиции для пайки является операция, которая включает как затраты, так и риск введения ошибок и сбоев в процессе изготовления теплообменников. Таким образом, существует потребность в улучшении процесса изготовления пластинчатого теплообменника, в частности, из титана, который обычно опирается на традиционные технологии пайки.

Целью изобретения является создание усовершенствованного способа изготовления пластинчатого теплообменника, изготовленного из титановых пластин. В частности, целью является уменьшение или даже устранение необходимости использования связующей композиции для нанесения композиции припоя на титановые теплопередающие пластины.

Таким образом, предоставляется способ изготовления пластинчатого теплообменника. Способ включает в себя: получение титановой пластины, которая была облицована пленкой депрессанта плавления, по меньшей мере, на одной стороне пластины и, необязательно, термически обработанной после оболочки для улучшения ее вязких свойств; прессование рисунка в титановой пластине, так что вершины и днища сформированы в пластине; укладывая титановую пластину на ряд подобных титановых пластин, чтобы сформировать стопку плакированных и прессованных титановых пластин, где контактные точки образованы между соседними титановыми пластинами в стопке титановых пластин; нагревая стопку титановых пластин до температуры выше 850 ° C и ниже температуры плавления титана, так что пленка депрессанта плавления действует как депрессант плавления для титана в титановых пластинах и вызывает плавление поверхностных слоев титановых пластин , расплавленный титан, тем самым протекающий к точкам контакта между соседними титановыми пластинами; и позволяет

расплавленному титану затвердевать, так что соединения получают в точках контакта между соседними титановыми пластинами.

Способ является предпочтительным в том смысле, что для выполнения соединений не должно использоваться связующая композиция, и при этом ни один материал, такой как паяный материал, не должен наноситься на пластины после того, как они были нажаты. В описанном способе выполняется этап укладки титановой пластины на ряд аналогичных титановых пластин. В этом контексте «аналогичный» относится к пластинам, которые одеты в одну и ту же плавильную депрессантную пленку и которые также имеют основание из титана. Пластины затем аналогичны или даже идентичны, если смотреть с точки зрения производства, то есть шаг «получения» является одинаковым для всех «похожих» пластин. Образец в «похожих» пластинах может отличаться.

Другие цели, особенности, аспекты и преимущества способа производства будут представлены из следующего подробного описания, а также из чертежей. Также описан титановый пластинчатый теплообменник, который изготовлен в соответствии с настоящим изобретением, а также металлическая катушка, которая подходит для использования с этим способом, и дает соответствующие преимущества.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Теплообменник пластинчатый: принцип работы. Теплообменники пластинчатые: устройство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.studfiles.ru/preview/4294273/, свободный. – Загл. с экрана.

2 Термостойкие уплотнительные силиконовые кольца "FORSIL®" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.forkom.ru/catalog/silikon/termostoykie_koltsa, свободный. – Загл. с экрана.

3 Устройство и принцип работы пластинчатого теплообменника [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://fb.ru/article/228420/teploobmennik-plastinchatyiy-printsip-rabotyi-teploobmenniki-plastinchatyie-ustroystvo, свободный. – загл. с экрана.

УДК. 658. 001
Раджабов Додарджон Умаралиевич, студент;
Dodarjon Umaralievich Rajabov
Олещук Валентина Александровна, канд. техн. наук, доцент;
Valentina Aleksandrovna Oleschuk
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО КАК ФАКТОР РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ

LEAN PRODUCTION AS A RESOURCE SAVING FACTOR

Аннотация. Данная работа посвящена сравнительному анализу традиционной системы обеспечения устойчивости работы предприятия, которая неизбежно приводит к чрезмерному увеличению материальных страховых запасов, влияющих на его рентабельность и ресурсосбережение. Внедрение системы бережливого производства является одним из путей оптимизации объемов ресурсов на предприятии. Задачей внедрения бережливого производства является, помимо всего прочего, устранение различного рода потерь, к числу которых относятся чрезмерные материальные страховые запасы.
Annotation. This work is devoted to a comparative analysis of the traditional system of ensuring the sustainability of the enterprise, which inevitably leads to an excessive increase in material insurance reserves affecting its profitability and resource saving. The introduction of the lean manufacturing system is one of the ways to optimize the amount of resources in the enterprise. The task of introducing lean production is, among other things, the elimination of various kinds of losses, including excessive material insurance reserves.
Ключевые слова: Ресурсы, материальные страховые запасы, устойчивость производственной системы, бережливое производство, конкурентоспособность,
Key words: Resources, material insurance reserves, the stability of the production system, lean production, competitiveness.

Производственная деятельность предприятия требует наличия необходимых ресурсов для реализации технологических процессов. Ресурсы определяют жизнеспособность предприятия, обеспечивают его устойчивость при различных внешних и внутренних отклонениях от плановых показателей. Вопрос ресурсосбережения и определения оптимального соотношения ресурсов на предприятии очень актуален в настоящее время.

Создание страховых запасов является одним из традиционных методов обеспечения устойчивости производственной системы на многих предприятиях. Изначально предполагалось, что благодаря страховым за-

пасам можно компенсировать скачки потребительского спроса, несвоевременность поставок, различного рода новинок у конкурентов и т.п. Запасы позволяют предприятию выпускать продукцию при перебоях в поставках сырья, изменения номенклатуры изделий и т.п. Наконец, запасы позволяют выравнивать производственный поток. Материальные страховые предназначены для непрерывного снабжения производства в случае непредвиденных обстоятельств: отклонения в периодичности и величине партий поставок от плановых или предусмотренных в договорах обязательствах.

Фактически материальные страховые запасы скрывают потери других видов, создавая впечатление благополучной производственной среды.

Кроме того, запасы скрывают проблемы производства: плохое планирование; натянутые отношения с поставщиками; плохую производственную логистику; запасы нуждаются в обслуживании (складские площади, персонал, логистика и т.п.).

Кроме того, материальные страховые запасы находятся на балансе предприятия и, в значительной степени влияют на его рентабельность, ресурсосбережение, и, следовательно, конкурентоспособность.

В условиях перехода от централизованной плановой экономики к рыночным отношениям существенно меняются подходы к организации производственного процесса на предприятии. Возникла необходимость во внедрении такой системы организации производственного процесса, которая позволила бы свести до минимума чрезмерные материальные страховые запасы на всех этапах производственного цикла. Значительно повысить ресурсосбережение. Внедрение системы бережливого производства является одним из путей оптимизации объемов ресурсов на предприятии. Сущность бережливого производства повышение эффективности производства без значительных капитальных вложений, путем тщательного и последовательного исключения потерь. К числу потерь, снизить которые является задачей внедрения бережливого производства, относятся чрезмерные материальные страховые запасы. Оптимальные размеры ресурсов, которые необходимы для выполнения производственного задания, запросов потребителей, предполагают, в первую очередь, совершенствования работы с поставщиками.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Бункин В.А., Курицкий Б.Я. Решение задач оптимизации в управлении машиностроительным производством. - М.: Машиностроение, 2006. – 232.

2 Вумек Джеймс П., Джонс Даниел Т. Бережливое производство. Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. — М.,: «Альпина Паблишер», 2011.

УДК 006.9
Рахмонов Сиёвуш Саймуродович, студент;
Siyovush Saymurodovich Rakhmonov
Назаров Умар Акрамович, студент; Umare Akramovich Nazarov
Виноградов Сергей Владимирович, кандидат технических наук, доцент; Vinogradov Sergey Vladimirovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ

UNCERTAINTY OF MEASUREMENTS

Аннотация. В работе рассмотрено понятие неопределенности измерений, выявлено отличие понятия «погрешности» от «неопределенности».
Summary. The paper considers the concept of uncertainty of measurements, reveals the difference between the concept of "error" and "uncertainty."
Ключевые слова. Измерение, ошибка, неопределенность, погрешность.
Keywords. Measurement, error, uncertainty, error.

С момента осознания человеком себя как личность, вся его дальнейшая жизнь осознано или неосознанно связана с измерениями. Измерения встречаются практически во всех видах повседневной человеческой деятельности. Измерения помогают человеку принимать обоснованные решения.

В середине двухтысячных годов в метрологии к результатам, в первую очередь технических, измерений начали предъявлять новые требования. В качестве меры доверия к полученным результатам измерений стал учет в вычислениях «неопределенности измерений». Понятие «неопределенности измерений» появилось в теории и практике Российской метрологии благодаря постоянной гармонизации национальных и международных стандартов.

Исторически в России при оценке достоверности результатов произведенных измерений применяли термин «погрешность», ну а метрологии «погрешность измерения». Согласно Большой советской энциклопедии Погрешность измерения - оценка отклонения величины измеренного значения величины от её истинного значения. Погрешность измерения является характеристикой (мерой) точности измерения».

В европейской практике изначально использовалось понятие «error of measurement» - «ошибка измерения» или «математическая ошибка измерения».

В результате массового применения на территории России и всего постсоветского пространства стандартов качества ISO 9000 в метрологии, как и в других областях, появилась необходимость устранить разночтения и обеспечить безошибочное выполнение всех производственных функций.

Данная задача была успешно решена, путем разработки в 2009-2013 годах «Руководство по вычислению неопределенности в измерении» - «Guide to the expression of uncertainty in measurement», а именно «ГОСТ Р 54500.1-2011/Руководство ИСО/МЭК 98-1:2009 Неопределенность измерения. Часть 1. Введение в руководства по неопределенности измерения» и «ГОСТ Р 54500.3.2-2013/Руководство ИСО/МЭК 98-3:2008/Дополнение 2:2011 Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения.»

Согласно ГОСТ Р 54500.1-2011 «Неопределенность измерения - это общее понятие, связанное с любым измерением, которое используют при необходимости принятия обоснованных решений в разных областях практической деятельности и теоретических исследований».

Пункт 4.2 того же стандарта определяет «неопределенность измерения» как "неотрицательный параметр, характеризующий рассеяние значений величины, приписываемых измеряемой величине на основании используемой информации" (JCGM 200, словарная статья 2.26).

В целом понятия «Погрешность измерения» и «Неопределенность измерения» можно рассматривать как:

1) Погрешность измерения –полученное в результате измерения отклонение величины от ее «истинного» значения. По своей природе или характеру проявления погрешность может быть «случайной» и «систематической», выше упомянутые стандарты говорят о них как неопределенностях по типу А и типу В. Метод выражения погрешности измерений – $x \pm \Delta x$, где x – измеренная величина, Δx – суммарная абсолютная погрешность, определяемая методикой выполнения измерений.

2) Неопределенность измерения – это выраженное в абсолютной величине сомнение в истинности полученного результата. Т.е. параметр величины, связанный с результатом измерения, способный охарактеризовать полученный разброс значений, которые могли бы быть обосновано приписаны к измеряемой величине. Метод выражения неопределенности - $x \pm Ux$, где x – измеренная величина, Ux – расширенная неопределенность, определяемая измерителем.

Проанализировав ГОСТ Р 54500.1-2011 и «ГОСТ Р 54500.3.2-2013 можно сделать вывод, что отличие понятия «погрешности» от «неопределенности» заключается в том, что понятие «погрешность» связано с некоторым «истинном» значением, которое точно неизвестно и относится к конкретному измерению, сделанному конкретным средством измерения; понятие «неопределенность» связано с измеренным значением и является степенью сомнения в истинности полученного результата измерения.

Так же в заключении можно отметить, что в отличии от «неопределенности» понятие погрешности может быть использовано для характеристики параметров точности средств измерений.

УДК 621.81
Рубан Ксения Евгеньевна, студент; Ruban Ksenia Evgenievna
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ЛАЗЕРНАЯ СВАРКА АЛЛЮМИНИЯ

LASER WELDING OF ALLUMINATION

Аннотация. Показана актуальность применения лазерного способа сварки алюминия. Установлены техническая особенность и технология процесса лазерной сварки. В процессе исследования были выявлены основные преимущества и недостатки изучаемого способа. Описаны образующиеся при сварке основные дефекты и методы их устранения.
Annotation. The relevance of the laser welding method for aluminum is shown. The technical feature and technology of the laser welding process are established. In the process of research, the main advantages and disadvantages of the studied method were revealed. The basic defects and methods of their elimination formed during welding are described.
Ключевые слова: Лазерная сварка, алюминий, газовая защита, стыковые соединения, механические свойства, дефекты.
Key words: Laser welding, aluminum, gas protection, butt joints, mechanical properties, defects.

Металлургия является одной из передовых отраслей промышленности, В настоящее время в промышленности достигнуты значительные успехи в развитии и внедрении способа лазерной сварки металлов.

Лазерную сварку применяют для соединения стали, титана, алюминия, тугоплавких металлов, меди, сплавов металлов, биметаллов, драгоценных металлов, толщиной от десятых долей до нескольких миллиметров. Лазерная сварка светоотражающих металлов, таких как алюминий и медь, несколько затруднена.

Алюминиевые сплавы применяются в самолётостроении, радиоэлектронике, при сварке труб, в автомобилестроении. Наиболее широко используются алюминиевые сплавы АМг6, АД37, 01420, 01570, 1201, 01421, 01460. Алюминий активно взаимодействует с кислородом при температуре плавления, на поверхности образуется оксидная пленка, которая обладает высокой температурой плавления (>2273 К) и не расплавляется в процессе сварки. Попадая в сварочную ванну частицы пленки, способствуют образованию дефектов, снижающих свойства соединений.

Поскольку алюминий активно взаимодействует с кислородом, при сварке возможно образование пор. Для исключения пористости выполняют обработку поверхностей перед сваркой с целью обезжиривания и удаления

влаги. В ОШС, при сварке алюминия и его сплавов, не упрочняемых термообработкой, наблюдается рост зерна, при сварке упрочняемых термической обработкой, в ОШЗ происходит разупрочнение (Рисунок 1).

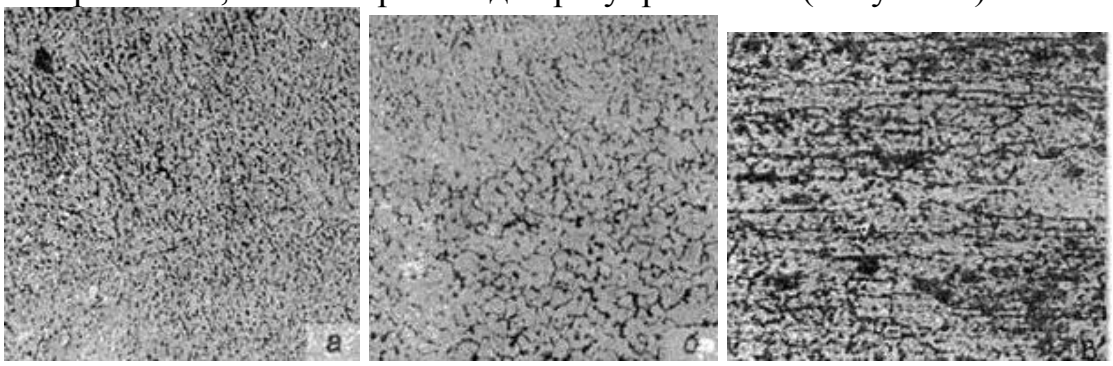


Рисунок 1 – Структура сплава АМг6 при лазерной сварке (а – шов; б – околошовная зона; в – основной металл)

При лазерной сварке алюминиевых сплавов требуется большее количество энергии, так как алюминий обладает высокой теплопроводностью. Алюминиевые сплавы при сварке характеризуются значительными остаточными деформациями, вызванными низким значением модуля упругости и высоким значением коэффициента линейного расширения.

Применение для сварки высококонцентрированных источников энергии, таких как лазер, во многом устраняет рассмотренные трудности.

Тщательная подготовка поверхности под сварку способствует получению высококачественного сварного соединения. Требуется удалить жировой слой смазки, которой при консервации покрывают полуфабрикаты, также требуется произвести механическую обработку торцов свариваемых кромок. Оксидную плёнку удаляют на ширину 25.. .30 мм по всей длине соединения травлением в растворе NaOH, после этого осветляют в 30% растворе HNO3. Промывают детали тщательно в горячей воде. Подготовленная поверхность сохраняет свои свойства на протяжении трех-четырёх дней. Свариваемые поверхности необходимо зачистить шабером перед сваркой до блеска. Такая подготовка позволяет избежать пористости и оксидных включений при сварке.

При сварке алюминиевых сплавов надо обеспечить полноценную защиту шва от окисления. Газовая защита (азотистый калий, плавиковый шпат, гелий, аргон, азот, углекислый газ, а также их смеси) наиболее эффективный метод защиты. Защита сварного шва обязательна с обеих сторон. Наличие порогового уровня мощности лазерного излучения, обеспечивающего проплавление при сварке, является особенностью лазерной сварки алюминиевых сплавов.

Оптимальная геометрическая форма шва с минимальным размером расплавленной зоны достигается подбором режимов лазерной сварки. Техническими условиями определяются занижение и провисание шва, не

должны превышать 10 % толщины материала на ответственных изделиях. При их равенстве сопоставление ширины верхней и корневой частей шва оптимально. Оптимальные режимы сварки излучением CO2-лазера алюминиевого сплава представлены в таблице 1.

При тщательной подготовке поверхности на указанных режимах лазерной сварки пористость сварных швов сплава АМг6 находится в пределах, допустимых по техническим условиям для наиболее ответственных изделий.

Таблица 1 – Режимы лазерной сварки сплавов АМг6 излучением CO_2-лазера

δ, мм	P, кВт	Скорость сварки , м/ч	F, см
2,0	2,1	90	12
	2,3	120	
3,0	2,3	90	14
	2,8	120	
4,0	2,8	90	
	3,0	120	

Сварные соединения, полученные на оптимальных режимах лазерным излучением, и металл соединений, полученный дуговой сваркой, отличаются микроструктурой. В шве преобладает мелкодисперсная структура со столбчатыми дендритами.

В зоне термического влияния при лазерной сварке структурные изменения происходят в 5-6 раз меньше, чем при аргонодуговой сварке, при этом в зоне размер зерен увеличивается незначительно. Данная микроструктура обеспечивает достижение высокого уровня механических свойств и исключает появление горячих трещин.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аврамченко П.Ф. Сварка сплава АМг6 непрерывным лучом лазера / П.Ф. Аврамченко, И.В. Молчанин – М.: Автомат. Сварка, 1983. – 68 с.

2. Вейко, В.П. Лазерная обработка / В.П. Вейко, М.Н. Либенсон – СПб .: Лениздат, 1973. - 192 с.

3. Катаяма, С. Мир физики и техники / С. Катаяма, Н.Л. Истоминой – М .: Техносфера 2015. – 697 с.

4. Величко О. А. Зависимость качества соединений от режимов лазерной сварки / О.А. Величко, В.П. Гаращук – М.: Автомат. Сварка, 1978. – 27 с.

5. Братухин А.Г. Современные авиационные материалы: технологические и функциональные особенности / А.Г. Братухин - М.: Авиатехинформ, 2003. - 438 с.

УДК 621.9
Самар Елизавета Владимировна, аспирант; Samar Elizaveta Vladimirovna
Ким Владимир Алексеевич, доктор технических наук, профессор;
Kim Vladimir Alekseevich;
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

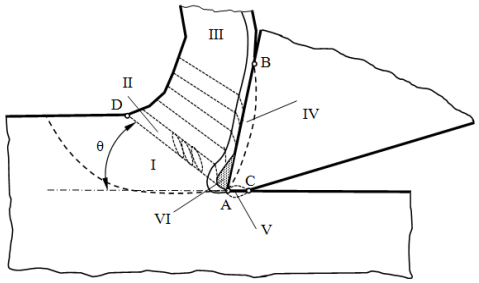
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОЦЕССОВ КОНТАКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НА ХАРАКТЕР СТРУЖКООБРАЗОВАНИЯ

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF CONTACT INTERACTION PROCESSES ON THE SHAPE OF THE FORMED CHIPS

Аннотация. Данная работа посвящена исследованию влияния адгезионных процессов в зоне контакта инструментального и обрабатываемого материалов на характер стружкообразования.
Summary. This paper is devoted to the investigation of the effect of adhesion processes in the contact zone of tool and processed materials on the shape of the formed chips.
Ключевые слова. Пластическая деформация, контактное взаимодействие, передняя поверхность, адгезионный центр, стружка, радиус кривизны стружки, режущий инструмент.
Keywords. Plastic deformation, contact interaction, front surface, adhesion center, chips, radius of curvature of the chips, cutting tool.

Стружкообразование при резании металлов относится к высокоскоростному процессу пластической деформации, вызванной внедрением ассиметричного режущего клина в твердое поликристаллическое тело.

При формировании стружки выделяются две основные области пластической деформации: зона первичных пластических деформаций и зона контактного взаимодействия сходящей стружки с передней поверхностью режущего клина [1].



I – зона первичных пластических деформаций; II – зона сдвига; III – стружка; IV - зона вторичных деформаций на передней поверхности режущего клина; V – зона вторичных деформаций на задней поверхности режущего клина; VI – зона сплошного нароста

Рисунок 1 – Основные зоны системы резания материалов

Зона первичных пластических деформаций срезаемого слоя возникает под действием сжимающих напряжений, вызванных внедрением передней поверхности режущего клина в обрабатываемый материал.

Вторичная пластическая деформация срезаемого слоя вызвана схватыванием и трением скользящей стружки с передней поверхности режущего клина. В результате скорость слоев стружки, непосредственно контактирующих с инструментом, подвергается более высокой пластической деформации и отличается меньшей скорость скольжения.

Неоднородность пластической деформации по толщине срезаемого слоя вызывает скручивание стружки, по кривизне которой можно определить активность адгезионных центров. Структурная организация адгезионного центра представляет совокупность поверхностных дефектов кристаллического строения, объединенных в кластер микро- или мезомасштабного уровней.

Сила адгезионного взаимодействия с учетом поверхностных дефектов кристаллического строения определяется по формуле

$$F_a = \frac{d\sigma_{12}(h)}{dh} + \frac{dE_p}{dh},$$

где $\sigma_{12}(h) -$ межфазная энергия взаимодействия двух поверхностей твердых тел, находящихся на расстоянии h друг от друга;

$E_p -$ энергия взаимодействия контактирующих твердых тел, имеющих поверхностные дефекты кристаллического строения;

h – расстояние между сближающимися поверхностями твердых тел.

Плотность адгезионных центров на передней поверхности режущего инструмента определяет количество и характер распределения островковых наростов, образующихся из фрагментированных продуктов диспергирования обрабатываемого и инструментального материалов. Слои, состоящие из таких наростов, можно рассматривать как особый вид вторичных поверхностных образований, имеющих наноструктурную организацию, резко снижающих активность адгезионных центров [2].

Математическое моделирование процесса стружкообразования и контактного взаимодействия на передней поверхности режущего клина осуществлялось с помощью вычислительного комплекса DEFORM-2D.

Для моделирования деформационного процесса стружкообразования рассматривалась плоская схема свободного резания. Ассиметричный режущий клин представлял абсолютно твердое тело со следующей геометрией: передний угол $\gamma = 0$; задний угол $\alpha = 11^0$, радиус округления режущей кромки $\rho = 0{,}015$ мм. Материал режущего инструмента и обрабатываемой заготовки выбирался из библиотеки, прилагаемой к программному комплексу. Теплофизические свойства материала режущего клина соответ-

ствовали твердому сплаву ВК8, а механические и теплофизические свойства обрабатываемого материала - стали 45.

По результатам математического моделирования видно, что первичная пластическая деформация обрабатываемого материала локализуются вблизи плоскости сдвига и наводятся в срезаемом слое неоднородные поля напряжений и деформаций, в результате чего стружка приобретает макромасштабное скручивание. Вторичные процессы пластической деформации стружки, инициированные контактным взаимодействием с передней поверхностью режущего клина, наводят поля напряжений и деформаций в приконтактных слоях стружки, которые вызывают ее выпрямление. Задаваясь разными значениями коэффициента трения между стружкой и передней поверхностью, можно моделировать адгезионную активность контактных слоев стружки и инструмента (рисунок 2).

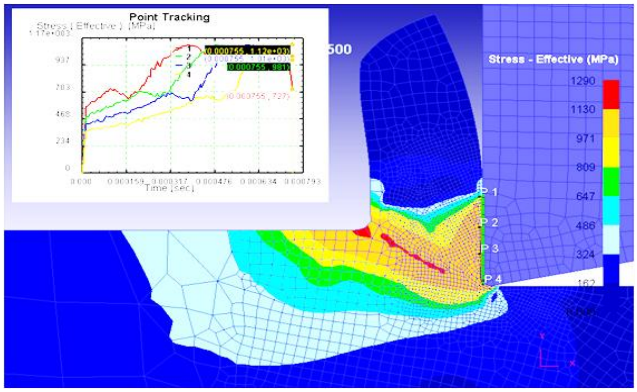


Рисунок 2 – Результаты математического моделирования процесса стружкообразования

В результате проведения математического моделирования были построены графики зависимости радиуса завивания стружки $R_{стр}$ от коэффициента трения между стружкой и передней поверхностью режущего инструмента при точении стали 45 резцом из твердого сплава ВК8 (рисунок 3).

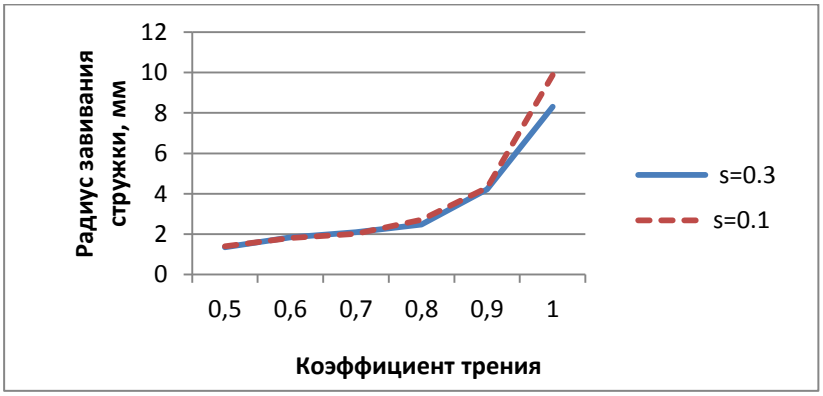


Рисунок 3 – Графики зависимости радиуса завивания стружки от коэффициента трения

По графикам видно, чем больше значение коэффициента трения между стружкой и передней поверхностью режущего клина, тем выше значение радиуса завивания стружки. На практике в начальный период контактного взаимодействия адгезионная активность передней поверхности режущего клина высокая, коэффициент трения при этом принимает максимальное значение. Это определяет высокую степень вторичной пластической деформации срезаемого слоя, которая приводит к макромасштабному изменению формы стружки, проявляющаяся в снижении ее кривизны.

В процессе резания происходит снижение адгезионной активности за счет образования островковых наростов и адсорбции продуктов СОТС, процессы трения на передней поверхности снижаются, и кривизна стружки частично восстанавливается. Завершение процесса образования устойчивых островковых наростов на передней поверхности режущего клина можно определить по характеру завивания стружки.

Чем меньше радиус завивания стружки, тем меньше адгезионная активность контактных поверхностей.

Установлена связь между геометрическими параметрами стружки и временем образования устойчивых островковых наростов на передней поверхности режущего клина. Показано, что чем ниже значение коэффициента трения в зоне контактного взаимодействия инструментального и обрабатываемого материалов, тем меньше адгезионная активность поверхности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Грановский Г. И., Грановский В. Г. Резание металлов: Учебник для машиностр. и приборостр. спец. вузов.—М.: Высш. шк., 1985,— 304 с, ил.

2. Ким В. А., Мокрицкий Б. Я., Самар Е. В., Якубов Ч. Ф. Управление триботехническими процессами контактного взаимодействия при резании // Металлообработка.- 2017. - №3. – С. 2-8.

УДК 10167
Саяпина Елена Сергеевна, студент; Sayapina Elena Sergeevna
Сарилов Михаил Юрьевич, доктор технических наук, доцент;
Sarilov Mihail Yurievich
Комсомольский – на –Амуре государственный университет

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЦЕНТРОБЕЖНОГО КОМПРЕССОРА

INCREASING THE EFFICIENCY OF WORK OF THE CENTRAL-UNIQUE COMPRESSOR

Аннотация. В докладе описывается способ саморегулирующей разгрузки упорного подшипника центробежного компрессора, который может использоваться при проектировании центробежного компрессора. Технический результат способа – повышение надежности и быстродействия регулирования осевой силы и снижение нагрузки на упорный подшипник в многорежимных двухсекционных компрессорах с расположением колес «спина к спине».
Summary. The report describes a method for self-regulating unloading of a thrust bearing of a centrifugal compressor, which can be used in the design of a centrifugal compressor. The technical result of the method is to increase the reliability and speed of the control of the axial force and reduce the load on the thrust bearing in multimode two-section compressors with the arrangement of the wheels "back to back".
Ключевые слова: Компрессор, упорный подшипник, способ, рабочее колесо, разгрузочное устройство.
Key words: Compressor, thrust bearing, method, impeller, unloader

Компрессор – это лопаточный аппарат для транспортировки газообразных веществ, при помощи преобразования механической энергии в энергию давления, вследствие этого за счет центробежных сил инерции осуществляется сжатие на массы рабочего тела, увлекаемые во вращательное движение совместно с рабочим колесом компрессора.

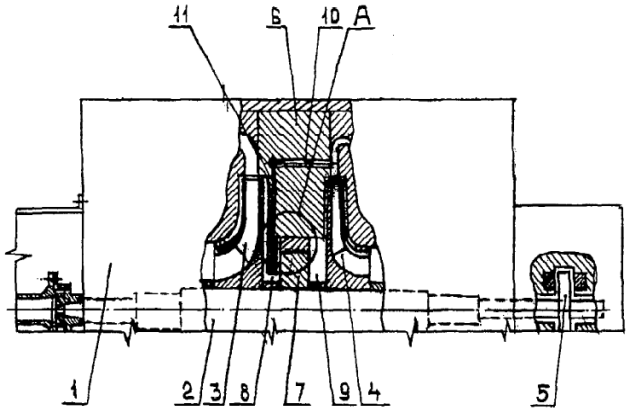
Главный элемент центробежного компрессора – рабочее колесо, на котором установлены расходящиеся от центра лопатки. Воздушный поток, попадая в систему, перемещается по оси двигателя, но в воздушном пространстве воздух разворачивается в обратной направленности – таким образом, формируется центробежная сила, что повышает давление. Данный вид оборудования широко используется предприятиями газо- и нефтедобывающей промышленности. Компрессоры дают возможность извлечь газообразное вещество без малейших примесей.

Основные достоинства оборудования: полное отсутствие масла в потоке, компактность, простота монтажа, отсутствие вибрации, надежность.

Минусов у этой разновидности агрегатов намного меньше, чем плюсов.

Для того чтобы повысить качество агрегата и срок его службы предлагается способ «Саморегулирующей разгрузки упорного подшипника центробежного компрессора».

Технический результат изобретения – увеличение прочности и быстродействия регулирования осевой силы и снижение перегрузки на упорный подшипник в многорежимных двухсекционных компрессорах с расположением колес «спина к спине». Способ саморегулирующей разгрузки упорного подшипника двухсекционного центробежного компрессора с расположением рабочих колес «спина к спине» и с расположением разгрузочного устройства - думмиса между секциями посредством изменения перепада давления на разгрузочном устройстве, отличающийся тем, что изменение перепада на разгрузочном устройстве осуществляют путем обеспечения перетекания газа из полости за диффузором последней ступени секции высокого давления в полость секции низкого давления при истечении его через калиброванные отверстия в разделительной межсекционной стенке в направлении, перпендикулярном к торцовой поверхности думмиса, при этом отношение расстояния от выходного среза калиброванных отверстий до торцевой поверхности думмиса к диаметру каждого калиброванного отверстия выбирают равным 0,03-0,15.



1- корпус; 2- двухсекционный ротор; 3, 4 – расположение колес «спина к спине»; 5- упорный подшипник; 6 - межсекционная разделительная стенка; 7 – думмис; 8,9 – полости между торцовыми поверхностями думмиса; 10,11- каналы; 12 - калиброванные отверстия

Рисунок 1 - узел саморегулирующей разгрузки упорного подшипника.

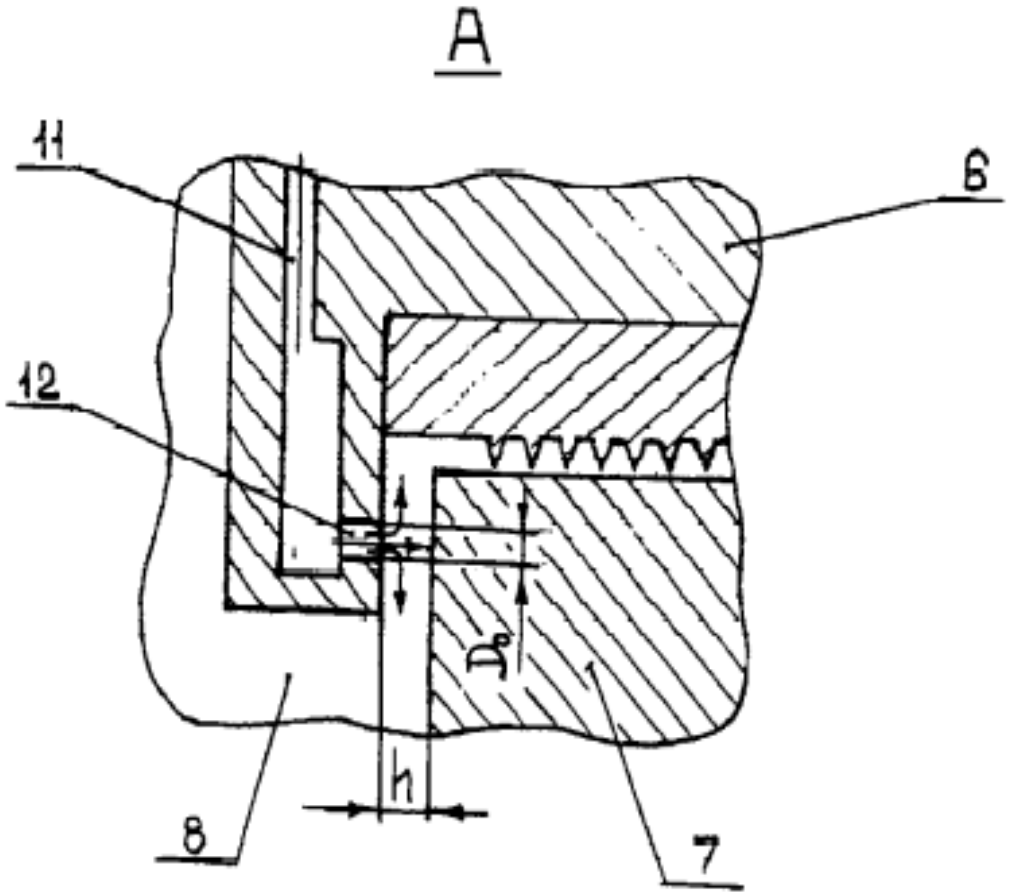


Рисунок 2 – место А на рисунок 1, увеличенный вид

Таким образом можно сказать, что такой способ повысит эффективность и надежность центробежного компрессора.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бухарин, Н. Н. Моделирование характеристик центробежных компрессоров / Н. Н. Бухарин // Москва:, 2004. - 215 с.

2. Селезнев, К.П. Центробежные компрессоры / К.П. Селезнев, Ю. Б. Галеркин // Ленингр. отд-ние:, 2007. - 271 с.

3. Эккерт, Б. Осевые и центробежные компрессоры. Применение, теория, расчет / Б. Эккерт, // Москва:, 2001. - 678 с.

УДК 531
Серёдкина Елизавета Алексеевна, студент; Seredkina Elizaveta Alekseevna
Кравченко Елена Геннадьевна, кандидат технических наук, доцент; Kravchenko Elena Gennadyevna
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

АНАЛИЗ МЕТОДИК ПОВЕРКИ ПРОФИЛОМЕТРА С УЧЕТОМ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

ANALYSIS OF PROFILMETER CHECKING METHODS WITH ACCOUNTING UNCERTAINTY MEASUREMENTS

Аннотация. Данная работа посвящена повышению точности поверки прибора профилометра Hommer Tester T500, который применяется на предприятии Комсомольского-на-Амуре авиационного завода имени Ю.А. Гагарина. В работе представлены несколько методик проверки шероховатости, приведены их достоинство и недостатки. Заявленный способ представляет методику поверки прибора с учетом неопределенности измерений.
Summary. This work is devoted to improving the accuracy of the calibration of the Hommer Tester T500 profilometer, which is used at the Komsomolsk-on-Amur enterprise of the Yu.A. Gagarin. The paper presents several methods for testing roughness, their advantages and disadvantages are shown. The claimed method represents a verification procedure for the instrument, taking into account the measurement uncertainty.
Key words: uncertainty of measurements, roughness, verification, accuracy.
Ключевые слова: неопределенность измерений, шероховатость, поверка, точность.

Известно несколько методик поверки шероховатости поверхности, каждая методика отличается друг от друга, имеет свои достоинства и недостатки.

Известно решение [Методическое указание ГСИ. Образцы шероховатости поверхности (сравнения). Методика поверки МИ 1850-88. Москва 1988. Разработчик Всесоюзный научно-исследовательский институт метрологической службы], включающее в себя осмотр внешнего вида прибора, проведение проверки его комплектности, определение метрологических параметров шероховатости, определение отклонения среднего значения параметра Ra от номинального, определение среднеквадратичного отклонения параметра Ra от среднего значения. Недостатком решения является низкая точность поверки, связанная с отсутствием учета неопределенности измерения.

Наиболее близким, к заявляемому решению является решение [Приборы для измерения параметров шероховатости поверхности. Методика поверки. Москва, 2004. Разработчик Государственный центр испытаний средств измерений Всероссийский научно-исследовательский институт метрологический службы. Реестр № 20144-00], которое включает в себя осмотр внешнего вида прибора, проверку возможности настройки прибора в соответствии с инструкцией по эксплуатации, определение случайной составляющей погрешности прибора и определение систематической составляющей погрешности прибора. Недостатком решения также является низкая точность поверки, связанная с отсутствием учета неопределенности измерения.

Неопределенность измерений определяют как «неотрицательный параметр, характеризующий рассеяние значений величины, приписываемых измеряемой величине на основании используемой информации» [3].

Результатом заявляемого решения является повышение точности поверки.

Указанный результат достигается за счет того, что поверка осуществляется с учётом неопределённости измерения. Необходимость в этом возникает тогда, когда следует уменьшить срок межповерочного интервала, а так же в случаях необходимого повышения точности поверки. Заявленный результат достигается за счёт того, что составляется модельное уравнение, оценка входной величины, вычисляется оценка результата измерения, вычисляется стандартная неопределенность входной величины, вычисляется расширенная неопределенность, запись полного результата измерения, составляется бюджет неопределенности, сопоставление результатов и запись их в таблицу.

Методика поверки профилометра, содержит осмотр внешнего вида прибора, проверку возможности настройки прибора в соответствии с инструкцией по эксплуатации, определение случайной составляющей погрешности прибора и определение систематической составляющей погрешности прибора, отличающийся тем, что дополнительно содержит необходимость составления модельного уравнения, а так же оценку входной величины и результата измерения, расчет стандартной неопределенности входной величины, вклад неопределенности входной величины, коэффициент обхвата расширенной неопределенности, записи полного результата измерения, составления бюджета неопределенности, сопоставление результатов и их запись в таблицу

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Методическое указание ГСИ. Образцы шероховатости поверхности (сравнения). Методика поверки МИ 1850-88. Москва, 1988. Разработ-

чик Всесоюзный научно-исследовательский институт метрологической службы.

2. Приборы для измерения параметров шероховатости поверхности. Методика поверки. Москва, 2004. Разработчик Государственный центр испытаний средств измерений Всероссийский научно-исследовательский институт метрологический службы. Реестр № 20144-00.

3. ГОСТ Р 54500.1 – 2011 – Руководство ИСО/МЭК 98-1:2009 «неопределенность измерений. Часть 1. Введение в руководства по неопределенности измерения».

УДК 668.63(07)
Симагин Илья Дмитриевич, студент; Simagin Ilya Dmitrievich
Еренков Олег Юрьевич, доктор технических наук, профессор;
Yerenkov Oleg Yurievich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ФИЛЬТРАЦИОННАЯ ТАРЕЛКА ДЛЯ УЛАВЛИВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ В РЕАКТОРЕ

FILTRATION TRAY FOR CALCULATION OF MECHANICAL IMPURITIES IN THE REACTOR

Аннотация. Основной проблемой реакторов процесса гидроочистки является повышение перепада давления по причине забивания слоя катализатора различными механическими примесями. Поэтому, многие установки вынужденно останавливают и прекращать производство продукции по мере того, как перепады давления приближаются к предельно допустимым значениям. Предлагаемая тарелка для примесей, которая позволяет замедлить рост перепада давления и значительно повысить эффективность использования установки. Установка тарелки для механических примесей также может сократить необходимое количество материала верхнего слоя при ранжированной загрузке, тем самым увеличивая количества для использования активных катализаторов. Тарелка для примесей устанавливается над распределительной тарелкой и не вызывает дополнительного перепада давления в реакторе.

Summary. The main problem of the hydro treating process reactors is the increase in the pressure drop due to clogging of the catalyst bed with various mechanical impurities. Therefore, many plants are forced to stop and stop production as the pressure drops approach the maximum permissible values. The proposed dish for impurities, which allows you to slow the growth of pressure drop and significantly improve the efficiency of the installation. The installation of a trays for mechanical impurities can also reduce the required amount of top layer material in the ranked charge, thereby increasing the amounts for the use of active catalysts. A dish for impurities is placed above the distribution plate and does not cause an additional pressure drop in reactor.

Ключевые слова: Фильтрация, фильтрационная тарелка, гидроочистка, гидропереработка, перепад давления, реактор, механические примеси.

Keywords: Filtration, filtration tray, hydro treatment, hydro processing, pressure drop, reactor, mechanical impurities.

Переработка сырья с содержанием твердых частиц, неорганических компонентов, шлама, окалины и т. п., может вызвать ускоренный рост перепада давления в реакторах гидроочистки. Это препятствует полной реализации потенциала установки, поскольку приходится раньше установленного срока производить останов установки для замены верхнего слоя катализатора, что приводит к потере прибыли предприятия. За счет монтажа на таких установках тарелок для улавливания примесей можно увеличить продолжительность пробега между остановами на ремонт благодаря тому, что эти ловушки будут собирать мелкодисперсные твердые частицы, окалину и другие механические примеси, содержащиеся в потоке сырья, что позволит предотвратить загрязнение распределительной тарелки и продлить срок службы катализатора.

В тарелке для улавливания примесей предусмотрена более совершенная двух стадийная система отделения механических примесей для повышения эффективности улавливания за счет сочетания стадий осаждения и фильтрации. Конструктивно техническое решение тарелки позволяет замедлить рост перепада давления по всему циклу эксплуатации установки. Тарелка монтируется над распределительной тарелкой, т. е., как и при использовании других решений, не занимает внутреннего пространства реактора, позволяя максимально эффективно использовать его внутренний объем. Тарелка разработана так, чтобы поток жидкости не имел препятствий на входе на любом этапе рабочего пробега, при том, что перепад давления по тарелке остается на крайне низком уровне. После насыщения фильтров и их блокировки частицами примесей поток сырья начинает проходить в обход фильтров, поступая сразу на распределительную тарелку.

Принцип работы

Для потоков жидкости и газа, поступающих на тарелку, есть два прохода. 1. Проход для газа идет в обход системы улавливания и попадает на распределительную тарелку, установленную ниже, без какого-либо сопротивления (рис. 1).

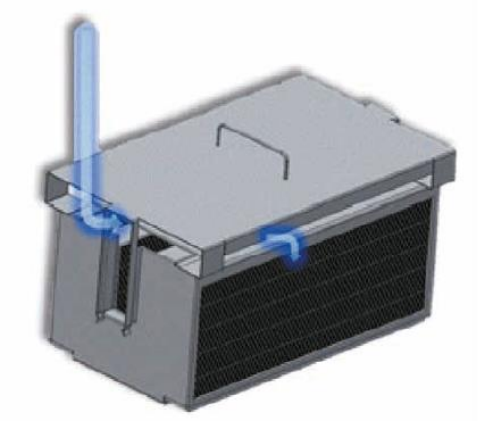


Рисунок 1 – Проход жидкости через тарелку

2. Поток жидкости направляется в блок осаждения тарелки, который используется в качестве первой ступени отделения жидкости от твердых частиц из двух предусмотренных в системе (см. рис. 2).

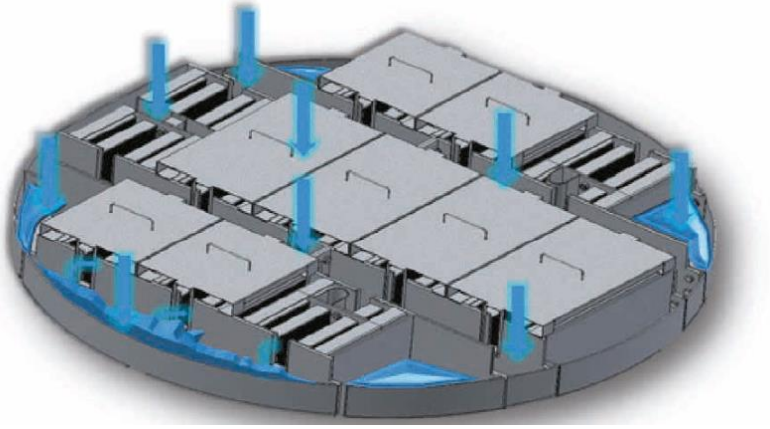


Рисунок 2 – Камера для сбора жидкости и осажденных твердых частиц

Заключение: Стабильная эксплуатация установки гидропереработки без ограничений остается главной целью предприятий нефтепереработки для обеспечения максимальной эффективности использования установки и повышения рентабельности производства. Механические примеси, содержащиеся в потоке жидкого или газообразного сырья, могут приводить к росту перепада давления и тем самым становиться причиной внеплановых остановов, которые препятствуют реализации полного потенциала установки. Применение тарелок для улавливания примесей на установках, которые приходится преждевременно останавливать из-за быстрого роста перепада давления, обеспечит заметную экономическую выгоду. Внутренние устройства тарелок для улавливания примесей позволят задержать мелкодисперсные твердые частицы, окалину, шлам и т.п., которые поступают с потоком сырья в реактор, и тем самым предотвращать засорение распределительной тарелки и расположенного ниже катализатора. Таким образом, обеспечивается полное использование потенциала катализаторной системы, что позволяет получить оптимальные рабочие показатели, продлить межрегенерационный пробег и повысить рентабельность производства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ловушка для примесей // Holder Topsoe URL: https://www.topsoe.com/ru/produkty/lovushka-dlya-primesey (дата обращения: 27.03.2018).

2. Перепад давления в реакторе // Справочник химика 21 URL: http://chem21.info/info/471121/ (дата обращения: 27.03.2018).

УДК 621.9
Ситамов Эрадж Сикандарович, аспирант; Sitamov Eraj Sikandarovich
Мокрицкий Борис Яковлевич, доктор технических наук,
Mokritskii Boris Yakovlevich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ИЗНОСА ИНСТРУМЕНТА ПРИ ОБРАБОТКЕ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ

COMPARATIVE STUDY OF THE INTENSITY OF TOOL WEARS DURING THE PROCESSING OF STAINLESS STEEL

Аннотация. Высокая коррозионная стойкость нержавеющих сталей влечёт за собой сложность её механической обработки металлорежущим лезвийным инструментом. На российском рынке представлены различные зарубежные инструментальные фирмы для такой обработки. Но их рекомендации по применению инструментальных материалов и режима резания носят относительный характер и, как правило, завышены. Имеющиеся российские рекомендации по отечественным инструментальным материалам устарели. Необходимо создание базы данных по определению рациональных инструментальных материалов. Данная работа посвящена решению этой задачи.

Summary High corrosion resistance of stainless steels entails the complexity of its machining with a metal-cutting blade tool. On the Russian market there are various foreign tool companies for such processing. But their recommendations on the use of tool materials and the cutting regime are relative in nature and, as a rule, overestimated. Available Russian recommendations on domestic tool materials are outdated. It is necessary to create a database on the definition of rational instrumental materials. This work is devoted to this task.

Ключевые слова: Период износостойкости. Субстрат и покрытие.
Key words: Period wear resistance. Substrate and coating

Для Российской Федерации применение нержавеющих сталей является необходимостью для ряда машиностроительных отраслей. Для Таджикистана применение нержавеющих сталей необходимо для химической, медицинской, сельскохозяйственной и пищевой промышленности. Особенность химической промышленности в том, что из-за агрессивного воздействия природных веществ (хлорида натрия*)* на предприятии «Яван» вынуждены осуществлять полную замену основного технологического оборудования, выполненного из обычных конструкционных материалов.

Нами выполнены исследования износостойкости разных инструментальных материалов при обработке специальной нержавеющей стали марки 09Х17Н7Ю.

Она труднообрабатываемая и вязкая. Прямого зарубежного аналога этой стали нет. Эта сталь уникальна по составу, физико-механическим параметрам и эксплуатационным свойствам [1, 2]. Её коррозионная стойкость поразительна. Рекомендуемые российскими ведомствами инструментальные материалы для её обработки либо устарели, либо уже сняты с производства. Импортный металлорежущий инструмент дорог и создал условия импортной зависимости.

Нами рассмотрена задача выбора эффективного токарного твёрдосплавного инструмента при черновой либо чистовой обработке без учёта влияния формы режущей сменной пластины и её типоразмера. Для более, чем 10 разных инструментальных материалов построены графики зависимости величины износа от времени работы, рисунок 1 и рисунок 2. Допустимой величиной износа принято 0,5 мм по задней грани.

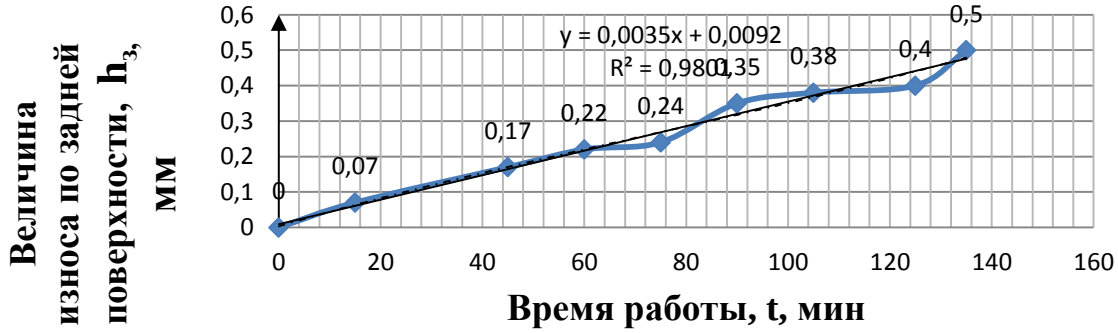


Рисунок 1 - Зависимость величины износа $h_з$ от времени t работы твёрдосплавного инструмента с покрытием при v=50 м/мин, s=0.21 мм/об, t=1 мм

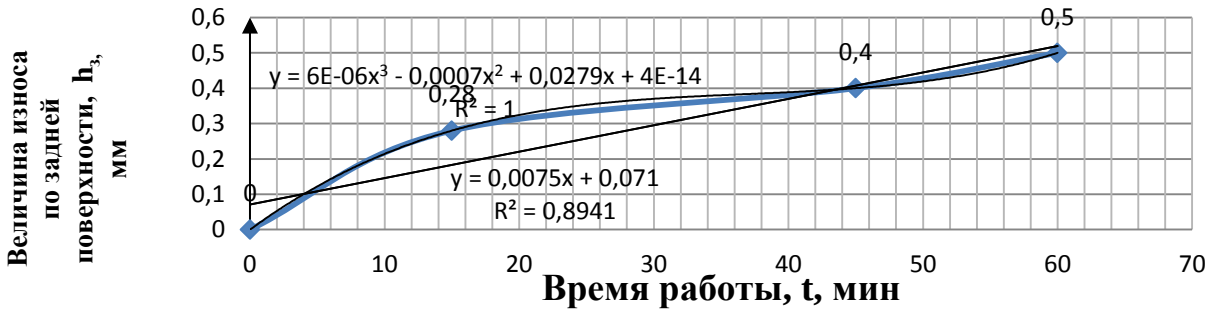


Рисунок 2 - Зависимость величины износа $h_з$ от времени t работы твёрдосплавного инструмента при v=50 м/мин, s=0.21 мм/об, t=1 мм

На рисунке 3 показаны примеры износа режущего инструмента.

а б

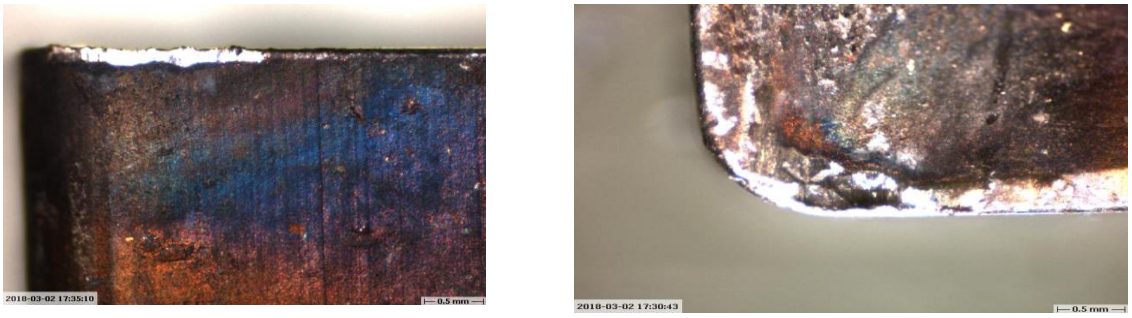


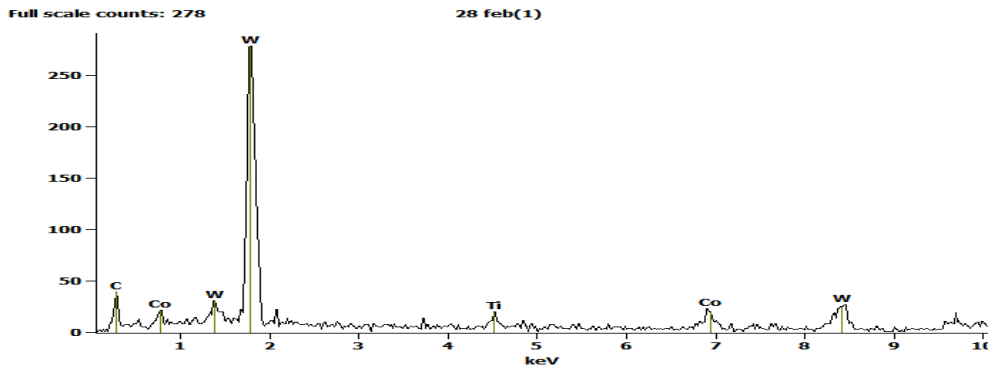
Рисунок 3 - Примеры характерного износа твёрдосплавного инструмента: а – по задней поверхности (0,2 мм); б – по передней поверхности.

По результатам анализа полученных графиков выбраны предпочтительные инструментальные материалы. Их несколько. Сейчас ведётся исследование причин их повышенной работоспособности, в том числе, с применением металлографических методов и электронной микроскопии, рисунок 4.

Полученные результаты закладываются в разрабатываемые методы упрочнения отечественных инструментальных материалов.

Экспрессный анализ полученных результатов показывает, что отечественные инструментальные твёрдосплавные материалы в состоянии обеспечивать их эксплуатацию в течение одного часа и более.

а



б

Element Line	Weight %	Weight % Error	Atom %	Atom % Error
C K	16.02	± 1.23	69.37	± 5.34
Ti K	2.52	± 0.46	2.74	± 0.50
Co K	8.08	± 0.81	7.13	± 0.71
W L	73.38	± 3.83	20.76	± 1.08
Total	100.00		100.00	

Рисунок 4 - Результаты электроннографического исследования: а – химического состава инструментального материала ВК8; б – процентное содержание химических элементов и соединений.

Выводы

1 Полученные данные не противоречат сложившимся представлениям.

2 Исследованные твёрдосплавные инструментальные материалы существенно неравноценны по износостойкости, Разброс их периода износостойкости составляет от нескольких минут до нескольких часов.

3 Выявлены несколько наиболее эффективных российских марок твёрдосплавного инструмента, период работоспособности которых превышает один час, что является вполне достойным результатом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Мокрицкий Б.Я., Верещака А.А., Белых С.В., Мокрицкая Е.Б. Упрочнение сложносоставными покрытиями режущих пластин для обработки коррозионно-стойкой стали 09Х17Н7Ю// Упрочняющие технологии и покрытия, 2016, №5, стр. 3-6.

2. Отчёт о научно-исследовательской работе «Разработка нового металлорежущего инструмента для сложных условий его эксплуатации и разработка метода экспрессной оценки качества инструмента». Шифр программы (гранта Минобрнауки РФ) № 9.251.2014/К. № госрегистрации 114121550057. г. Комсомольск-на-Амуре. 2016.

УДК 621.791
Старцев Егор Андреевич, студент; Egor Andreevich Startsev
Соболев Борис Михайлович, кандидат технических наук, профессор;
Sobolev Boris Mihailovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ЭЛЕКТРОШЛАКОВОЙ СВАРКЕ

METALLURGICAL PROCESSES AT ELECTROSLAG WELDING

Аннотация. В данной статье представлены металлургические процессы проходящие при электрошлаковой сварке.
Summary. This article presents the metallurgical processes taking place during electroslag welding.
Ключевые слова: сварка, электрошлаковая сварка, металлургические процессы.
Key words: welding, electroslag welding, metallurgical processes.

Электрошлаковая сварка — вид электрошлакового процесса, сварочная технология, которая использует для нагрева зоны плавления тепло шлаковой ванны, нагреваемой электрическим током. Шлак защищает зону кристаллизации от окисления и насыщения водородом.

Изучение особенностей металлургических процессов, протекающих между шлаком и плавящимся металлом, а также между шлаком и кристаллизующимся металлом, способствовало быстрому развитию и распространению электрошлаковой сварки, а затем и электрошлакового переплава.

В отличие от электродуговой, при электрошлаковой сварке температура в зоне сварки ниже; в плавильной зоне нет газовой фазы; сменность шлака-флюса незначительна; при сварке имеет место электролиз шлака шлаковой ванны; поверхность шлаковой ванны заметно окисляется кислородом воздуха.

Металлургическое взаимодействие между электродным металлом и шлаком происходит на всех стадиях контакта между ними: плавления, стекания пленки жидкого металла по конусу плавящегося электрода, образования капли, переноса капли через шлаковую ванну, между шлаковой и металлической ваннами.

Кроме того при электрошлаковой сварке возможно изменение химического состава металла шва по его длине. Непостоянство химического состава шва по длине обусловлено непостоянством окисления элементов и непостоянством перехода элементов из шлака в шов. На длине шва 150-200 мм происходит значительное обогащение металла шва марганцем и крем-

нием вследствие их восстановления из окислов этих элементов, входящих в состав флюса. Из-за большой концентрации в металле, окисление железа происходит по реакции:

$$MnO + Fe => Mn + FeO.$$

По мере накопления в шлаке FeO этот процесс затухает и после выполнения шва длиной 150-200 мм восстановление кремния и марганца из шлака больше не происходит.

Так же, имеет место непостоянство окисления элементов, входящих в состав проволоки, а также обеднение шва этими элементами. А окисление переходящих капель происходит из-за образования высших окислов в шлаке в результате воздействия на него воздуха. При этом у поверхности шлаковой ванны происходит следующая реакция:

$$4FeO + O_2 => 2Fe_2O_3.$$

Когда в шлаке накопится значительное количество Fe_2O_3 (после выполнения шва длиной 100-150 мм), на поверхности капель электродного металла происходят другие реакции:

$$Fe_2O_3 + Mn => 2FeO + MnO \text{ (шлак)};$$
$$Fe_2O_3 + C => 2FeO + CO \text{ (газ)}$$

В результате этого процесс может привести к выгоранию как вредных примесей (сера) так и, полезных (марганец, кремний), содержащихся в проволоке в малых количествах.

Из-за возможности электролиза шлака шлаковой ванны, род тока и полярность существенно влияют на химический состав металла шва. Шлак представляет собой электролит, состоящий из ионов металла, кислорода и окислов металлов. Если сварка производится постоянным током при прямой полярности, то к катоду (в данном случае – сварочной проволоке) направляются элементы и соединения, имеющие положительный заряд (положительные ионы марганца, железа и др.). Повышение концентрации ионов марганца у поверхности проволоки уменьшает вероятность его окисления и перехода в шлак. Это способствует сохранению марганца в каплях электродного металла и даже повышению его содержания вследствие восстановления ионов до атомов:

$$Mn^+ + e => Mn^0.$$

Отрицательные ионы (кислород и кислородосодержащие элементы) направляются к аноду – сварочной ванне, температура которой ниже, а удельная поверхность ванны относительно объема жидкого металла менее нагрета по сравнению с каплями электродного металла. Поэтому окисление марганца и других элементов в металлической ванне невелико. В итоге шов не только обедняется, но даже обогащается марганцем, кремнием и другими элементами.

При обратной полярности к сварочной проволоке направляются ионы кислорода и ионы кислородосодержащих соединений, которые, попадая на более нагретую поверхность образующихся капель металла, интенсивно окисляют марганец и другие полезные примеси. Это приводит к обеднению шва марганцем, кремнием и другими элементами, повышающими прочность шва и его стойкость против горячих трещин, т. е. ухудшает качество шва.

При сварке на переменном токе переход марганца и других полезных примесей из проволоки будет меньше, чем при прямой полярности, и больше, чем при обратной.

При необходимости сохранить нужное количество элементов раскислителей в металле шва, сварку производят специально легированной марганцем, кремнием и другими элементами проволокой Св-10ГС, Св-10Г2.

Сварочная проволока для электрошлаковой сварки подбирается, исходя из требований к составу металла шва, который практически незначительно зависит от состава флюса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Патон Б. Е., Электрошлаковая сварка и наплавка – М.: Машиностроение, 1980. – 511 с.

2. Теория сварочных процессов / под ред. В.М. Неровного; МГТУ им. Н.Э. Баумана; М.:2007.-752с.

3. Фролов В. В., Теория сварочных процессов – М.: Высшая школа, 1988, 560 с.

4. Явойский В. И., Кряковский Ю. В., Металлургия стали -М. : Металлургия, 1983. – 584 с.

5. Шоршоров, М. Х., Фазовые превращения и изменения свойств стали при сварке: атлас / М. Х. Шоршоров, В. В. Белов. – М.: Наука, 1972. – 229с

УДК 621.791
Старцев Егор Андреевич, студент; Egor Andreevich Startsev
Куриный Владислав Викторович, кандидат технических наук, доцент;
Kurinyi Viacheslav Viktorovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ FDM ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПЕЧАТИ ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ

EXPERIENCE OF APPLICATION OF FDM TECHNOLOGIES FOR PRINTING ARTISTIC PRODUCTS

Аннотация. В данной статье представлен опыт применения FDM технологии для печати художественных изделий.
Summary. This article presents the experience of using FDM technology for printing art products.
Ключевые слова: 3D печать, аддитивные технологии, 3D моделирование.
Key words: 3D printing, additive manufacturing, 3D modeling.

В настоящее время все большее применение находят аддитивные технологии (Additive Manufacturing). Это послойное наращивание и синтез объекта с помощью компьютерных 3D технологий.

Ранее эти технологии назывались «технологиями быстрого прототипирования» (от английского – Rapid Prototyping), однако термин RP-технологии довольно быстро устарел и в настоящее время не отражает в полной мере реальной сути технологии. Методами «быстрого прототипирования» сейчас изготавливаются вполне коммерческие, товарные изделия, которые уже нельзя назвать прототипами – имплантаты и эндопротезы, инструменты и литейные формы, детали самолётов и спутников, и многое другое.

Задача быстрого прототипирования, т. е. получения прототипа изделия в максимально короткие сроки, остается одной из основных задач практического применения АМ-технологий. Важны отработка геометрии детали, оценка эргономических качеств, проверка собираемости и правильность компоновочных решений. Поэтому быстрое изготовление детали по обходной технологии позволяет существенно сократить сроки разработки изделия. Под прототипом понимают и модель, иногда масштабную, предназначенную для каких-либо испытаний или предварительной проверки функциональности. Большое количество прототипов строится, как поисковые дизайнерские модели с различными нюансами в конфигурации, цветовой гамме раскраски и т. д.

Принцип аддитивных технологий заключается в том, что напечатан-

ные объекты, печатаются сразу в 3-х плоскостях. Этот процесс называют 3D-печатью, так как 3D-модель строится вверх уровень за уровнем. 3D-печать может осуществляться с использованием различных материалов и разными способами, но в основе любого из них лежит принцип послойного создания твёрдого объекта. Одной из наиболее распространенных технологий печати является FDM (Fused Deposition Modeling).

Аддитивные технологии охватывают все новые сферы деятельности человека. Дизайнеры, архитекторы, кондитеры, археологи, астрономы, палеонтологи, преподаватели и представители многих других профессий используют 3D-принтеры для реализации совершенно неожиданных идей и проектов.

Для изучения возможностей и отработки FDM технологии были произведены пробные печати художественных изделий. В качестве объектов для 3D-печати были использованы следующие две модели:

1. Нож
2. Роза

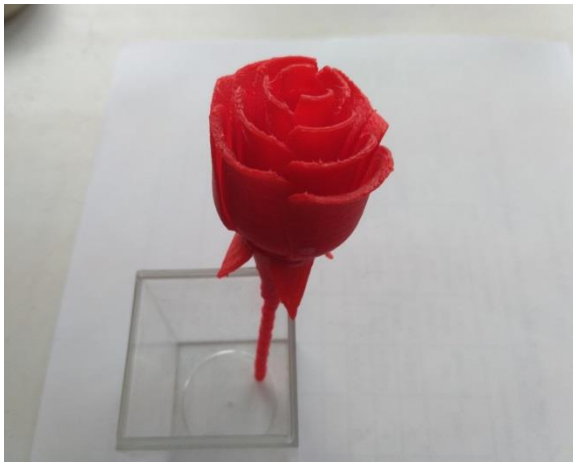
а) б) 

Рисунок 1 – Распечатанные модели
а – модель «Нож»; б – модель «Роза»

Для печати использовался принтер Prusa i3 и пластиковая нить ABS красного цвета.

Технология FDM печати заключается в следующем: созданная трехмерная модель разбивается на слои в слайсере Cura или Slic3R. По результатам разбивки формируется "go" файл, из этого файла принтер печатает объект.

Первые попытки печати были неудачными. Для управления принтером была выбрана программа Cura, возможностей которой не хватило для обработки модели. Таким образом, для управления принтером была вы-

брана программа Repetier-Host.

В самой модели были найдены изъяны, связанные с неточностью построения. Для исправления неточностей Repetier-Host указал на ресурс способный помочь в исправлении. В дальнейшем для слайсинга модели была использована программа Slic3R.

В связи с тем, что заготовка имела большую размерность при печати, произошла деламинация (отслоение детали от стола). При этом принтер продолжал движение, сорвав деталь со стола. Эта проблема была решена с помощью нанесения ABS молочка на поверхность стола.

При анализе настроек печати было выявлено, что в процессе слайсинга была выбрана неправильная конфигурация печати. Проблема была устранена путем изменения параметров на оптимальные, подходящие к типу пластика и соответствующим параметрам принтера.

Процесс печати занимает значительное количество времени. Полная печать модели «Нож» заняла порядка трех часов. Модель «Роза» печаталась два часа.

Печать на 3D принтере требует специфических знаний в области 3D моделирования, свойств пластика и специальных программ для слайсинга. При соблюдении этих условий возможно получение достаточно точных изделий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Я. Гибсон / Технологии аддитивного производства Я. Гибсон, Д. Розен, Б. Стакер, – М.: Техносфера, 2016. – 656 с.

2. М.А. Зленко / Аддитивные технологии в машиностроении М.А. Зленко, М.В. Нагайцев, В.М. Довбыш, – М.: ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», 2015. – 220 с.

3. Бабенко, Л.К. Новые технологии электронного бизнеса и безопасности / Л.К. Бабенко, В.А. Быков, О.Б. Макаревич, и др. - М.: Радио и связь, 2001. - 376 с.

4. Валетов В. А. Аддитивные технологии (состояние и перспективы). Учебное пособие. – СПб.: Университет ИТМО, 2015, – 63с.

5. Шишковский И. В., Основы аддитивных технологий высокого разрешения – СПб.: Питер, 2015, – 348с.

УДК
Стробыкин Сергей Алексеевич, студент; Strobykin Sergey Alexeevich
Бахматов Павел Вячеславович, к.т.н., доцент
Bakhmatov Pavel Vyacheslavovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КАЧЕСТВА СВАРНОЙ ПРОВОЛОКИ НА ДЕФЕКТНОСТЬ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF THE WELD WIRE QUALITY ON THE DEFECTS OF WELDED COMPOUNDS

Аннотация. В данной статье рассматривается влияние качества поверхности сварочной проволоки на порообразование при сварке сварных соединений.
Summary. In this paper, the influence of the surface quality of a welding wire on porosity during the welding of welded joints is considered.
Ключевые слова: сварочная проволока, порообразование.
Key words: welding wire, porogenesis.

При сварке сварных соединений выполненных дуговой сваркой возникают разного рода дефекты. Наиболее часто дефекты возникают по вине сварщика, но есть и такие дефекты которые зависят от качества сварочных материалов. Одним из таких дефектов является пористость сварного соединения. Пористость, является самым распространённым и опасным дефектом, существенно влияющим на конструкционную прочность и способным в несколько раз уменьшить работоспособность сварных конструкций. Из чего встает проблема предупреждения пористости швов, характерной для сварки плавлением.

Для проведения исследований использовалась образцы различных марок и диаметров сварочной проволоки, для определения использование которых вызывало порообразование в сварочном шве(см. табл.1).

Таблица 1 – Характеристики исследуемых образцов

Марка проволоки	Диаметр	Партия
СПТ-2	1,2	97142В
	1,6	1/1313-1
	2	3/1314-2
06Х19Н9Т	0,8	7762-4,8365
	1	7356,8195-3
	1,2	11-5077
	1,6	11-5076

	2	5079,9357
07Х16Н6	2	-
18ХМА	2	1/1307-1,3/1291-4
18ХМА-ВИ	1,2	21375-4
	2	1/1173-3
ХН38ВТ	1,6	225
ХН60ВТ	1	3139
	1,6	53931
ЭИ334	2	Д80809-2
ЭП659А-ВИ	1,2	-
	2	1/1315-1,3/1317-1,3/1317-1
ЭП659-ВИ	1,6	1/1313-1
	2	3/1314-2

Провели внешний осмотр поверхности проволоки с помощью растрового электронного микроскопа и поделили на 3 категории по степени качества поверхности (рис. 2).

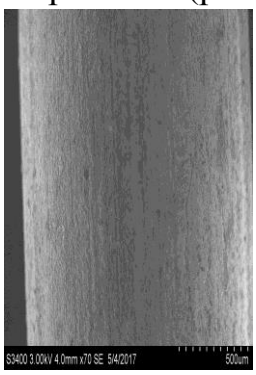
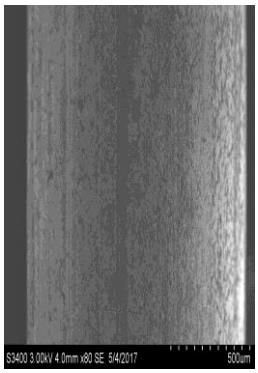
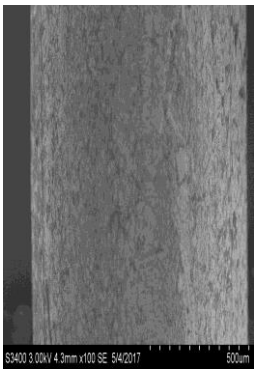
а)  б)  в) 

Рисунок 1 – Снимки поверхности сварочной проволоки:
а) 1 категория - поверхность с незначительными дефектами; б) 2 категория- поверхность с дефектами; в) 3 категория - проволока с не пригодная для сварки поверхностью.

В результате получили: 1 категория 27,3% - поверхность исследованной проволоки равномерная, с небольшими царапинами, относящимися к механическим повреждениям; 2 категория 40,9% - поверхность проволоки неравномерная, с небольшими многочисленными поверхностными дефектами; 3 категория 31,8% - поверхность проволоки имеет множество царапин и протяжек крупного размера. Из чего следует что лишь 27,3% исследованной проволоки можно использовать для сварки. Поверхность проволоки должна быть чистой и гладкой, без трещин, расслоений, плен, закатов, раковин, забоин, окалины, ржавчины, масла и других загрязнений. Так как при сварке с присадочной проволокой происходит захват каплей металла газообразующих веществ, находящихся в дефектах ее поверхности, и

транспортировка их в объем сварочной ванны что приводит к образованию пор в сварочном соединении.

Согласно ГОСТ2246-70 на поверхности проволоки допускаются риски (в том числе затянутые), царапины, местная рябизна и отдельные вмятины. Глубина указанных пороков не должна превышать предельного отклонения по диаметру проволоки. Качество поверхности оценивается визуально. Но обнаружить, таким образом дефект типа заката, сетки мелких трещин невозможно. Поэтому оценка качества визуально является не эффективной. Можно использовать оптический микроскоп для определения качества поверхности сварочной проволоки, однако данный прибор не позволяет обеспечить объемное увеличение криволинейной поверхности образца в связи с малым значением глубины резкости и эффективно проводить качество поверхности сварочной проволоки. Данный микроскоп подойдет только для исследований поперечного сечения проволоки. Поэтому в исследовании использовался растровый электронный микроскоп S3400 он отлично подходит для исследования качества поверхности проволок, так устраняет все недостатки оптического микроскоп. Разница между оптическим микроскопом и растровым электронным микроскопом показана на рис. 2. РЭМ позволяет исследовать криволинейную поверхность и эффективно определять дефекты поверхности на исследуемой поверхности проволоки.

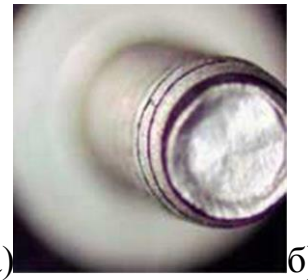
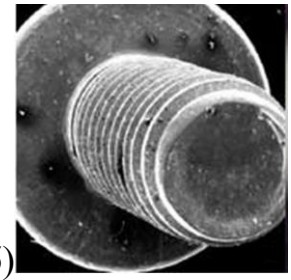
а)  б) 

Рисунок 2 - Глубина резкости при микроскопии болта с длиной резьбы 0,6 мм
а-оптический микроскоп; б- РЭМ.

В ГОСТ 2246-70 необходимо ужесточить требования к очистке и внешнему состоянию поверхности проволоки, для уменьшения порообразования и разбрызгивания при сварке.

В ГОСТ 2246-70 необходимо ужесточить требования к внешнему осмотру проволоки и проводить осмотр не только визуально, а также включить и широко применять для исследования качества поверхности проволок способ микроскопии.

УДК 66.35.111
Тарасов Александр Тимофеевич, студент; Aleksandr Timofeevich Tarasov
Сарилов Михаил Юрьевич, доктор технических наук, доцент; Mihail Yurivich Sarilov
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

МЕТОДЫ ОЧИСТКИ КОЖУХОТРУБЧАТОГО ТЕПЛООБМЕННИКА

METHODS OF CLEANING THE SHEL AND TUBE HEAT EXCHANGER

Аннотация. Данная статья посвящена исследованию методов очистки кожухотрубчатого теплообменника для теплообмена между различными жидкостями, парами и газами, а также нефтепродуктами, которые применяются на предприятиях нефтехимической и химической отраслях в настоящее время. В работе представлены основные методы очистки кожухотрубчатого теплообменника, приведены их достоинства и недостатки и выбран самый эффективный метод очистки для увеличения производительности теплообменника.
Annotation. This article is devoted to the investigation of methods of cleaning the shell and tube heat exchanger for heat exchange between various liquids, vapors and gases, as well as petroleum products, which are currently used in the petrochemical and chemical industries. The main methods of cleaning the shell and tube heat exchanger are presented, their advantages and disadvantages are listed, and the most efficient cleaning method is chosen to increase the heat exchanger capacity.
Ключевые слова: кожухотрубчатый теплообменник, трубный пучок, межтрубное пространство, очистка, загрязнения, отложения, теплообмен, нефтепродукты.
Key words: shell and tube heat exchanger, tube bundle, intertube space, cleaning, pollution, deposits, heat exchange, oil products.

В настоящее время идёт интенсивное развитие и совершенствование химического и нефтехимического производств это связано с разработкой и эксплуатацией технологического оборудования с высокими показателями производительности и надежности. В зависимости от используемых технологических процессов на предприятиях данных производств объём кожухотрубчатых теплообменников составляет от 10 до 50 %. Кожухотрубчатые теплообменники широко применяются для охлаждения, нагрева, конденсации и испарения различных видов жидкости, пара и их смесей, а также нефтепродуктов. Из-за внедрения новых технологических процессов на

производстве уровень предъявляемых требований к аппаратам непрерывно нарастает.

Кожухотрубчатые теплообменники нуждается в регулярной чистке от многих видов загрязнений. Отложения значительно влияют на производительность теплообменных аппаратов. Увеличение слоя накипи на 0,1…0,3 мм приводит к уменьшению коэффициента теплопередачи в 2,5 раза. При этом относительная эффективность работы теплообменника равняется 55…65 %. Любые незапланированные остановки на производстве могут вылиться в большие убытки для предприятий. Нужно производить регулярные осмотры оборудования и периодически производить очистку от загрязнений для обеспечения эффективной работы.

От вида и характера загрязнений применяют физико-химическую, механическую, гидромеханическую (водоструйная, гидропневматическая, пескоструйная) методы очистки. В физико-химической очистке происходит движение через трубную или межтрубную зону теплообменника определённого реагента, влияющий химически или физически на загрязнения.

Физико-химическая очистка является самой простой и выгодной, потому что не нужен демонтаж теплообменника, а также единственно возможной для чистки неразборной межтрубной зоны оборудования жёсткого типа. Является более эффективным в экономии времени, по сравнению с водоструйной и механической очисткой.

Коксосмолистые загрязнения из оборудования для крекинга очищают промывкой нагретыми органическими растворителями. Вследствие кипения в зоне между трубами происходит распад отложений. Для этого необходимо межтрубную зону заполнить водой, а в трубный пучок подать водяной пар. Вследствие сильного кипения отложения на наружной поверхности труб разлагаются и выводятся из теплообменника.

Также проводят очистку с использованием ингибированных кислот: сульфаминовой (NH_2SO_2OH), лимонной, соляной (HCl), муравьиной (HCOOH) либо в сочетании этих кислот. В том случае, когда загрязнения плохо растворяются в воде или органических растворителях. Недостаток данного метода заключается в том, что после процесса очистки, химические остатки от процесса должны быть удалены. Для теплообменников, механическая чистка является одним из самых широко распространённых методов. При механической очистке загрязнения разрушают с использованием буров, скребков, бойков, сверл, фрез, щеток, ершей с ручным или механическим приводом. Данный способ очистки является одним из самых простых и распространенных методов для твердых и химически инертных загрязнений с хорошей адгезией к металлу. Но такой метод очистки требует огромных трудозатрат, а также может нанести механические повреждения на трубном пучке, нуждается в конструктивной доступности к узлам и возможности демонтажа теплообменника.

Рассмотрим гидромеханическую очистку кожухотрубчатого теплообменника. Водоструйная очистка является одним из ведущих способов. Она заключается в следующем: вода в зависимости от типа загрязнений подаётся в теплообменник под давлением 20– 90 МПа, что делает возможным удалять фактически любые загрязнения. Для этого используют плунжерный насос, который подаёт холодную или горячую воду в полую штангу, при этом на конце штанги находится сопло. На сопле располагаются боковые отверстия под углом 25°–40° к оси сопла или с торцевыми отверстиями и крепят к штанге на сварке или на резьбе.

При гидропневматическом методе, очистка проводится водой и сжатым воздухом. Чистят с помощью пистолета, в который подводится вода под давлением 0,4 – 0,5 МПа и воздух под давлением 0,6–0,7 МПа при их объемном соотношении 1:1. Сжатый воздух, расширяясь в воде, увеличивает скорость движения потока, а пузырьки газа и струи воды, ударяясь о поверхность, разрушают и выводят загрязнения. Таким образом происходит очистка внутренней поверхности пучка труб. Очистка гидропневматическим методом возможна без разборки оборудования и даже при его работе, в отличии от водоструйного и пескоструйного способа, что снижает затраты на очистные работы и позволяет проводить чистку неразборной межтрубной зоны теплообменника с неподвижными трубными решетками и с температурными компенсаторами.

В пескоструйном методе, очистка производится взвесью песка в воде или в воздухе, гарантируя хорошее смывание загрязнений. Трубный пучок размещают в герметизированной камере с торцевыми и боковыми форсунками для подачи водопесочной смеси. Подсос песка водой производят инжекторным методом, при этом содержание песка в воде составляет 5-7 кг/л. Внутри камеры находятся каретки, на них устанавливаются форсунки, в результате форсунки имеют возможность передвигаться.

Для эффективной очистки кожухотрубчатого теплообменника я предлагаю использовать насос, который состоит из химически устойчивых полимеров, ёмкость для реагента и термоэлектрический нагреватель для поддержания нужной температуры раствора. К насосу присоединяется два шланга, через первый под давлением подаётся раствор в аппарат, второй находится в ёмкости с реагентом, подавая раствор к насосу. В качестве реагента использовать щелочной раствор, так как он эффективно разлагает органические отложения. Чтобы приготовить реагент нужна горячая вода при температуре 70–80 °С около 100 литров, в которой последовательно растворяется: гидроксид натрия – 150 грамм, тринатрийфосфат – 350 грамм и нитрит натрия – 200 грамм. После реагента полости теплообменника следует промыть большим объёмом воды или нейтрализующим раствором. Далее нужно продуть теплообменник горячим воздухом до полного высыхания.

ДК 650.98
Телегин Андрей Николаевич, студент; Telegin Andrey Nicolaevich
Сарилов Михаил Юрьевич, доктор техн. наук, профессор;
Sarilov Michail Yurevich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ВНЕДРЕНИЕ ТЕПЛОВИЗИОННОГО МОНИТОРИНГА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

THE INTRODUCTION OF THERMAL IMAGING MONITORING EQUIPMENT TO IMPROVE RELIABILITY AND ENERGY EFFICIENCY

Аннотация. Технологические печи промышленных предприятий нефтхимического комплекса применяются для нагрева различного газообразного и жидкого сырья. Разрушение футеровки и ухудшение их теплофизических свойств приводит к появлению участков с повышенной температурой на наружной поверхности печи, которые могут быть успешно выявлены тепловизионным обследованием.
Summary. Technological furnaces of industrial enterprises of petrochemical complex are used for heating of various gaseous and liquid raw materials. Destruction of lining and deterioration of their thermophysical properties leads to the appearance of sites with high temperature on the outer surface of the furnace, which can be successfully detected by thermal imaging survey.
Ключевые слова: неразрушающий контроль, тепловизор, тепловой контроль, резервуары
Key words: non-destructive testing, thermal imaging, thermal monitoring, reservoirs.

Сегодня в Российской Федерации нефте- газо- перерабатывающей промышленности применяется значительное число объектов трубопроводного транспорта. Среди них: вертикальные стальные резервуары РВС и магистральные трубопроводы - ответственные металлические конструкции.

Существует множество негативных факторов, которые оказывают отрицательное воздействие на уровень жизненного цикла и надежности резервуаров и трубопроводов.

Предотвращение аварийных ситуаций и экологическая защита сегодня возможны только, если вовремя проведена техническая диагностика объектов транспорта и хранения нефти и нефтепродуктов.

Сегодня созданы все условия для внедрения новейших методов неразрушающего контроля. Они обеспечивают ускорение диагностирования,

получение достоверной оценки технического состояния и о прогнозирование остаточного ресурса безопасной эксплуатации.

В настоящее время стоит остро вопрос о разработке такой технической методики, которая позволяла бы быстро, без вывода из эксплуатации проводить обследование резервуаров и трубопроводов. Смогла бы выявлять и с необходимой точностью определять уровень концентрации напряжений в дефектных областях.

В технической литературе тепловой контроль принято подразделят на следующие группы неразрушающего контроля.

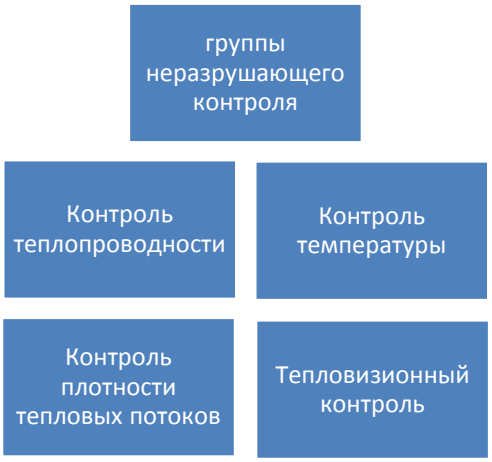


Рисунок 1 – Группы неразрушающего контроля

Именно тепловизионный контроль сегодня широко используется: в технической диагностике, энергоаудите, в различных областях строительства, энергетики, промышленности. Приборы теплового контроля представлены разнообразными моделями. Все они отличаются друг от друга своими техническим характеристикам и комплектацией.

Наиболее распространённые приборы теплового контроля.

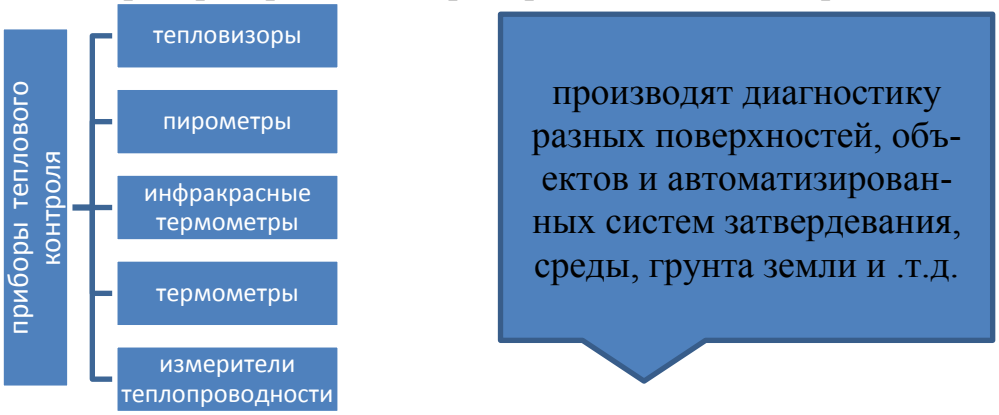


Рисунок 2 – Приборы теплового контроля

Тепловизор - самый известный прибор, осуществляющий тепловой контроль. Популярны тепловизоры стали благодаря возможности исполь-

зования их в самых разнообразных отраслях. Они компактны и малогабаритны, удобны в применении. Конструкция их проста - тепловизионная матрица, объектив и блок обработки информации. Тепловизоры отслеживают даже самые малые изменения и перепады в температурном поле объекта. Вся информация о каких-либо даже незначительных изменениях сохраняется в виде статичного изображений или видео. На определённом уровне температуры свой определённый цвет сигнализирует об изменениях. Современные модели тепловизоров оснащены функцией отображения распределения поверхностной влажности и встроенной фотокамерой для сохранения фотографии исследуемого участка в видимом диапазоне.

Таким образом, рассматривая сегодняшнее состояние технической методики, можно сказать, что тепловой контроль может осуществляться высоко современными приборами, требующие высокого уровня знаний от инженеров и технического персонала. А также и совершенно не сложными в практике методами неразрушающего контроля, которые доступными каждому индивиду. Тепловизоры дают возможность обезопасить не только оборудование, сохранить сырье, но и не подвергать риску население, сохранить окружающую среду, а значит выполнить все требования экологического контроля.

Результатом многолетних научных разработок современной инженерии стали тепловизоры. Сегодня их широко применяют в любой сфере жизнедеятельности, где необходим контроль уровня жидкости, профилактика утечек, выявление дефектов. Наиболее важный участок их применения - это комплексные технические системы обеспечения отсутствия какого-либо риска, в случае реализации которого возникают негативные последствия (вред) в отношении участков трубопроводов в труднодоступных и малонаселенных районах, нефтеперекачивающих станций, нефтедобывающих платформ и т.д.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Вавилов В.П., Климов А.Г., Тепловизоры и их применения, М.: Интел универсал. 2002. – 88с.

2. Вавилов В.П., Александров А.Н., Инфракрасная термографическая диагностика в строительстве. – Библиотечная электротехника, Прилож. к журн. «Энергетик». М.: НТФ «Энергопрогресс», 2003 – 76с.

УДК 668.63 (07)
Турбин Анатолий Максимович, студент, Turbin Anatolii Maksimovich
Мокрицкий Борис Яковлевич, доктор технических наук, доцент; Mokritskii Boris Yakovlevich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СБОРНЫХ ТВЁРДОСПЛАВНЫХ КОНЦЕВЫХ ФРЕЗ

EFFICIENCY OF APPLICATION OF SELECTED IRON-FINISH END MILLS

Аннотация. Существуют концевые составные фрезы, способные снизит затраты на их создание. Сопоставление цельных и составных концевых твёрдосплавных фрез по точностным параметрам обработки показывает, что составные фрезы в значительной области условий эксплуатации составляют конкуренцию цельным фрезам либо уступают им не значительно в пределах точностных параметров.
Annotation. There are end composite cutters that can reduce the cost of their creation. Comparison of solid and composite end carbide milling cutters for precision machining parameters shows that compound mills in a large area of operating conditions compete with integral mills or are inferior to them not significantly within the accuracy parameters.
Ключевые слова: Эксплуатация, концевые фрезы, составные, цельные, режущая часть.
Keywords: Operation, end mills, integral, integral, cutting parts.

Введение

Известны различные виды механической обработки деталей. Наиболее распространённый – фрезерование. Во время эксплуатации фрез возникают различного характера повреждения режущей части инструмента, это связано с высокой нагрузкой инструмента.
Фрезы концевого типа делят на несколько видов. Прежде всего, они могут иметь конический либо цилиндрический хвостовик.

Полученные результаты

При использовании цельного инструмента, возможна переточка, что не всегда является удобным на производстве. Цельный инструмент, изготовленный из твердого сплава, имеет высокую стоимость инструментального материала.
Задачей, на решение которой направленно заявленное изобретение, является создание инструмента с повышенной точностью, жесткостью и устой-

чивостью к динамическим нагрузкам, а также повышенной надежностью и эксплуатационным ресурсом при металлообработке фрезерованием. Данный вид конструкции концевой фрезы (сборный) не является новым, но он направлен на решение проблемы дорогостоящего инструмента, быстрой замене изношенной режущей части.

Конструкция инструмента состоит из частей: режущей части, которая выполнена из твёрдосплавного материала, и хвостовик, (рисунок 1) который выполняли из конструкционного материала (как более дешевого). [1]

Рисунок 1 – Сборная концевая твердосплавная фреза

Это позволяет без ущерба производительности и качеству обработки ограничить область применения дорогостоящих цельных фрез путём совершенствования конструкции и технологии изготовления составных фрез.

Одним из возможных направлений разрешения проблемы инструментального обеспечения современных машиностроительных производств может стать сокращение затрат твёрдосплавного материала за счёт минимизации применения цельных твёрдосплавных концевых фрез при расширении области применения составных фрез. [2]

Первоначально концевые фрезы изготавливали из углеродистых инструментальных сталей. Поэтому они были цельными. Их работоспособность ограничивала низкая износостойкость инструментального материала.

Вывод: При изучении анализа применения сборных фрез выявлено:

1 что с использованием конструкционного материала, затрачиваемых на хвостовики фрез будет снижено на 30-70%.

2 так же в результате проведенных расчетов в программе *SolidWorks* видно, что при замене цельной концевой фрезы (рисунок 2) на составную с хвостовиком из инструментальной быстрорежущей стали Р18, жесткость режущего инструмента снижается.

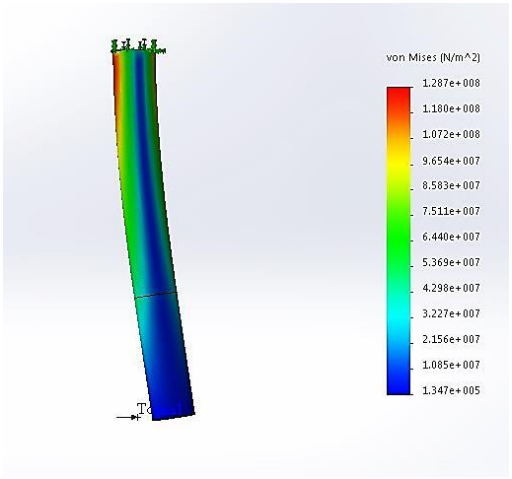


Рисунок 2 - Картина распределения величин напряжений
в модели составной фрезы

Из этого следует вывод, что при использовании составных фрез жесткость инструмента значительно меньше цельных, но их цена компенсирует этот недостаток.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Управление эффективностью применения металлорежущего инструмента : моногр. / Б. Я. Мокрицкий, Т. И. Усова, Я. В. Конюхова. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2017. – 261 с.

2. TUTMET.ru статья [Электронный ресурс] - Электрон. дан. 2014 - 2016.: Режим доступа: http://tutmet.ru/freza-koncevaya-cilindricheskim xvostovikom-gost.html.

УДК 668.63 (07)
Турбин Анатолий Максимович, студент; Turbin Anatolii Maksimovich
Мокрицкий Борис Яковлевич, доктор технических наук, доцент; Mokritskii Boris Yakovlevich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СОСТАВНЫХ КОНЦЕВЫХ ФРЕЗ С ПРИЗМАТИЧЕСКИМ СОЧЛЕНЕНИЕМ РЕЖУЩЕЙ ЧАСТИ И ХВОСТОВИКА

IMPROVEMENT OF COMPOSITE END MILLINGS WITH PRISMATIC CONNECTION OF CUTTING PARTS AND TAILS

Аннотация. Разработана новая конструкция узла сочленения твёрдосплавной режущей части составной концевой фрезы с хвостовиком, выполненным из иного материала, например, из конструкционной стали. Конструкция обеспечивает более высокое качество пайки сочленяемых элементов фрезы за счёт снабжения узла сочленения каналами для отвода газов, образующихся при пайке.
Summary. A new design has been developed for the junction of the carbide cutting part of the composite end mill with a shank made of a different material, for example, structural steel. The design is different in that it provides a higher quality of soldering the mating elements of the milling cutter by supplying the junction unit with channels for evacuating the gases formed during soldering.
Ключевые слова: составная концевая фреза, режущая часть, хвостовик, узел сочленения.
Keywords: composite end mill, cutting part, shank, knot compound.

Применяемые в промышленности монолитные твёрдосплавные концевые фрезы предназначались для обработки заготовок, выполненных из труднообрабатываемых материалов. Но в отечественной промышленности в силу менталитета операторов станков и технологов они применяются в любых условиях эксплуатации, даже при снятии фасок на алюминиевых листах. Обосновывается это удобством и возможностью применять форсированные режимы резания. В результате же оказывается, что резко возрастает доля инструментальных затрат в себестоимости обрабатываемых изделий и растёт доля отказов фрез (рисунок 1). Это свидетельствует о том, что погоня за производительностью обработки в виде форсирования параметров режима резания приводит к нехарактерному износу, т.е. вместо традиционного износа режущих кромок фрезы реализуется отказ путём скола хвостовика, что вызвано исчерпанием ресурса сопротивления твёр-

дого сплава усталостному разрушению в месте консольного крепления хвостовика.

Наиболее развитые инструментальные фирмы разработали компромиссную конструкцию концевой фрезы со сменными режущими головками (рисунок 2).

а) б)

Рисунок 1 - Примеры (а) скола корпуса и картина (б) распределения причин отказа цельных твёрдосплавных концевых фрез [1]

Рисунок 2 - Пример фрезы со сменными резьбовыми твёрдосплавными головками производства фирмы Sandvik Coromant [2]

Такая конструкция позволяет выполнить хвостовик из любого материала. Он с помощью пайки призматическим сочленением соединён со стальной проставкой, в резьбовое отверстие которой монтируется твёрдосплавная сменная режущая часть фрезы. Это удобно, поскольку позволяет вовремя заменить затупившуюся режущую часть и исключает поломки хвостовика. Но стоимость такой фрезы не ниже монолитной из-за сложности изготовления резьбовых участков. Кроме того, фреза состоит из трёх состыкованных между собой элементов, а каждый стык при динамических нагрузках является слабым местом с позиций возникновения вибраций, т.е. конструктив фрезы снижает её виброустойчивость.

Нами использована известная [3, 4] идеология разделения областей применения монолитных и составных фрез. Под составной фрезой понимается такая её конструкция, при которой режущая её часть выполнена из

твёрдосплавного материала и состыкована с хвостовой частью, выполненной из материала, способного успешно сопротивляться усталостному разрушению при знакопеременных циклических нагрузках, например, из конструкционной стали. В работах [3, 4] показано, что при этом обеспечивается производительность и качество обработки, являющиеся традиционными для общего машиностроения и для большинства работ в авиационном машиностроении.

Анализ известных решений [3, 4] узлов сочленения у таких составных фрез показал сложность закладки припоя и отвода газов, образующихся при пайке. В силу этого нами предложено новое решение узла сочленения при призматической конструкции соединения хвостовика с режущей частью. Так, на рисунке 3 показан один из вариантов узла сочленения.

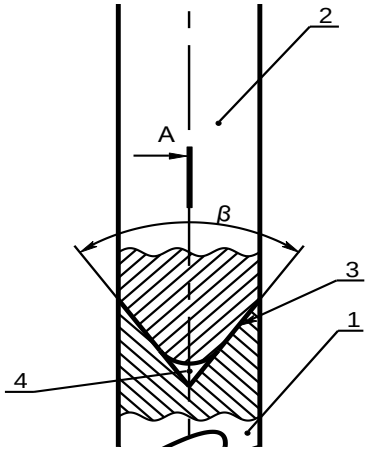


Рисунок 3 - Схема узла сочленения хвостовика с режущей частью: 1 – режущая часть; 2 – хвостовик; 3 – призматические поверхности; 4 – канал для припоя

Сопоставление монолитных и составных концевых твёрдосплавных фрез по точностным параметрам обработки показывает, что составные фрезы в значительной области условий эксплуатации составляют конкуренцию монолитным фрезам либо уступают им незначительно.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Металлорежущий инструмент. Компьютерное моделирование: учебное пособие / Б.Я. Мокрицкий, В.Ю. Верещагин, А.С. Верещагина, П.А. Саблин. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2017.-76 с. ISBN 978-5-7765-1268-1.

2. Мокрицкий Б.Я. Управление эффективностью применения металлорежущего инструмента: моногр. / Б.Я. Мокрицкий, Т.И. Усова, Я.В. Конюхова. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2017. – 261 с. ISBN 978-5-7765-1265-0.

3. Патент РФ №154593 МПК B23C5/10 на полезную модель «Фреза составная с центрирующим конусом и шлицевым соединением»/ Мокрицкий Б.Я., Пустовалов Д.А., Панова Е.А., Алтухова В.В., Саблин П.А., Кваша В.Ю./ патентообладатель ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет»/ заявка № 2015108181/02 от 10.03.2015, опубл. 27.08.2015, Бюл.№ 24.

4. Патент РФ №176315 МПК B23 C5/10 на полезную модель «Фреза твёрдосплавная концевая составная» Мокрицкий Б.Я., Подойницын М.А., Верещагина А.С., Саблин П.А. Патентообладатель ФГБОУ Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет. Заявка 2016145845 от 22.11.2016. Опубл. 16.01.2018. Бюл.№2.

УДК 621.9
Усова Татьяна Ивановна, магистрант; Tatiana Ivanovna Usova
Мокрицкий Борис Яковлевич, доктор технических наук; Mokritskii Boris Yakovlevich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ПРИМЕНЕНИЯ ВИДЕОИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ МИКРОТРЕЩИН

EVALUATION OF PROSPECTS OF APPLICATION OF VIDEO MEASURING EQUIPMENT FOR DETECTION AND MEASUREMENT OF MICRO-INTERFERENCE

Аннотация. Приведены результаты, позволяющие исследовать на мультисенсорной видеоизмерительной машине дефекты и разрушения в объектах, выполненных из прозрачных материалов, в том числе из полимерных.
Abstract. The results allowing to investigate the multi-sensor video-measuring machine defects and destruction in objects made of transparent materials, including polymer ones.
Ключевые слова: мультисенсорный измерительный центр, видеоизмерительная машина.
Keywords: Multisensor measuring center, videoizletive machine

Например, в авиационной и космической технике недопустимо наличие трещин в остеклении. Но надёжных методов [1], позволяющих выявить микротрещины, на промышленных предприятиях нет. Даже многообещающий акустический метод не во всех материалах способен выявить микротрещину.

Нами предпринята попытка проверить возможность применения для этих целей оптического метода контроля с применением видеоизмерительных машин.

Примером такого измерительного средства является мультисенсорный измерительный центр (видеоизмерительная машина) модели Micro-VuSOL 161.На данном средстве нет возможности исследовать наличие микротрещин в остеклении кабины пилота самолёта по техническим причинам, поэтому проведено имитирование процесса выявления дефектов на образцах. Образцы (габариты 100х100х20 мм) заинтересованное предприятие предоставило самостоятельно без разъяснения марокматериалов.

Для улучшения обнаружения дефектов (микротрещин) с помощью видеоизмерительной машины на прозрачных или частично прозрачных объектах были исследованы следующие способствующие технологические приёмы [2].

1 Применение метода капиллярной дефектоскопии, который основан на заполнении трещин под воздействием капиллярных сил свето- и цветоконтрастными составами с последующим проявлением трещин веществами, обладающими высокой поглотительной способностью (рисунок 3).

2 Обнаружение трещин благодаря оснащению видеоизмерительной машины устройством для закрепления фиксации и поворота объекта относительно светового потока (что позволяет улучшить возможность наблюдения и исследования образца) (рисунок 1).

а) б)

Рисунок 1 - Пример изображения трещин: а – при положении объекта, перпендикулярном световому потоку; б - при развороте (видно большее количество трещин) по отношению к световому потоку

3 Применение контрастирующего освещения (ультрафиолетовых и инфракрасных лучей, белого света).Это изменяет отражательную способность материала в местах образования трещин (рисунок 2).

а) б) в)

Рисунок 2– Пример изображения трещин: а – без применения дополнительного освещения; б – с применением инфракрасного освещения; в – с применением ультрофиолетого освещения;

Для обеспечения единства условия измерения дефекты образовывали принудительно путемидентирования образцов. На данных образцах нами были нанесены дефекты с тарированной нагрузкой и разной формой индентора. Пример полученного дефекта приведен на рисунке 3а. Пример этого же дефекта, подвергнутого дополнительно контрастированию проникающей жидкостью марки ЦМ-15В показан на рис. 3б. Такое контрастирование проблематично из-за необходимости последующего вымывания жидкости из трещины.

Следущим шагом работы была оценка минимального размера дефекта, который можно обнаружить с помощью видеоизмерительной

машины и с применением тех или иных способствующих технологических приёмов. Для начала освоили технику измерения длинных (около 5 мм) трещин. В таблице 1 приведены результаты измерений таких дефектов.

а) б)

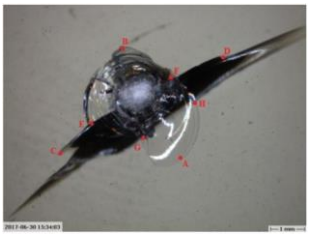


Рисунок 3 – Изображение трещин: а- до окрашивания;
б- после окрашивания.

Таблица 1 - Результат измерения дефектов

Измерение, мм	Протяжённость, мм,	
	До окрашивания	После окрашивания
AB	4,19	4,39
CD	5,75	5,83

Этим исследованием мы убедились, что контрастирование не искажает результат измерения, но повышает точность измерения.

Это оказалось важным далее при измерении мелких трещин. В результате проведения таких исследований установлено, что мультисенсорный измерительный центр (видеоизмерительная машина) модели Micro-VuSOL 161 способен обнаружить микротрещину длиной около 0,1 мм, которая располагается на поверхности (является открытой для проникновения контрастора) и длиной около 0,15 мм для глухих (расположенных в объеме материала без выхода на поверхность) микротрещин. При применении машины другой модели эти значения микротрещин практически не изменились.

Выявленные цифровые значения обнаруживаемых (измеряемых и документируемых) микротрещин не являются критериальными для принятия решения о браке или годности изделия. Но по аналогии могут быть разработаны эталоны для оценки степени годности изделия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Солнцев С. С., Морозов Е. М. Разрушениестекла. Изд. 2-е, испр. М.: Изд-во ЛКИ, 2008. 149 с.

2 Усова Т.И. Расширение технологических возможностей мультисенсорной видеоизмерительной машины / Т.И.Усова, Б.Я Мокрицкий, Д.П. Свиридов //Научно-техническое творчество аспирантов и студентов :Материалы 47-й науч.-технической конф. студентов и аспирантов. Комсомольск-на-Амуре, 10-21 апр. 2017– Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2017. –С. 1111-1113.

УДК 658.5
Холощак Ксения Максимовна, студент; Xenia Maksimovna Kholoschak
Алтухова Виктория Викторовна, старший преподаватель;
Altukhova Victoriya Victorovna
Комсомольск-на-Амуре государственный университет

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БАЗОВОЙ КАФЕДРЫ

VISUALIZATION OF THE BASIC DEPARTMENT ACTIVITY PROCESSES

Аннотация. Данная работа посвящена способам визуализации процесса деятельности базовой кафедры, которая расположена на территории Филиал ПАО «Сухой» «КнААЗ им. Ю.А. Гагарина». Для предоставления видов деятельности базовой кафедры были разработаны методы процессного подхода и приведены их описания.
Summary. This work is devoted to visualizations of the process of activity basic department that is located in the territory of branch of PJSC "Sukhoi" "KnAAZ them. Yu.A. Gagarin ". By providing activities basic department were developed methods processing approach and their identifications are provided.
Ключевые слова: Процессный подход, базовая кафедра
Keywords: Process approach, basic department

Для благополучного управления организацией и её функционирования необходимо управлять ею систематически и прозрачным способом. Результат может быть достигнут в итоге внедрения и поддержания в рабочем состоянии системы менеджмента качества.

Процессный подход это одна из системы управления. В согласовании с данной концепцией вся работа рассматривается как набор процессов. Нередко применяемое определение стандарта ISO 9001: «процесс – это совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих видов деятельности, которые преобразуют входы в выходы». Необходимым элементом процесса считается систематичность действий.

К главным составляющим процессного похода относятся:

- Вход процесса;
- Выход процесса;
- Механизм;
- Управление.

На настоящее время существует немало способов описания процессов. Процессы могут быть представлены в виде схем, таблиц, матриц.

Чтобы определить какой из этих способов наиболее полно описывает процесс, необходимо произвести сравнительный анализ вышеупомянутых способов. Каждый из приведенных способов имеет свои плюсы и минусы. Для более действенного и совершенного описания процесса следует применять различные методы описания в комплексе.

Что и было сделано при разработке Положения о базовой кафедре.

Базовая кафедра считается структурным подразделением университета, расположена на территории филиала публичного акционерного общества «Авиационная холдинговая компания «Сухой» «Комсомольский-на-Амуре авиационный завод имени Ю.А. Гагарина».

Работа базовой кафедры подчиняется требованиям Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации» [1], Порядка создания кафедр, обеспечивающих практическую подготовку обучающихся, на базе иных организаций, осуществляющих деятельность по профилю соответствующей образовательной программы, утвержденным приказом Минобнауки РФ [2], договор о сотрудничестве, который был заключен между КнААЗ и КнАГУ.

Базовая кафедра формируется в целях практической подготовки обучающихся по соответственной образовательной программе, путем осуществления КнАГУ части образовательной программы профиля, нацелена на формирование, укрепление и развитие умений и компетенций, и включена вероятность проведения полных видов учебных занятий и воплощения научной работы на основе привлечения к преподаванию высококвалифицированных специалистов-практиков, образовательного и научного потенциала КнААЗ.

Структура БК включает в себя учебные лаборатории КнААЗ:

- лаборатория механической обработки изделий авиационного назначения на станке с ЧПУ;
- лаборатория автоматизации процессов технологической подготовки авиационного производства;
- лаборатория бортового радиоэлектронного оборудования летательных аппаратов;
- лаборатория измерительных систем, быстрого прототипирования и реверсивного инжиринга.

Различают три вида деятельности базовой кафедры: учебная, методическая, научно-исследовательская.

В описании данных видов деятельности был применен процессный подход с использованием различных методов описания.

Для представления процессов были разработаны матрица, схема, таблица, а также процессная модель по видам деятельности базовой кафедры.

Матрица. Представление информации о деятельности базовой кафедры в виде матрицы дает возможность осветить характер участия руководства и сотрудников на различных этапах деятельности базовой кафедры.

Схема. Позволяет показать организационное подчинение при участии в работе базовой кафедры, а ещё имеет информацию о функциях участников.

Таблица. Используется для решения двух задач: одна из таблиц используется для демонстрации функций участников, которые задействованы в работе базовой кафедры, другая таблица – для хронологической прослеживаемости этапов планирования и организации работы базовой кафедры.

Моделирование процесса с указанием входов и выходов предоставляет всю необходимую информацию о рассматриваемом процессе. В модель так же можно добавить ряд таких элементов как: процессы, которым подчинён данный процесс.

Для более результативного и совершенного описания процесса в представленном случае были использованы различные методы визуализации процесса деятельности БК в комплексе. Каждый из исследованных подходов визуализации ориентирован на прозрачное и систематизированное представление о деятельности базовой кафедры.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Об образовании в Российской Федерации: федер. закон от 29 дек. 2012 г. № 273-ФЗ // Собрание законодательства РФ. – 2012. – № 53 (ч. 1). – Ст. 7598.

2 Об утверждении порядка создания профессиональными образовательными организациями и образовательными организациями высшего образования кафедр и иных структурных подразделений, обеспечивающих практическую подготовку обучающихся, на базе иных организаций, осуществляющих деятельность по профилю соответствующей образовательной программы: приказ Минобрнауки России от 14 августа 2013 г. № 958 // Российская газета. – 2013 г. – 20 сентября.

УДК 621.184.64(07)
Хомченко Надежда Вячеславовна, студент;
Khomchehko Nadezda Vyacheslavovna
Шишкин Борис Васильевич, кандидат технических наук;
Shishkin Boris Vasilievich
Комсомольский-на- Амуре государственный университет

ОПТИМИЗАЦИЯ ХАРАКТЕРИСТИК БЛОКА ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ

OPTIMIZATION OF CHARACTERISTICS OF THE BLOCK EXCHANGER

Аннотация: В данной статье рассматривается применение программного обеспечения «HTRI Xchanger Suite v 5.00» для проектирования и расчета кожухотрубчатых теплообменных аппаратов соединенных в блок. Представлены блоки из аппаратов последовательно и поперечно соединенных между собой.
The summary: In given article application of the software « HTRI Xchanger Suite v 5.00» for designing and calculation Shell and Tube Exchanger connected in the block is considered. Blocks from devices consistently and cross-sectioned connect among themselves are submitted.
Ключевые слова: кожухотрубчатый теплообменный аппарат, «HTRI Xchanger Suite v 5.00», расчет.
Key words: Shell and Tube Exchanger, « HTRI Xchanger Suite v 5.00», calculation.

Для осуществления теплообмена между двумя потоками в нефтехимическом производстве наибольшее распространение получили рекуперативные теплообменники трубчатого типа – кожухотрубчатые теплообменные аппараты

В ряде технологических процессов кожухотрубчатые теплообменные аппараты объединяются в блоки для обеспечения требуемых характеристик [1,2]. Известно две простых схемы соединения рекуперативных теплообменников: последовательное и поперечное соединение аппаратов. В первом случае последовательно соединяются потоки жидкости (газа) в трубном пространсве всех аппаратов, входящих в блок. Также последовательно соединяются потоки в межтрубном пространстве аппаратов. Во втором случае общий поток жидкости (газа) направляется в трубное пространство всех аппаратов блока. Поток в межтрубном пространстве поочередно направляется во все аппараты блока.

Кроме представленных двух простых схем соединения возможны комплексные варианты [1,2]. Возникает задача оптимизация схемы блока для использования в производственном технологическом процессе. Решение обозначенной задачи выполним используя программный продукт «HTRI Xchanger Suite v 5.00».

Рассмотрим блок из однотипных кожухотрубных теплообменных аппартов с установленными параметрами : диаметр кожуха – 600 мм; длина труб – 6000 мм; диаметр труб – 25 мм и т.д. Для выполнения расчета запускаем в меню «Файл» программного продукта «HTRI Xchanger Suite v 5.00» указанный тип теплообменного аппарата. Конструкция аппарата принимается по стандарту ТЕМА [3]. Открыв меню «Кожух» заполним окна в области «Multiple Shells». Здесь представлено два активных окна. Первое из них определяет количество аппаратов в блоке соединенных поперечно, второе – количество аппаратов, соединенных последовательно. Чтобы активным стало третье окно «Multi-shell configuration», количество аппаратов, соединенных последовательно должно превышать единицу. Для проведения расчетов указываем данные о свойствах жидкостей. Запускаем окно «Горячий теплоноситель» и выполним необходимые установки. Затем заполняем установки в окне «Холодный теплоноситель». В окне «Input Summary» заполняем область, связанную с определением режимов теплообменного процесса. В дальнейших расчетах используется батарею из двух кожухотрубчатых горизонтальный теплообменников с температурой горячего теплоносителя 100^0C, холодного – 20^0C. После прохождения батареи теплообменников температура горячего теплоносителя должна составить 70^0C. Горячий теплоноситель направляется в межтрубное простанство теплообменника, а в трубы – холодный теплоноситель. Падающее меню окна «Multi-shell configuration» позволяет рассматривать три соединения аппаратов в блоке: 1) горячий и холодный теплоносители движутся последовательно по аппаратам блока; 2) горячий теплоноситель движется последовательно, холодный – в поперечном направлении по аппаратам блока; 3) горячий теплоноситель движется, в поперечном направлении по аппаратам блока; холодный – последовательно.

В качестве характеристик для представленных выше блоков будем рассматривать: а) процентный рост температуры холодного теплоносителя на выходе из блока ; б) коэффициент мощности (МВт) для каждого теплообменника из блока; в) избыточность конструкции, выраженная в процентах для каждого теплообменника из блока. При этом тип соединения аппаратов в блоке не оказывает значительного влияния на падение давления в трубах и в межтрубном пространстве. Результаты расчета представлены в таблице 1.

Наибольший рост температуры холодного теплоносителя происходит для варианта соединения аппаратов в блок «Cold in Series, Hot in Paral-

lel» (вариант 3). Одновременно коэффициент мощности теплообменного аппарата со стороны подчи холодного теплоносителя в блок достигает максимального значения – 0,32 МВа. Избыточность конструкции для такого соединения минимальна - 190%.

Наибольшая избыточность конструкции отмечается для конструкции «Hot in Series, Cold in Parallel» (вариант 2) и составляет 675%. Коэффициент мащности для одного теплообменного аппарата со стороны выхода горячего теплоносителя из блока равен 0,12 МВа.

Конструкция соединения в блоке «Hot and Cold in Series» по характеристикам занимает промежуточную позицию между вариантами 2 и 3.

Таблица 1 – Характеристики блоков из теплообменников

Конструкция соединения двух теплообменников в блоке	Горячий и холодный теплоносители движутся последовательно по аппаратам блока (вариант 1)		Горячий теплоноситель движется последовательно, холодный – в поперечном направлении по аппаратам блока (вариант 2)		Горячий теплоноситель движется, в поперечном направлении по аппаратам блока; холодный – последовательно (вариант 3)	
Рост температуры холодного теплоносителя на выходе из блока	240%		160%		350%	
Избыточность конструкции	595%	595%	675%	675%	190%	190%
Коэффициент мощности, МВт	0,14	0,14	0,16	0,12	0,32	0,17

Выполненный анализ позволяет рекомендовать при конструировании блока вариант «Cold in Series, Hot in Parallel.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Головачев, В.Л. Промышленные кожухотрубчатые теплообменные аппараты: справочник-каталог / В.Л.Головачев, Г.А. Марголин, В.В.Пугач. – М.:ИНТЭК ЛТД, 1992.- 264 с.

2. Шишкин, Б.В. Теплотехнический расчет и офрмление заказа на теплообменный аппарат: учебное пособие / Б.В.Шишкин. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2014.- 55 с.

3. TEMA 9th edition.Standards of the turbular exchanger manufactures association.- New York.: TEMA, Inc,2007.- 296 p.

УДК 621.184.64(07)
Хомченко Надежда Вячеславовна, студент;
Khomchehko Nadezda Vyacheslavovna
Шишкин Борис Васильевич, кандидат технических наук;
Shishkin Boris Vasilievich
Комсомольский-на - Амуре государственный университет

СНИЖЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ В МЕЖТРУБНОМ ПРОСТРАНСТВЕ КОЖУХОТРУБЧАТЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ

REDUCTION OF HYDRAULIC RESISTANCE IN INTERTRUMPET SPACE TUBULAR EXCHANGER DEVICES

Аннотация: В статье рассматривается применение программного обеспечения «HTRI Xchanger Suite v 5.00» для анализа и расчета гидравлического сопротивления в межтрубном пространстве кожухотрубчатых теплообменных аппаратов. Представлены рекомендации по снижению гидравлического сопротивления.
The summary: In article application of the software « HTRI Xchanger Suite v 5.00» for the analysis and calculation of hydraulic resistance in intertrumpet space tubular exchanger devices is considered. Recommendations for reduction of hydraulic resistance are submitted.
Ключевые слова: кожухотрубчатый теплообменный аппарат, «HTRI Xchanger Suite v 5.00», расчет.
Key words: Shell and Tube Exchanger, « HTRI Xchanger Suite v 5.00», calculation.

Гидравлическое сопротивление в межтрубном пространстве кожухотрубчатых теплообменных аппаратов [1] определяется его конструкцией, гидравлическим сопротивлением трубного пучка, числом и типом перегородок, величиной входных и выходных участков пучка, величиной среза (окна) перегородки, величиной зазора между кожухом и перегородками, величиной зазора между кожухом и перегородками, величиной зазора в обводных коридорах между кожухом и периферийными трубами пучка, наличием отбойников во входном и выходном штуцерах и противобайпасных полос в кожухе аппарата, технологией изготовления, принятой на заводах-изготовителях и т.д.

При проектировании и конструировании теплообменного аппарата необходимо принять обоснованное решение, зависящее от перечисленных факторов и обеспечивающее минимальное гидравлическое сопротивление в межтрубном пространстве кожухотрубчатых теплообменных аппаратов.

Для решения задачи по минимизации гидравлическое сопротивление в межтрубном пространстве используем известный программный продукт«HTRI Xchanger Suite v 5.00» фирмы Heat Transfer Research Inc. Выполним моделирование для теплообменного аппарата с наружным диаметром – 400 мм, диаметром труб в пучке – 25 мм, длиной прямого участка труб – 6000 мм. Ориентация трубного пучка в пространстве принята горизонтальной. Обеспечим противоток холодного и горячего теплоносителей в аппарате. Горячий теплоноситель запускаем в межтрубное пространство. В окне Tube Pitch назначаем шаг труб в пучке относительно их диаметра.

При моделировании необходимо установить в диалоговых окнах из области Shell Geometry типы кожуха теплообменного аппарата, его распределительной камеры и варианты выходных устройств. Применяется стандарт TEMA TEMA 9th edition.Standards of the turbular exchanger manufactures association, в котором соответствующей конструкции присваивается буквенное обозначение, используемое в диалоговых окнах (Рисунок 1). В вариантах конструкции кожуха E, F, G подача теплоносителя осуществляется через один штуцер, в варианте H – через два. Пунктирная линия в вариантах F, G, H определяет продольную перегородку по оси кожуха аппарата.

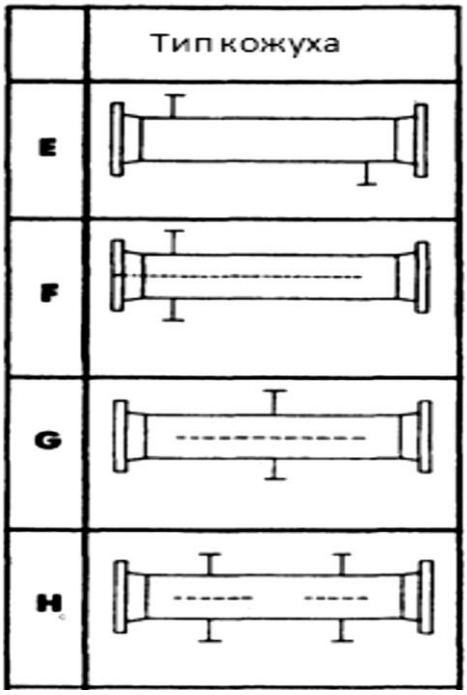


Рисунок 1 – Конструкция кожуха теплообменного аппарата

В области диалоговых окон Baffle Geometry необходимо указать особенности геометрии перегородки трубного пучка, наличие и величину вырезов в ней. При этом рассматриваются следующие типы перегородок : 1) сегментная перегородка (по умолчанию); 2) сегментная типа NTIW; 3) двойная сегментная; 4) штангового типа; 5) трубный пучок без перегородок. Перегородки по кожуху размещены через 400 мм.

После проведения расчетов потери давления в межтрубном пространстве с учетом двух факторов (конструкция кожуха и тип перегородки) можно получить из отчета Output Summary, столбец Shellside. Результаты расчетов приведены в таблице 1.

При отсутствии поперечных перегородок в межтрубном пространстве гидравлическое сопротивление снижается в 5…50 раз в зависимости от конструкции кожуха аппарата. Но использование такой конструкции

аппарата нецелесообразно по причине низкого коэффициента мощности [2]. На практике такие конструкции используются редко.

Таблица 1 – Гидравлическое сопротивление в межтрубном пространстве теплообменного аппарата

Тип перегородки	Гидравлическое сопротивление в межтрубном пространстве, kPa			
	Конструкция кожуха аппарата по стандарту TEMA			
	E	F	G	H
Сегментная	206	1780	290	26
Сегментная типа NTIW	133	983	139	15
Двойная сегментная	66	931	67	10
Штангового типа	14	81	12	5
Без перегородок	7	36	9	5

Для всех приведенных типов кожуха аппарата наблюдается существенная зависимость гидравлического сопротивления в межтрубном пространстве от типа перегородки. Однако с ростом гидравлического сопротивления в межтрубном пространстве также возрастает коэффициент мощности теплообменного аппарата. Максимальное значение гидравлического сопротивления соответствует конструкции кожуха F. В этом варианте теплоноситель по межтрубному пространству совершает двой ход. Поворот потока теплоносителя в правой части кожуха аппарата (рисунок 1, F) является причиной значительного роста гидравлического сопротивления.

Вывод: изменение конструкции кожуха теплообменного аппарата и типа поперечных перегородок позволяет значительно снизить гидравлическое сопротивление в межтрубном пространстве. Но при этом снижается коэффициент мощности аппарата.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Головачев, В.Л. Промышленные кожухотрубчатые теплообменные аппараты: справочник-каталог / В.Л.Головачев, Г.А. Марголин, В.В.Пугач. – М.:ИНТЭК ЛТД, 1992.- 264 с.

2 HTRI Xist 5.0 Online Help – Texas 77845 USA, 2006.- 361 p.

УДК. 658. 001
Шарипов Шариф Шириншоевич, студент; Sharif Shirinshoevich Sharipov
Олещук Валентина Александровна, доцент кафедры ТМ;
Oleschuk Valentina Aleksandrovna
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ПРЕИМУЩЕСТВА СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА «ТОЧНО В СРОК»

ADVANTAGES OF THE ORGANIZATION SYSTEM PRODUCTION PROCESS "JUST IN TIME"

Аннотация: Данная работа посвящена анализу преимуществ внедрения системы организации производственного процесса «точно в срок». Система «точно в срок» является необходимой составляющей внедрения на предприятии бережливого производства. Неизбежное увеличение объема «незавершенного производства», характерно для традиционной системы планирования производственного процесса. Применение системы «точно в срок», которая обладает рядом преимуществ, становится очень своевременным и эффективным методом организации производства.
Annotation This work is devoted to the analysis of the advantages of implementing the system of organizing the production process "just in time." The "just-in-time" system is a necessary component of the introduction of an ambitious production facility. The inevitable increase in the volume of "unfinished production" is typical for the traditional production planning system. The application of the "just-in-time" system, which has a number of advantages, becomes a very timely and effective method of organizing production.
Ключевые слова: Система «точно в срок», незавершенное производство, потери, не создавать лишнего, запрос потребителя.
Key words: System "just in time", work in progress, losses, do not create unnecessary, consumer request.

Определяющими факторами успеха в авиационной промышленности сегодня и в обозримом будущем является уменьшение времени выхода продукции на рынок, снижение её себестоимости и повышение качества. Возникла необходимость во внедрении такой системы планирования, как всего производственного цикла, так и его составляющих, которая позволила бы повысить мобильность производства, свести до минимума объемы незавершенного производства.

Термин «точно в срок» *(just-in-time — JIT)* используется по отношению к производственным системам, которые тщательно спланированы во времени — так, что на каждом этапе процесса следующая партия заготовок

прибывает для обработки точно в тот момент, когда предыдущая партия завершена. Отсюда и название *just-in-time* (точно в срок, только вовремя). В результате получается система, в которой отсутствуют потери, связанные с ожиданием следующей партии.

Точно в срок или Just in Time (JIT) – это концепция управления производством, которая направлена на снижение количества запасов. К числу таких запасов можно отнести «межоперационные пролеживания». Они образуются в результате того, что на одном станке обработка партии деталей не завершена и, все детали «ждут» пока не будет обработана последняя деталь этой партии, и партия не будет передана на последующий этап обработки или сборку. Так называемое «незавершенное производство». В формирование таких запасов вложены деньги, эти средства находятся на балансе завода, это так называемые «замороженные» деньги и являются потерями. Необоснованные расходы представляют собой непроизводительные затраты. Применение Just in Time повышает эффективность производства за счет снижения потерь, связанных с непроизводительными затратами, которые добавляют стоимость продукции. Для любого предприятия, стремящегося конкурировать на рынке, важным преимуществом является предоставление потребителю необходимого и качественного товара по более низкой цене в кратчайшие сроки.

Ключевыми преимуществами внедрения системы «точно в срок» являются:

- пониженный уровень или их полное отсутствие «межоперационных пролеживаний»;
- высокое качество продукции;
- гибкость всего производственного процесса;
- сокращение сроков производства;
- поставка потребителю требуемого количества изделий;
- повышение производительности и эффективности использования оборудования;
- снижение объема брака и переработок;
- уменьшенные требования к площадям.

За счет повышения точности планирования производственного цикла и согласованность работы всех структурных подразделений предприятия время изготовления всех комплектующих конкретного заказа можно свести до минимума.

Время ожидания обработки, на последующей операции в соответствии с технологическим процессом, очередной партии заготовок должно стремиться к нулю. Сокращение времени ожидания может быть выполнено за счет рационального размещения оборудования, применения технологий групповой обработки, сокращения длины очереди на обработку, повыше-

ния координации и согласованности между последовательными процессами и подразделениями предприятия.

В соответствии с концепцией «точно в срок» необходимые комплектующие, материалы, заготовки поступают в нужном количестве в нужное место и в нужное время.

Производственный процесс планируется таким образом, чтобы очередная партия заготовок поступала на обработку только после того, как завершена обработка предыдущей партии и оборудование было готово к выполнению для её обработки. При этом главным является тот факт, что не производится лишнего количество заготовок. Каждый этап производственного процесса выпускает именно столько продукции, сколько требуется следующему участку производства. В системах «точно в срок» управление перемещением работы закреплено за последующей операцией: каждый рабочий участок по мере необходимости «притягивает» себе продукцию с предыдущего участка. Активным элементом при такой форме организации производственного процесса является диспетчер сборочного цеха. Диспетчер сборочного цеха определяет, какие необходимые детали и агрегаты должны поступить на сборку заданного числа. При этом количество деталей и агрегатов рассчитывается строго по технологии сборки. Лишние детали и узлы не нужны. В сборочных цехах даже нет складов для хранения избыточных запасов.

Таким образом, «межоперационные пролеживания» минимизируются. В результате резко сокращается одна из составляющих «незавершенного производства».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бункин В.А., Курицкий Б.Я. Решение задач оптимизации в управлении машиностроительным производством. - М.: Машиностроение, 2006. – 232.

2. Стивенсон, В. ДЖ. Управление производством / В. ДЖ. Стивенсон. – М.: БИНОМ, 2008.

3. Мугак Т.А., Терехин И.А. Применение концепции just-in-time на отечественных предприятиях // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 7. – С. 141-143.

4. URL: http://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=34163 (дата обращения: 25.02.2018).

СЕКЦИЯ

УПРАВЛЕНИЕ И АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

УДК 612.3.05
Абулхаев Хурсандмурод Кодирович, студент;
Abulhaev Hursandmurod Kodirovich
Валиев Махмадрахим Абдугаффорович, студент;
Valiev Mahmadrahim Abdugafforovich
Васильченко Сергей Александрович, кандидат технических наук, доцент;
Vasilchenko Sergey Aleksandrovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

УЛУЧШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

IMPROVEMENT OF ENERGY EFFICIENCY OF ELECTRIC NETWORKS OF METALLURGICAL ENTERPRISE

Аннотация: Рассмотрены способы уменьшения токов в электрических сетях металлургических предприятий, основанные на использовании компенсаторов реактивной мощности, снижении мощности искажения и применении специальных источников питания потребителей.
Summary: Methods for reducing currents in electric networks of metallurgical enterprises based on the use of reactive power compensators, reducing power distortion and applying special power supplies to consumers are considered.
Ключевые слова: реактивная мощность, мощность токов высших гармоник, снижение потребляемой реактивной мощности и мощности токов высших гармоник.
Key words: reactive power, power of harmonics currents, reduction of consumed reactive power and power of currents of higher harmonics.

Металлургические предприятия относятся к категории энергонасыщенных предприятий. Выплавка металла и производство проката требует больших затрат энергии, в том числе и электрической энергии.

Задачей повышения энергоэффективности электрических сетей является снижение удельных затрат электрической энергии на выпускаемую продукцию. Основные пути решения этой задачи – это использование современных производственных технологий экономящих электрическую энергию, использование электроприемников с высоким коэффициентом полезного действия и снижение потерь электрической энергии при ее передаче по электрическим сетям предприятия.

Номенклатура электроприемников, установленных в цехах металлургических предприятий, очень разнообразна как по их технологическому назначению, так и по их установленной мощности и режимам энергопотребления. Основную часть электрической энергии на таких предприятиях

потребляют электрические двигатели различных технологических механизмов и дуговые сталеплавильные печи.

Асинхронные электрические двигатели, питающиеся непосредственно от сети переменного напряжения потребляют активную мощность и реактивную мощность. Частотно-регулируемые электроприводы переменного тока, питающиеся от первичной сети переменного тока через транзисторные преобразователи частоты на основе автономных инверторов, потребляют из сети активную мощность и мощность токов высших гармоник. Потребление реактивной мощности вследствие применения на входе инверторов неуправляемых выпрямителей практически отсутствует.

До настоящего времени на механизмах прокатного производства продолжают широко использоваться регулируемые электроприводы на основе электрических двигателей постоянного тока питаемых от первичной сети переменного тока через управляемые выпрямители с фазовым регулированием выпрямленного напряжения. Такие электроприводы в процессе регулирования их скорости, кроме изменяющейся активной мощности потребляют из сети изменяющуюся в широких пределах реактивную мощность.

В электрических сетях присутствуют потребители с относительно ровным графиком нагрузки потребляемой реактивной мощности. Поэтому для обеспечения их реактивной мощностью удобно использовать нерегулируемые компенсирующие установки на основе батарей конденсаторов, подключаемых к шинам распределительных подстанций с помощью выключателей с низким быстродействием конструкция которых не рассчитана частые коммутации.

К промышленным электроприемникам с ровным графиком потребляемой реактивной мощности в первую очередь следует отнести асинхронные электроприводы насосных агрегатов, не требующих широкого диапазона регулирования производительности насосов.

Наиболее мощные электроприемники металлургического производства – это электродуговые печи, номинальная мощность которых может достигать 100 МВА. Цикл плавки металла в таких печах предполагает наличие нескольких технологических стадий, на которых потребляемая из сети активная и реактивная мощности различны. Длительность цикла плавки составляет примерно 270 минут. Изменения активных и реактивных нагрузок печи происходят примерно каждые 15…20 минут. Реактивные нагрузки в процессе цикла плавки могут достигать примерно 55 % от полных нагрузок.

Для компенсации реактивной мощности, потребляемой дуговыми электросталеплавильными печами, можно использовать регулируемые компенсирующие установки на основе батарей конденсаторов, подключаемых к шинам распределительных подстанций с помощью выключателей с

высоким быстродействием конструкция которых рассчитана частые коммутации.

Кроме того, ток горящей в электропечи дуги заметно отличается от синусоидального и работа дуговой сталеплавильной печи сопровождается потреблением из сети мощности высших гармоник [1]. Для подавления создаваемых электропечами токов высших гармоник целесообразно использование набора пассивных LC-фильтров с различными резонансными частотами, коммутируемых с помощью выключателей с высоким быстродействием в сочетаниях определяемых гармоническим составом потребляемого печью тока

Потребляемая тиристорными преобразователями регулируемых электроприводов прокатного оборудования активная и реактивная мощность изменяется в больших пределах и очень динамично в соответствии с быстро изменяющимися режимами работы прокатного технологического оборудования. Также динамично изменяется потребляемая преобразователями из сети мощность высших гармоник, оставаясь одинаковой по составу высших гармоник тока [1]. Для снижения реактивной мощности, потребляемой электроприводами прокатного оборудования, возможно применение управляемых преобразователей переменного напряжения в постоянное с пониженным потреблением реактивной мощности, в том числе и преобразователей, выполненных на полностью управляемых полупроводниковых приборах [2,3].

Другим путем снижения потребляемой из сети такими преобразователями реактивной мощности может быть использование быстродействующих активных компенсирующих устройств на основе полностью управляемых полупроводниковых приборов.

Для эффективного улучшения гармонического состава потребляемого этими электроприводами из сети тока следует использовать активные фильтры на основе полностью управляемых полупроводниковых приборов.

Рассмотренные выше способы увеличения энергоэффективности электрических сетей будут более детально исследованы в дальнейшем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Иванов, В.С. Режимы потребления и качество электроэнергии систем электроснабжения промышленных предприятий / В.С. Иванов, В.И. Соколов - М.: Энергоатомиздат, – 1987. – 336 с.

2. Маевский, О.А. Энергетические показатели вентильных преобразователей / О.А. Маевский. – М.: Энергия, 1978. – 320 .

3. Перельмутер, В.М. Системы управления тиристорными электроприводами постоянного тока / В.М. Перельмутер, В.А. Сидоренко. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 304.

УДК 621.313.292
Агаркова Анастасия Сергеевна, студентка; Agarkova Anastasiia Sergeevna
Сериков Александр Владимирович, доктор технических наук, доцент;
Serikov Aleksandr Vladimirovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

БЕСКОНТАКТНЫЙ ГЕНЕРАТОР ДЛЯ АВТОНОМНЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

CONTACTLESS GENERATOR FOR AUTONOMOUS POWER SUPPLY SYSTEMS

Аннотация. В работе рассмотрена классификация бесконтактных электрических машин, перечислены достоинства и недостатки асинхронных генераторов относительно синхронных. Приведены особенности расчета асинхронного генератора.
Summary. The paper considers the classification of contactless electrical machines, lists the advantages and disadvantages of asynchronous generators with respect to synchronous. The features of the calculation of the asynchronous generator.
Ключевые слова: бесконтактные электрические машины, асинхронный генератор, микро-гидроэлектростанция, автономное электроснабжение.
Key words: contactless electrical machines, asynchronous generator, micro hydroelectric power station, autonomous power supply.

В современных системах автономного электроснабжения широко применяются бесконтактные генераторы. В качестве источников механической энергии в этих системах могут использоваться ветро- и гидротурбины, двигатели внутреннего сгорания и другие. В качестве преобразователя механической энергии в электрическую используются синхронные, асинхронные генераторы и генераторы нетрадиционных типов. Перспективным направлением в развитии таких преобразователей является исключение щёточно-контактного узла [1]. Классификация таких бесконтактных машин представлена на рисунке 1.

Наиболее распространенным является синхронный генератор с постоянными магнитами или обмоткой возбуждения. Кроме этого на практике использование нашли асинхронные генераторы. Бесконтактные машины постоянного тока реализуются на базе рассмотренных ранее машин переменного тока, снабженных полупроводниковыми преобразователями. Нетрадиционные типы бесконтактных машин предназначены для перспективных энергетических установок или систем в специфических окружающих условиях.

Достоинствами асинхронного генератора является то, что он технически значительно проще синхронного. Это позволяет обеспечить большую степень защиты от внешних воздействий, а также выдерживать короткие замыкания и небольшие перегрузки. При этом он отличается малой степенью нелинейных искажений, это дает возможность обеспечения питания сложной электронной аппаратуры, чувствительной к качеству и стабильности электроснабжения. Помимо этого он практически не имеет вращающихся обмоток и электронных деталей, которые, как правило, всегда первыми выходят из строя.

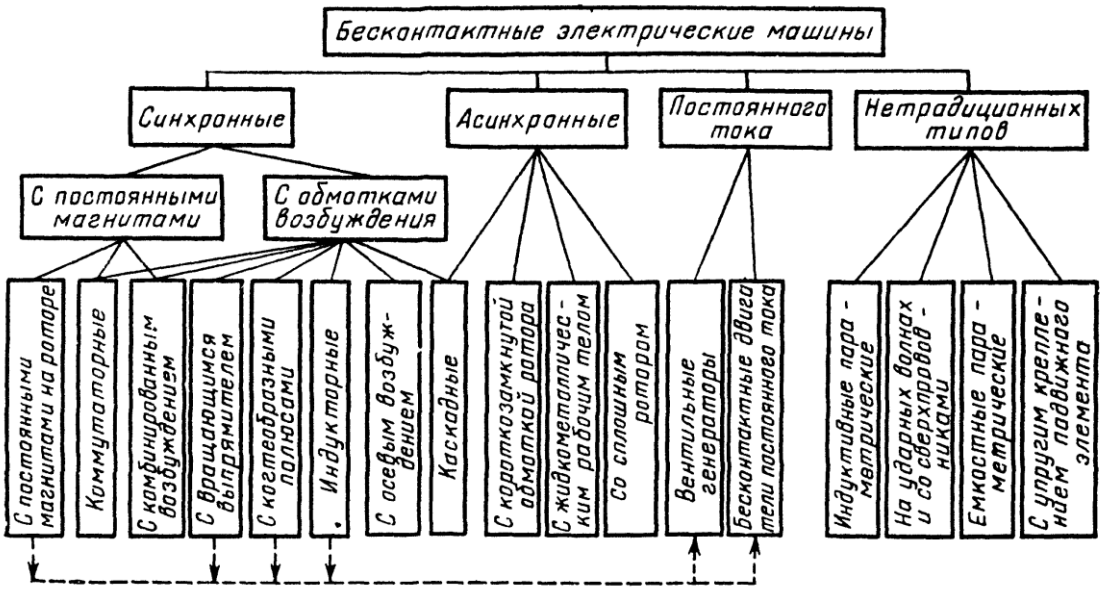


Рисунок 1 – Классификация бесконтактных электрических машин

Недостатком является то, что асинхронный генератор используется в основном на бытовых электростанциях малой и средней мощности. При этом он не способны выдерживать кратковременных всплесков нагрузки от потребителей и практически все мощные электроприборы требуют высоких пусковых токов, поэтому необходимо иметь «оперативный» запас мощности, в 2,5…3 раза превышающий мощность подключаемой нагрузки. По способу возбуждения различают асинхронные генераторы: с самовозбуждением (конденсаторы или вентильные преобразователи); с независимым возбуждением (от внешнего источника переменного напряжения).

Регулирование основного магнитного потока для стабилизации напряжение возможно следующими способами: подмагничиванием спинки статора генератора; изменением напряжения на конденсаторах; изменением емкости шунтирующих конденсаторов; применением конденсаторов с переменной (регулируемой) диэлектрической проницаемостью; компаундированием возбуждения.

В последнее время все больший интерес вызывают полупроводниковые преобразователи на базе IGBT-транзисторов. В процессе работы асинхронного генератора на характеристики его выходного напряжения существенное влияние сказывают как изменения нагрузки, так и изменения приводного момента турбины. Для компенсации часто используются схемы подключения асинхронного генератора к нагрузке через звено постоянного тока (рисунок 2).

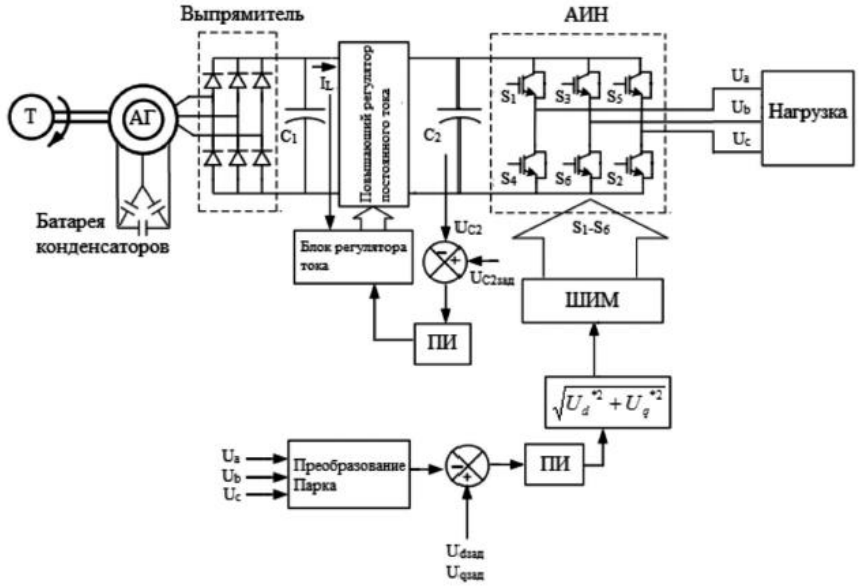


Рисунок 2 – Схема регулирования выходных параметров асинхронного генератора

Последовательность расчета асинхронного генератора не отличается от расчета обычной асинхронной машины, но имеет специфические вопросы проектирования: выбор схемы выпрямления; определение расчетной выпрямленной мощности; определение фазного тока и напряжения; выбор электромагнитных нагрузок и соотношения между ними; особые указания по выбору числа пар полюсов, пазов, витков в фазе, глубины и формы пазов; коррекция воздушного зазора; особая методика построения векторной диаграммы напряжений; расчет внешней, регулировочной и нагрузочной характеристик.

Таким образом, в автономных системах электроснабжения целесообразно использовать асинхронные генераторы с вентильными схемами возбуждения. Для электромагнитного расчета таких устройств необходимо учитывать приведенные особенности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бут Д. А. Бесконтактные электрические машины / Д. А. Бут. - М. : Высшая школа, 1990. – 417 с.

УДК 528.854
Аксютина Мария Сергеевна, аспирантка; Aksyutina Mariya Sergeevna
Гончарук Сергей Евгеньевич, студент; Goncharuk Sergej Evgen'evich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

РАСПОЗНАВАНИЕ ОБЪЕКТОВ В ВИДЕОПОТОКЕ ПРИ ПОМОЩИ АЛГОРИТМА YOLO И ТЕХНОЛОГИИ OPENFACE

RECOGNITION OF OBJECTS IN VIDEO FLOW WITH THE POWER OF YOLO ALGORITHMS AND OPENFACE TECHNOLOGIES

Аннотация. Проведен критический анализ существующих алгоритмов онлайн-обнаружения нескольких подвижных объектов. Для решения задачи наблюдения за людьми в контролируемом помещении при помощи одной камеры выбран алгоритм YOLO.
Summary. A critical analysis of existing algorithms for online detection of several mobile objects is carried out. To solve the task of monitoring people in a controlled room using a single camera, the YOLO algorithm is chosen.
Ключевые слова: компьютерное зрение, YOLO, OpenFace, распознавание образов.
Key words: computer vision, YOLO, OpenFace, pattern recognition.

Отслеживание нескольких объектов в видеоряде является важной задачей компьютерного зрения. Многоцелевое отслеживание в онлайн-режиме имеет широкое применение в различных областях видеоанализа, таких как визуальное наблюдение, роботизированная навигация, автономное вождение и анализ спортивных событий. Применение этого метода анализа видеоряда позволяет освободить человека от решения таких задач, ранее требовавших его участия.

Для решения этой задачи предлагаются всё новые и новые подходы [1, 2,3], однако, существующие интеллектуальные системы демонстрируют низкую производительность при столкновении с такими проблемами как частичное или полное перекрытие отлеживаемых объектов другими объектами, изменения освещенности в кадре, низкое качество изображения, непредусмотренные движения камеры и другие изменения окружающей среды. Подобные помехи приводят к потере целевого объекта и нарушению целостности трека слежения.

Нам была поставлена задача: разработать систему, позволяющую распознавать людей в видеопотоке в реальном времени с сохранением за каждым обнаруженным объектом уникального идентификатора.

Современные алгоритмы используют разные подходы для решения этой задачи: прогнозирование перемещения объекта[1], описание призна-

ков объекта[2], использование детекторов классов объектов[3, 4]. Все эти методы повышают точность отслеживания, но также и делают работу алгоритмов более вычислительно сложной.

Согласно литературному источнику[5], среди представленных в открытом доступе алгоритмов, YOLO является самым эффективным, при сравнении по таким показателям как апостериорный максимум (mAP) и кадровая частота (FPS) (таблица 1). Поэтому он был выбран нами для обработки видеоряда при помощи одной камеры. Заявлено, что базовая сеть YOLO работает со скоростью 45 кадров в секунду, а быстрая версия работает со скоростью более 150 кадров в секунду, что является высокими показателями скорости работы. Кроме того, YOLO достигает более чем в два раза лучшей средней точности по сравнению с другими алгоритмами, работающими в режиме реального времени.

Таблица 1 – Сравнение показателей работы алгоритмов детектирования

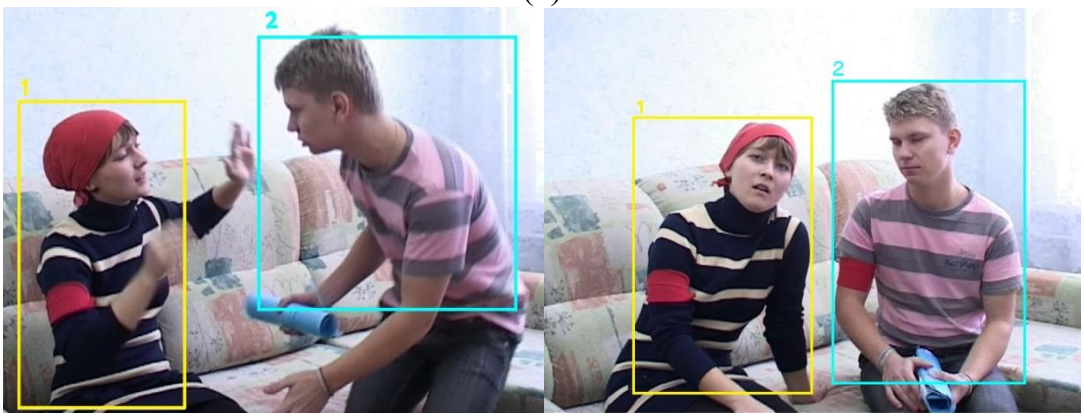
Название алгоритма	mAP	FPS	Название алгоритма	mAP	FPS
Real-Time Detectors			Less Than Real-Time Detectors		
100 Hz DPM	16.0	100	R-CNN Minus R	53.5	6
30 Hz DPM	26.1	30	Fast R-CNN	70.0	0.5
Fast YOLO	52.7	155	Faster R-CNN VGG-16	73.2	7
YOLO	63.4	45	Faster R-CNN ZF	62.1	18

Также эта модель имеет ряд преимуществ по сравнению с другими методами обнаружения объектов. В отличие от методов, основанных на использовании ограничивающих рамок и областей (например, R-CNN), YOLO обрабатывает весь кадр во время обучения и тестирования, поэтому он также распознает более подробную контекстную информацию об обнаруженных классах. А поскольку YOLO является обобщаемым, то его работа с меньшей степенью вероятности нарушается при применении на новых вводных данных, например на произведениях искусства[5].

Алгоритм YOLO объединяет отдельные компоненты обнаружения объекта в одну нейронную сеть. Эта сеть анализирует все детали изображения для прогнозирования каждого ограничивающего прямоугольника. Также она предсказывает одновременно все ограничивающие прямоугольники для изображения. Это означает, что сеть описывает полное изображение и все объекты на изображении одновременно. Конструкция YOLO обеспечивает сквозное обучение и высокую скорость работы в режиме реального времени при сохранении высокой средней точности распознавания[6].

Алгоритм YOLO был протестирован нами с использованием видеоряда, предварительно загруженного на ПК, и видеоряда, полученного непосредственно с веб-камеры. В обоих случаях движущиеся объекты выделены на кадре корректно, что показано на рисунке 1.

(а)



(б)

Рисунок 1 – Демонстрация работы алгоритма YOLO: (а) – в режиме online, (б) – в стационарном режиме

Однако при выходе объекта за границы видения камеры ему присваивается новый идентификационный номер, что делает невозможным составление полной картины о передвижении объекта.

Для решения этой проблемы мы предлагаем дополнительно использовать алгоритм распознавания лиц, для того, что бы связывать воедино те обнаружения, которые будут принадлежать одной персоне.

Мы предлагаем также использовать технологию OpenFace[7] для распознавания лиц объектов, появляющихся в кадре. Эта технология отличается высокой точностью распознавания и находится в открытом доступе.

Предварительно алгоритм OpenFace представляет исходное изображение в виде гистограммы направленных градиентов(Histogram Oriented Gradient – HOG)[8] для поиска всех лиц в кадре, затем определяет 68 антропометрических точек, расположенных по костной структуре лица человека. После чего происходит масштабирование и центрование изображения так, что бы глаза и рот объекта находились в центре изображения, как если бы человек был повернут к нам в анфас. Это необходимо для более точного последующего извлечения базовых характеристик лица [7].

После проведения предварительной обработки изображения, предва-

рительно обученная глубокая свёрточная нейронная сеть определит 128 характеристик для каждого лица. Теперь эти характеристики не будут привязаны к костной структуре лица, нейронная сеть сама определяет характерные параметры.После определения и записи характеристик для каждого лица идентификация человека в кадре осуществляется при помощи алгоритма классификации [7].

Использование двух алгоритмов существенно скажется на производительности системы видеообнаружения. Но, распознавание лиц можно использовать не на протяжении всей сессии наблюдения, а только в критические моменты – когда нужно подтвердить или опровергнуть результаты работы детектора YOLO.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Tracking Multi-object Using Tracklet and Faster R-CNN: PhD Forum / Y. Dorai [и др.] // Proceedings of the 10th International Conference on Distributed Smart Camera : ICDSC ’16. – New York, NY, USA: ACM, 2016. – С. 222–223.

2. Sanchez-Matilla R. Online multi-target tracking with strong and weak detections [Электронный ресурс]/ R. Sanchez-Matilla – URL: http://www.eecs.qmul.ac.uk/~andrea/eamtt.html (дата обращения: 08.04.2018).

3. Xiang Y. Learning to Track: Online Multi-object Tracking by Decision Making [Электронный ресурс] / Y. Xiang, A. Alahi, S. Savarese // 2015 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV). – 2015– С. 4705-4713, URL: http://www.eecs.qmul.ac.uk/~andrea/eamtt.html (дата обращения: 08.04.2018).

4. Амосов О.С., Малашевская Е.А., Баена С.Г. Субоптимальное оценивание случайных последовательностей с использованием иерархических нечетких систем // Информатика и системы управления. 2013. № 3 (37). С. 123-133.

5. Redmon J. You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection [Электронный ресурс] /J. Redmon [и др.]– 2015. –URL: https://arxiv.org/abs/1506.02640 (дата обращения: 08.04.2018).

6. Redmon J. YOLO9000: Better, Faster, Stronger / J. Redmon, A. Farhadi // –URL: https://arxiv.org/abs/1612.08242 (дата обращения: 08.04.2018).

7. Baltrušaitis T. OpenFace: An open source facial behavior analysis toolkit / T. Baltrušaitis, P. Robinson, L.P. Morency // 2016 IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV). – 2016.– С. 1-10.

8. Dalal N. Histograms of oriented gradients for human detection / N. Dalal, B. Triggs // 2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR’05). – 2005. – Т. 1. – С. 886-893.

УДК 620.197.5
Аунг Мьинт У, студент; Aung Myint Oo
Егоров Владислав Алексеевич, кандидат технический наук, доцент;
Egorov Vladislav Alekseevich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

СТЕНД ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМЫ КАТОДНОЙ ЗАЩИТЫ КОРПУСА СУДНА

STAND FOR EXPERIMENT STUDY OF THE CATHODIC PROTECTION SYSTEM OF THE SHIP HULL

Аннотация. В данной работе описана экспериментальная установка предназначенная для исследования и доводки системы катодной защиты корпуса судна.
Summary. In this article describes an experimental setup designed for research and finished development of cathodic protection system of the vessel hull.
Ключевые слова: Эксперимент, электрод, Медь, Железо, потенциал, ток, реакция.
Key words: Experiment, Electrode, Cupper, Iron, Potential, Current, Reaction.

В 1931-1934 годах в результате проведения экспериментов по измерению электрических токов, вызванных коррозией металла в растворах соли была сформулирована электрохимическая теория коррозии, предложенная Эвансом и коллегами. Из которой следовало, что область, богатая кислородом, становится катодной, и металл защищен, а область обедненная кислородом, будучи анодной, подвергается коррозии [1]. В соответствие с этим принципом, была разработана системы катодной защиты корпуса судна от коррозии. бДля испытания работоспособности системы катодной защиты были изготовлены два гальванических элемента с электродами из меди и железа. В качестве электролита использован раствор поваренной соли, с концентрацией 50г (NaCl) на 400 мл воды. Первый, (контрольный) элемент показан на рисунке 1.

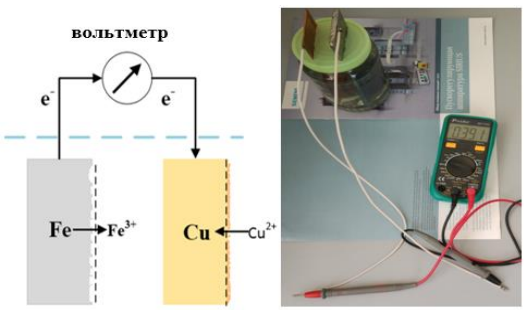


Рисунок 1 - Гальваническая коррозия между медью и железом

Когда электроды из железа и меди электрически соединены, реакция редукции происходит для меди за счет окисления железа. Cu^{2+}ионы осаждаются в виде металлической меди на медном электроде, в то время как железо растворяется (коррозирует) на другом электроде и входит в раствор как Ионы Fe^{2+}.Разница в электрическом потенциале между анодом и катодом измеряется вольтметром и называется напряжением ячейки (ЭДС). Напряжение ячейки также зависит от концентрации в растворе ионов. В эксперименте измеренный потенциал напряжения 0,391 в почти равен стандартному потенциалу (0,38 в) пары Cu-Fe, как показано на рисунке 1.

Скорость коррозии меди в морской воде в среднем составляет 600-700 мг/см2 г за восьмилетний период [2]. Поэтому, за время проведения эксперимента, количество осажденной меди, обусловленное ионами Cu2+ на медном электроде было незначительно. Но на железном электроде результаты коррозии железа заметны, и показаны на рисунке 2.

Рисунок 2 - Внешний вид контрольного образца 1

Ко второму элементу, был приложен потенциал с напряжением 0.76 В при помощи спроектированной системы катодной защиты, общий вид которой, показан на рисунке 3.

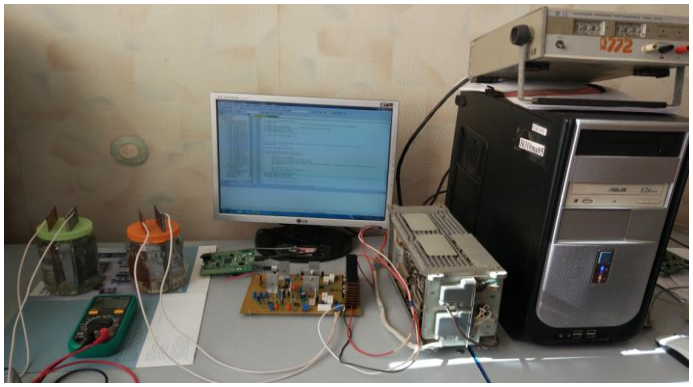


Рисунок 3 - Общий вид стенда

Контур тока системы имеет высокое быстродействие, и реализован на однокристальном микроконтроллере STM32F407. Функциональная схема стенда приведена на рисунке 4.

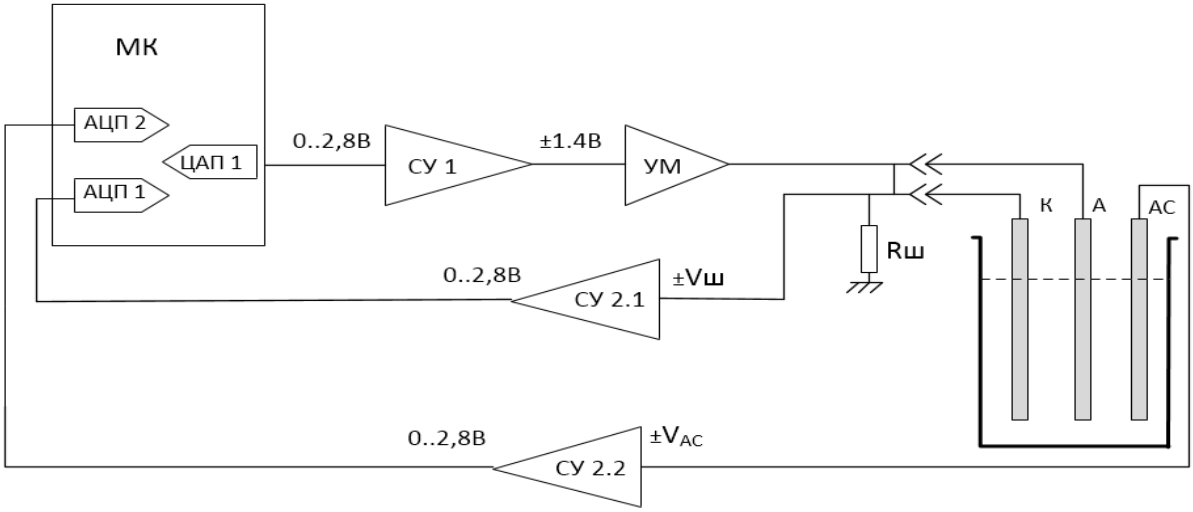


Рисунок 4 - Функциональная схема стенда

В результате, работы системы катодной защиты, защищаемый железный электрод покрылся тонким слоем меди (рисунок 5), что свидетельствует о явлении электролиза. Коррозии, защищаемого железного электрода не происходит.

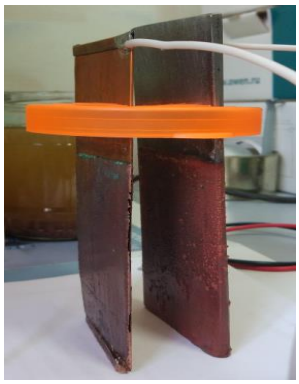


Рисунок 5 - Образец, подвергшийся катодной защите

Подбор потенциала и необходимого тока, при проведении испытаний, позволил настроить режимы работы сконструированной системы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. V.S. Sastri, Edward Ghali, Mimoun Elloujdaini / Corrosion Prevention and Protection, 2007, Pages119-110.

2. V. Kucera, D. Knotkova, J. Gullman, P. Holler / International Congress on Metallic Corrosion, Madras, India, Vol. 1, CERI, 1987, Page 167.

УДК 620.92
Афанасьев Денис Игоревич ,студент; Afanasev Denis Igorevich
Кузьмин Роман Вячеславович, кандидат технических наук, доцент;
Kuzmin Roman Vyacheslavovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ МИКРОГЭС НА БАЗЕ АСИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА

MODELING OF THE PROCESSES MICROHPS ON THE BASIS OF ASYNCHRONOUS GENERATOR

Аннотация. Представленный материал показывает процессы при моделировании асинхронной машины в генераторном режиме. Исследованы и проанализированы различные параметры модели, такие как активная и реактивная мощности, коэффициент мощности, момент вращения. Построены графики зависимости напряжения и тока на нагрузке от этих величин.
Summary. The presented material shows the processes when modeling an asynchronous machine in the generator mode. Various model parameters were studied and analyzed, such as active and reactive power, power factor, torque. Plots of voltage versus current on the load are constructed from these quantities.
Ключевые слова: микроГЭС**,** математическое моделирование, Matlab/Simulink, асинхронная машина, генераторный режим.
Key words: microHPS, math modeling, Matlab/Simulink, asynchronous Machine, generator mode.

Для того, что бы добиться необходимых результатов, произведены исследования различных параметров математической модели асинхронной машины работающей в генераторном режиме. К схеме добавляется дополнительная активная нагрузка и ключи, разомкнутые в изначальном состоянии, рисунок 1 Время закрытия ключей - четвёртая и шестая секунда.

На рисунке 2 показана осциллограмма при набросе дополнительных активных нагрузок. Использовался блок RMS для показа действующего значения. Видно, что при росте нагрузки, напряжение падает, что является нормальным явлением. По результатам ряда численных экспериментов построены зависимости напряжения и тока от величины активной нагрузки, рисунок 3, рисунок 4.

Из результатов опытов можно сделать вывод, что данная математическая модель работает, и может служить для исследования автономной системы электроснабжения на базе асинхронного генератора. В том числе позволяющие исследовать выходные электрические параметры генератора, преобразователя, переменных входящих в состав модели.

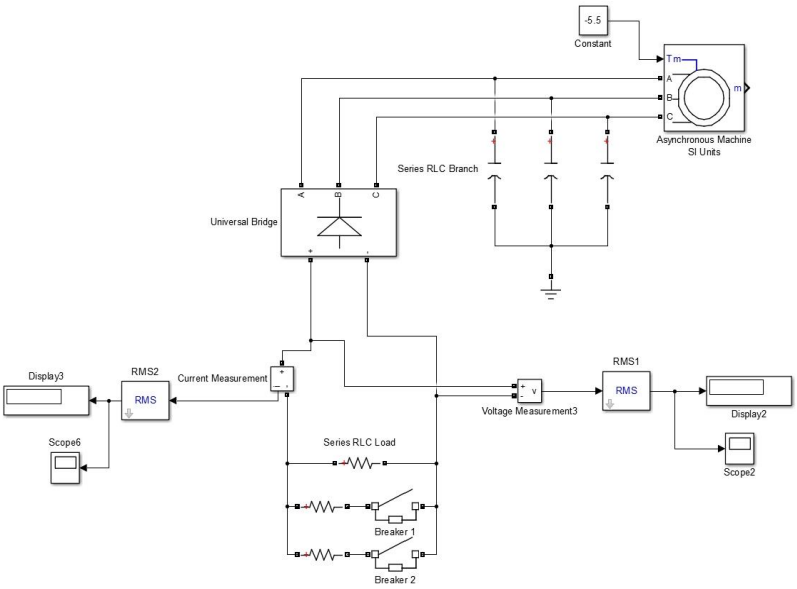


Рисунок 1 – Схема модели с набросом нагрузки.

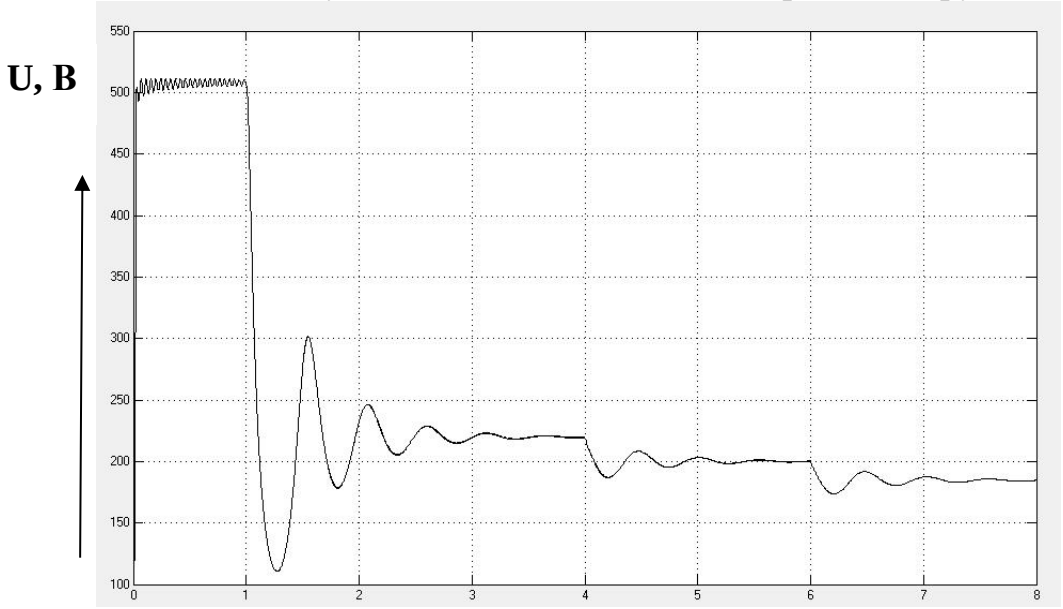


Рисунок 2 – Осциллограмма выпрямленного напряжения с набросом нагрузок

Так же, данная модель может быть улучшена путем добавления блоков регулирования напряжения и частоты. Процессы моделирования показали, что выходные параметры напряжения и тока на нагрузке регулируемые. Изменяя в модели различные параметры активной и реактивной мощности, момента, полного сопротивления можно добиться желаемого результата и построить графики зависимости этих величин.

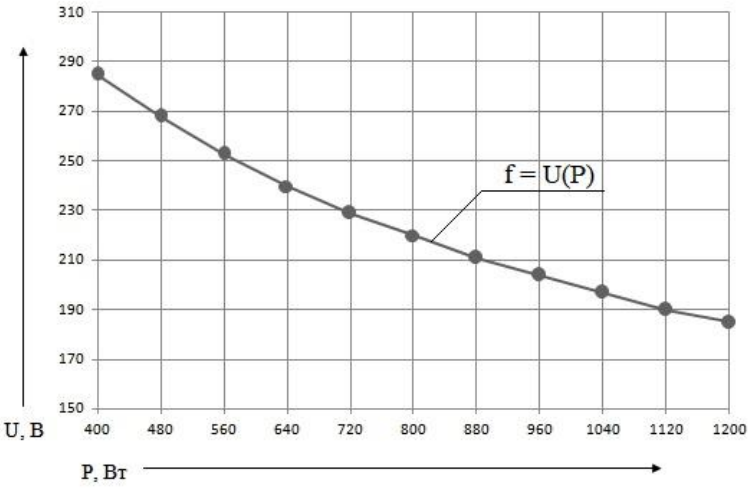


Рисунок 3 – График зависимости напряжения от активной нагрузки

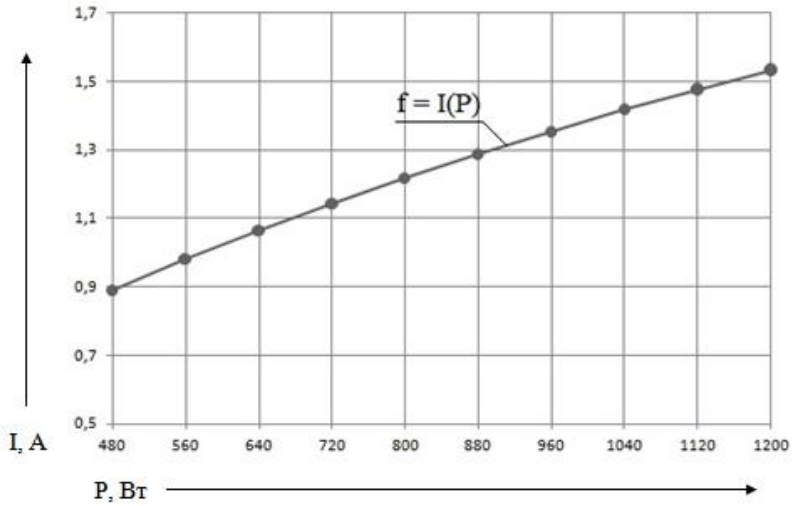


Рисунок 4 – График зависимости тока от активной нагрузки

При увеличении активной мощности, действующее напряжение на нагрузке уменьшается, а ток возрастает. Аналогичная ситуация при добавлении реактивной мощности и уменьшении полного сопротивления цепи.

При увеличении отрицательного момента вращения напряжение и ток возрастают.

УДК 620.92
Афанасьев Денис Игоревич ,студент; Afanasev Denis Igorevich
Кузьмин Роман Вячеславович, кандидат технических наук, доцент;
Kuzmin Roman Vyacheslavovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ АСИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА МИКРОГЭС В СРЕДЕ MATLAB

DEVELOPMENT OF THE ASYNCHRONOUS GENERATOR MODEL MICROHPS IN THE MEDIUM OF MATLAB

Аннотация. Представленный материал содержит актуальность использования математической модели для работы асинхронной машины в генераторном режиме. Дальнейшего изучения и модернизации.
Summary. The presented material contains an analysis the urgency of using a mathematical model for the operation of an asynchronous machine in the generator mode. Further study and modernization.
Ключевые слова: микроГЭС**,** математическое моделирование, Matlab/Simulink, асинхронная машина, генераторный режим.
Key words: microHPS, math modeling, Matlab/Simulink, asynchronous Machine, generator mode.

Современный этап развития электротехнической промышленности характеризуется сложными электромеханическими системами, взаимодействиями и связями между узлами. Для того что бы визуально и быстро проверить работоспособность электротехнической системы, измерить параметры и вносить изменения, целесообразнее использовать математическое моделирование.

На данный момент существует множество способов моделирования. Наиболее простым в освоении и применении является метод визуального моделирования. Суть метода заключается в пошаговом воспроизведении преобразований из структурных блоков с конкретным функциональным назначением.

Применительно к электромеханическим системам наибольшую популярность получил пакет программ Matlab/Simulink.

Simulink – визуальная среда моделирования, дающая возможность при помощи стандартных блок-диаграмм строить модели динамических, в том числе дискретных, непрерывных и нелинейных систем.

Данная программная среда отличается своей простотой и широкими возможностями выбора объектов моделирования, используя стандартные библиотеки, для решения задач механических, электросиловых и гидрав-

лических систем, а также осуществлять развитый модельно-ориентированный подход при разработке систем управления.

Преимуществом визуального моделирования является:

1) Высокая скорость работы программы относительно событий исследуемой системы в реальном масштабе времени.
2) Моделирование дает возможность изучить процессы и свойства еще не существующего объекта.
3) Абсолютно дешевый и безопасный способ относительно прямых экспериментов.

В пакете программ Matlab/Simulink представлено огромное количество блоков для построения математических моделей. Было создано множество моделей для описания генерирования электроэнергии на базе синхронных генераторов и генераторов постоянного тока. Однако малое использование асинхронных машин в качестве генератора привела к тому, что на данный момент нет адекватной математической модели асинхронного генератора. В связи с этим разработана модель асинхронной машины работающей в генераторном режиме.

При работе асинхронной машины в генераторном режиме потребляется намагничивающий ток и требуется источник реактивной мощности, образовывающий поток возбуждения. При отсутствии первоначального магнитного поля в обмотке статора поток возбуждения создают с помощью конденсаторов, параллельно подключенных к фазам обмотки статора.

Принципиальная схема работы асинхронного генератора показана на рисунке 1

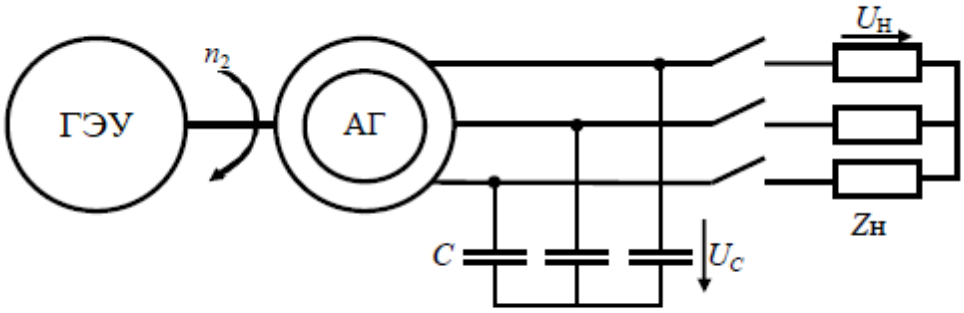


Рисунок 1 – Принципиальная схема АГ с конденсаторным возбуждением.

Схема модели асинхронной машины, выполненная в программе Matlab R2014a/Simulink, представлена на рисунке 2

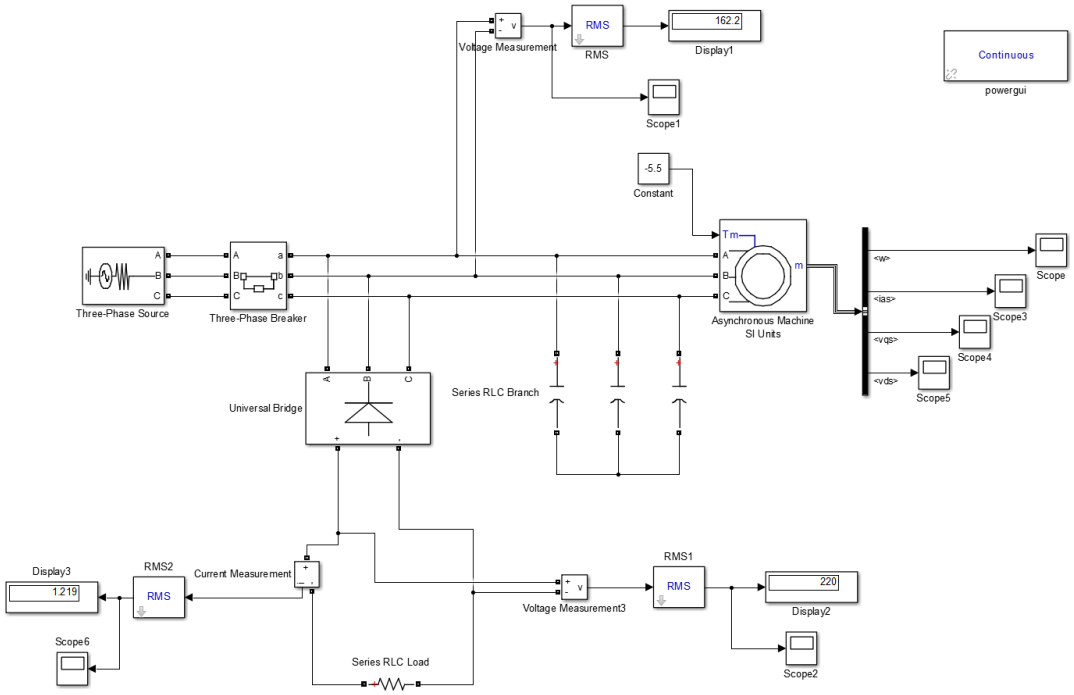


Рисунок 2 – Модель генерирования на базе асинхронной машин

После окончания первой секунды (T ≥ 1c), конденсаторы [Series RLC Branch] – ёмкостью 75 (мкФ) заряжаются. Выключатель переменного тока размыкает свой контакт, тем самым отключая линию, по которой питалась асинхронная машина от источника напряжения. На вал генератора подается постоянный отрицательный момент блоком [Constant], а подключённые в цепь возбуждения конденсаторы переводят машину в генераторный режим.

Данная математическая модель работает, и может служить для исследования параметров асинхронного генератора. Так же, модель может быть улучшена путем добавления блоков регулирования напряжения и частоты.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Афанасьев, Д.И. Система электроснабжения на базе напорной микроГЭС / Д. И. Афанасьев, Р. В. Кузьмин // Научно-техническое творчество аспирантов и студентов: материалы 47-й научно-технической конференции студентов и аспирантов, Комсомольск-на-Амуре, 10-21 апреля 2017 г./ редкол.: Э.А. Дмитриева (отв. Ред.) [и др.]. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2017. – С. 1292.

2. Черных, И.В. Моделирование электротехнических устройств в Matlab, SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. – С. 288.

УДК 621.81
Бахмацкий Сергей Михайлович, студент; Bakhmatsky Sergey Mikhailovich
Чернышёв Денис Валентинович, кандидат технических наук, доцент;
Chernyshyov Denis Valentinovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЯГОВЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

SIMULATION OF THE CONTROL SYSTEM OF THE ELECTRIC DRIVE

Аннотация. статья посвящена проблеме моделирования и симуляции возмущающего воздействия при моделировании системы тягового электропривода подруливающего устройства судна.
Summary. the article is devoted to the problem of modeling and simulation of perturbing effects in the modeling of the propulsion system of the ship.
Ключевые слова: асинхронный двигатель, возмущающее воздействие, подруливающее устройство.
Keywords: asynchronous motor, perturbing effect, thruster.

Не редко при моделировании систем управления тяговым электроприводом различных механизмов у исследователя возникает необходимость использования специфических нагрузочных воздействий, для более точного моделирования и настройки исследуемых систем. С этой задачей призвана помочь данная статья.

В данной исследовательской работе предлагается сравнение наиболее часто используемого способа подачи возмущающего воздействия – вентиляторной нагрузки с нагрузкой винта в водной среде, приведенной к валу двигателя подруливающего устройства судна.

Вентиляторная нагрузка является достаточно распространенной и представляет собой переменную, пропорциональную квадрату угловой скорости (ω) на валу исполнительного механизма или двигателя.

$$M_c \approx \omega^2 \quad (1)$$

Второй тип нагрузки представляет собой эмпирически полученное отношение, учитывающее влияние: ρ - плотности среды, в которой происходит вращение винта (рабочего механизма); D_p - размеры рабочего механизма (диаметр винта); n - скорость вращения механизма (винта); K_2 - коэффициент момента винта[1]. Состав блока нагрузки приведен на рис. 2.

$$M_c = K_2 \rho n^2 D_p^5 \quad (2)$$

Сравнение двух подходов к моделированию нагрузки на валу тягового электропривода подруливающего устройства судна будет производится

на примере системы преобразователь частоты (ПЧ) – асинхронный двигатель (АД), с системой управления асинхронным двигателем при ориентации координат x, y по вектору потокосцепления ротора. Регуляторы тока, потока и скорости исследуемой системы имеют настройку на модульный оптимум. На рисунке 1 приведен общий вид исследуемой модели описанного электропривода. Сигнал задания скорости подается с использованием задатчика интенсивности, задержка подачи сигнала 0.5с, время нарастания сигнала 0.5с.

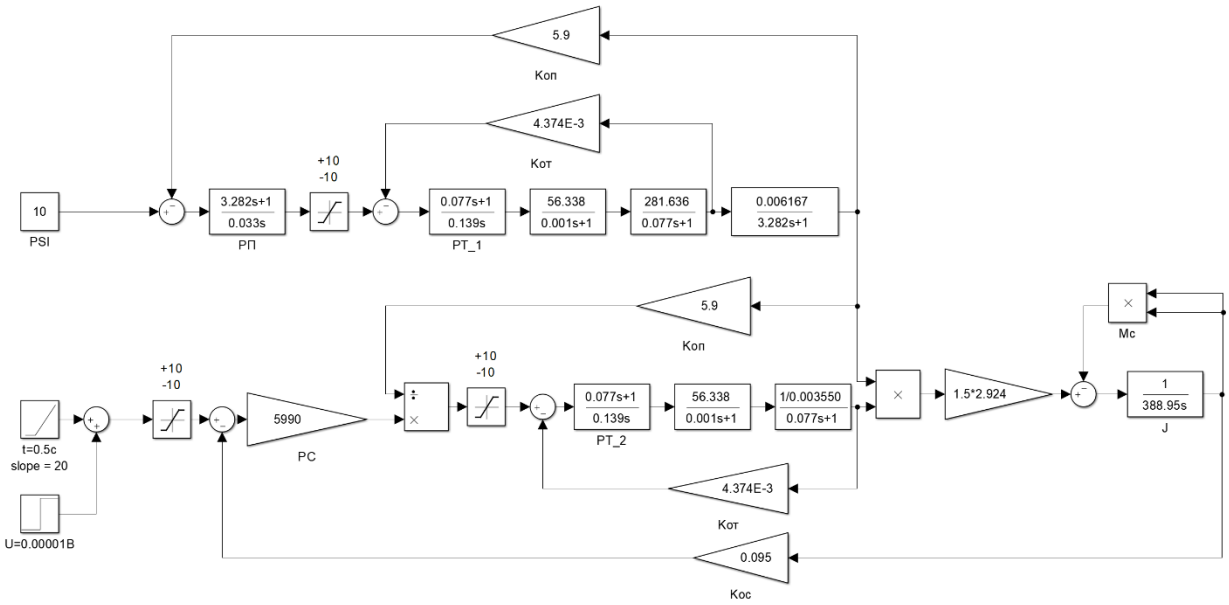


Рисунок 1 – общий вид системы ПЧ-АД в программной среде Matlab, пакет Simulink.

Характеристики АД, для которого произведен расчет системы векторного управления сведены в таблице 1. На рисунке 2 изображен состав блока Subsystem, использованный для подачи возмущающего воздействия по эмпирическому закону.

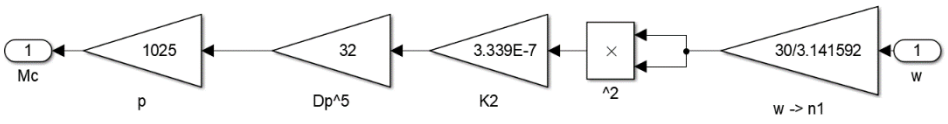


Рисунок 2 – состав блока нагрузки.

Таблица 1 – характеристики АД B5J 500 LA6 производства компании Marelli Motori.

Параметр	Мощность, кВт	Номинальная частота вращения, об/мин	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А	cos φ	Синхронная частота вращения, об/мин	КПД - η	Номинальный момент, Н·м	Кратность пускового тока	Кратность пускового момента	Кратность максимального момента	Момент инерции, кг·м2
Значение	1130	995	690	1145	0.85	1000	0.973	10844	5.7	0.7	2.3	71

Из результатов моделирования, показанных на осциллограмме (рисунок 3), видно, что сравниваемые в исследовании виды нагрузок в данных условиях совпадают, динамика роста возмущающего воздействия и разгона ротора двигателя идентичны, не смотря на поправки и параметры, учитывающие влияние среды, в которой происходит вращение и размеров, коэффициентов, описывающих ПУ (винт).

Таким образом в результате моделирования и сравнения динамики воздействия возмущения на систему ПЧ-АД было выявлено, что применение эмпирического способа задания нагрузки не оправданно, и более целесообразно применение классической вентиляторной нагрузки, так как последняя с достаточной точностью повторяет эмпирическое отношение.

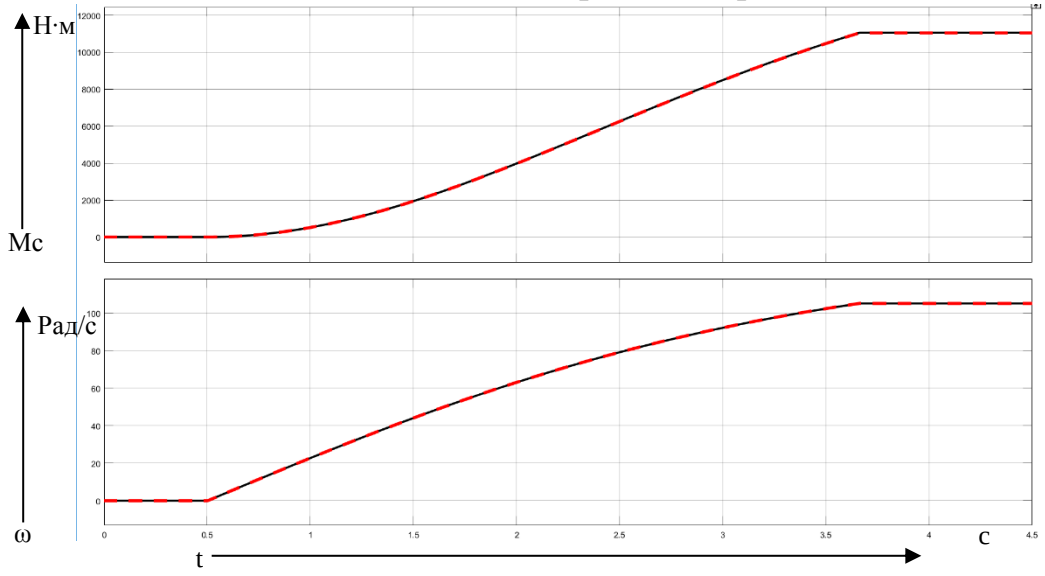


Рисунок 3 – Осциллограмма возмущающего воздействия (сверху) и скорости на валу АД (снизу) при применении вентиляторной нагрузки (черным) и эмпирического закона (красным).

УДК 621.382
Белов Роман Анатольевич, студент; Belov Roman Anatolevich
Марущенко Сергей Григорьевич, кандидат технических наук, доцент; Marushchenko Sergey Grigorevich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА РАСХОДА ВОДЫ И КОНТРОЛЯ ДАВЛЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННЫХ СЕТЯХ ХОЛОДНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

DEVELOPMENT OF AN ELECTRONIC SYSTEM FOR RECORDING WATER FLOW AND CONTROLLING PRESSURE IN INDUSTRIAL COLD WATER SUPPLY NETWORKS.

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы контроля давления в сетях холодного водоснабжения. Предложена система управления под средством ПЛК ОВЕН и его модулями для автоматизации процесса контроля. Разработан алгоритм управления станциями подкачки.
Summary. The article deals with the issues of pressure control in cold water supply networks. A management system is proposed under the means of the OWEN PLC and its modules for automating the control process. An algorithm for controlling paging stations is developed.
Ключевые слова: ПЛК ОВЕН, датчики давления, холодное водоснабжение.
Keywords: OWEN PLC, pressure sensors, cold water supply.

Нормальный напор в системах отопления, холодного и горячего водоснабжения, позволяет им работать с максимальной эффективностью. Именно поэтому при проектировании этих сетей очень важно ориентироваться на нормы давления водоснабжения.

Если давление будет ниже оптимального, пользоваться водопроводом станет неудобно или даже невозможно. А если выше – есть риск выхода из строя рабочих узлов и водоразборных устройств.

Холодное водоснабжение предприятий промышленного назначения обеспечивает комфортные условия труда для сотрудников и прямым образом влияет на их работоспособность, что играет не маловажную роль на качество выпускаемой продукции. За годы работы КнААЗ, с ростом производственной мощности, вводом в эксплуатацию новых зданий (производственные, административно-бытовые, склады), увеличивалась и нагрузка на водоснабжение. Что в свою очередь, привело к увеличению потребления этого ресурса, и как следствие к увеличению потерь давления на главном магистральном трубопроводе.

Весь трубопровод предприятия КнААЗ по протяжённости составляет около 4000 метров. В местах подключения установлены водопроводные камеры с задвижками и приборами учета расхода холодной воды, а также организован диспетчерский контроль и управление с выводом информации на место операторов.

Согласно нормам, рабочее давление холодного водоснабжения должно быть в пределах 0,3-6 атмосферных единиц.

Мы создадим систему, которая будет отслеживать давление в центральной магистрали водоснабжения и станциях подкачки воды. Актуальность заключается в экономии ресурсов, а именно холодной воды.

Структурная схема изображена на рисунке 1.

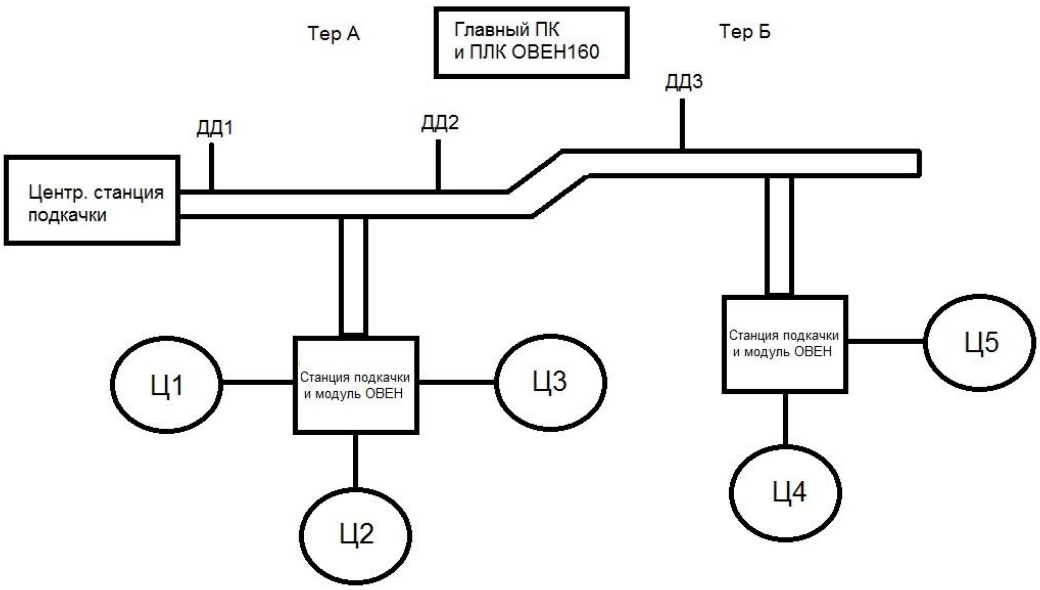


Рисунок 1 – Структурная схема

В нашей системе главную роль играет ПЛК ОВЕН160 (рисунок 2): Линейка программируемых моноблочных контроллеров с дискретными и аналоговыми входами/выходами на борту для автоматизации средних систем.

Рисунок 2 – ПЛК ОВЕН160

Характеристики ПЛК: Большой объем памяти; наличие последовательных портов RS-232 и RS-485 на борту контроллера; поддержание протоколов обмена Modbus, ОВЕН, DCON.

Так же будет использован модуль ввода аналоговый измерительный МВА 8 (рисунок 3):

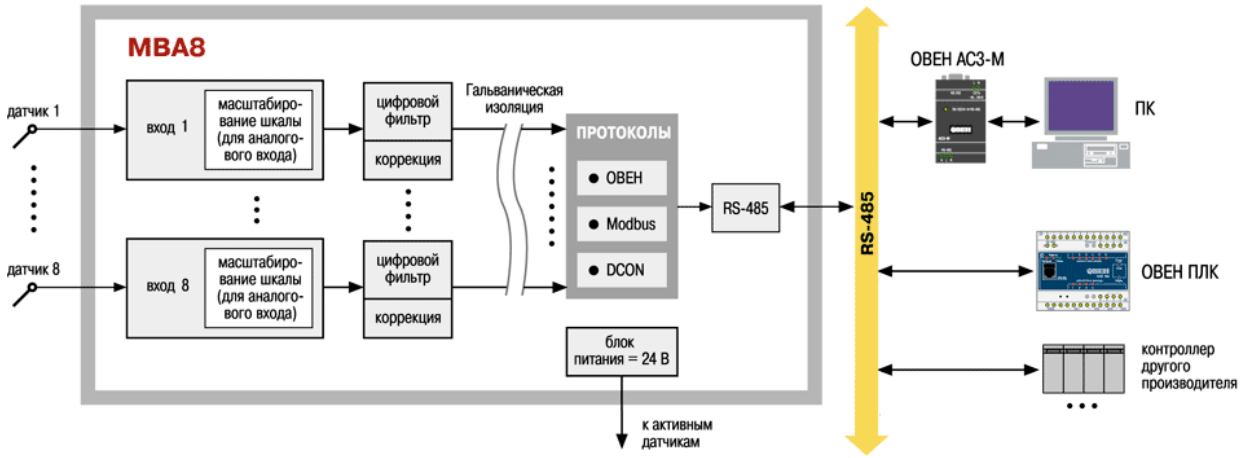


Рисунок 3 – Модуль ввода аналоговый измерительный

Модуль ввода аналоговый измерительный МВА 8 предназначен для построения автоматических систем контроля и регулирования производственных технологических процессов в различных областях промышленности, на транспорте, в сельском и коммунальном и других отраслях народного хозяйства.

Технический характеристики модуля: Напряжение питания 90-245 В; частота 47-63 Гц; интерфейс связи с компьютером RS-485; протокол связи для передачи информации о результатах измерений ОВЕН, ModBus, DCON.

Датчики давления, как показано на рисунке 3, подключаются к модулям МВА 8.

Таким образом, нами предложена система контроля давления в сети холодного водоснабжения. Данная система исключит протекание водопровода и снизит потери воды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ОВЕН – оборудование для автоматизации. URL: http://www.owen.ru/catalog/programmiruemij_logicheskij_kontroller_oven_plk160/opisanie (дата обращения: 20.04.2018).

2. ОВЕН – оборудование для автоматизации. URL: http://www.owen.ru/catalog/modul_vvoda_analogovij_owen_mva8/opisanie (дата обращения: 20.04.2018).

УДК 621.317.7
Беляков Максим Владимирович, магистрант;
Belyakov Maksim Vladimirovich
Козлов Андрей Анатольевич, аспирант; Kozlov Andrey Anatolyevich
Копытов Сергей Михайлович, канд. тех. наук, доцент;
Kopytov Sergey Mihailovich
Ульянов Александр Владимирович, канд. тех. наук, доцент;
Ulyanov Aleksandr Vladimirovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ СБОРА ДАННЫХ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ МОДЕЛЕЙ СУДОВ СПОСОБОМ ГРАВИТАЦИОННОЙ БУКСИРОВКИ

DEVELOPMENT OF THE DATA COLLECTION SYSTEM IN THE INVESTIGATION OF VESSEL MODELS BY THE GRAVITATIONAL TOWING METHOD

Аннотация. Система сбора данных предназначена для применения при гравитационной буксировке моделей судов в опытовом бассейне. При данном способе буксировки отсутствует электрическая связь модели судна с внешним оборудованием. Поэтому предложено выполнить систему сбора данных из двух синхронно функционирующих частей. На модели размещен автономный измерительный модуль, а на оборудовании бассейна – стационарный измерительный модуль. Автономный измерительный модуль способен передавать текущие данные на компьютер оператора по радиоканалу. Компьютер оператора синхронно регистрирует данные, поступающие с автономного модуля, и данные со стационарного модуля. Компьютер также производит обработку данных, отображает временные диаграммы сигналов, формирует файлы отчетов.

Summary. The data collection system is designed for use in gravitational towing of ship models in an experimental basin. With this towing method, there is no electrical connection of the vessel model with external equipment. Therefore, it is proposed to perform a data collection system from two synchronously functioning parts. The model has an autonomous measuring module, and on the pool equipment a stationary measuring module. The stand-alone measuring module is capable of transmitting the current data to the operator's computer via a radio channel. The operator's computer synchronously registers the data arriving from the stand-alone module and the data from the stationary module. The computer also processes the data, displays the time diagrams of the signals, generates the report files.

Ключевые слова: модель судна, гравитационная букировка, опытовый бассейн, сбор данных, MyRIO, LabVIEW.
Keywords: model of the vessel, gravity book, experimental pool, data collection, MyRIO, LabVIEW.

В линейных исследовательных опытовых бассейнах России проводятся натурные испытания моделей судов с целью исследования их мореходных качеств и улучшения гидродинамических характеристик [1].

Цель работы – разработать аппаратно-программный комплекс, позволяющий измерять и регистрировать различные параметры модели судна в реальном времени при ее буксировке гравитационной системой привода в опытовом бассейне. Актуальность данной работы связана с повышением уровня автоматизации, улучшением метрологической базы исследовательского центра, а также накоплением статистических экспериментальных данных при проведении сложных многовариантных исследований.

В модельном участке опытового бассейна ФГБОУ ВО «КнАГУ» на фрезерном станке с возможностью четырехосевой обработки заготовок изготовлена партия корпусов моделей судов разных типов. Для проведения исследований запланировано использовать новую гравитационную буксировку, которая имеет существенные преимущества по сравнению со способом буксировки с помощью тяговой тележки, движущейся по рельсам.

При использовании тележки большинство датчиков установлено на самой тележке, поскольку модель сцеплена с ней. Измеряемые параметры модели передаются на датчики с помощью механических связей, а информация от самой тележки поступает в компьютер оператора по подвижным проводным линиям [2].

При использовании гравитационного способа буксировки датчики сопротивления корпуса модели водному потоку, углов крена и дифферента модели судна должны находиться на самой модели и обслуживаться автономным измерительным модулем. Датчики дополнительных параметров, размещенные на оборудовании бассейна, обслуживает стационарный измерительный модуль. Регистрация данных со всех датчиков должна быть синхронизирована. Исходя из сказанного, предложена структурная схема системы сбора данных, представленная на рисунке 1. Она состоит из автономного модуля, размещаемого на модели, и стационарного модуля, находящегося снаружи бассейна.

Автономный измерительный модуль построен на базе мобильного контроллера MyRIO компании National Instruments. Питание данного модуля производится от литий-полимерных аккумуляторов с рабочим напряжением 7,4 В. Контроллер MyRIO представляет собой малогабаритный контроллер, в состав которого входят: 32-разрядный ARM-микроконтроллер с операционной системой реального времени, Програм-

мируемая логическая интегральная схема (ПЛИС), трех-осевой акселерометр, Wi - Fi радиоприемник/передатчик, USB хост, набор аналоговых и цифровых каналов ввода-вывода. Программирование контроллера MyRIO осуществляется с помощью среды графического программирования LabVIEW.

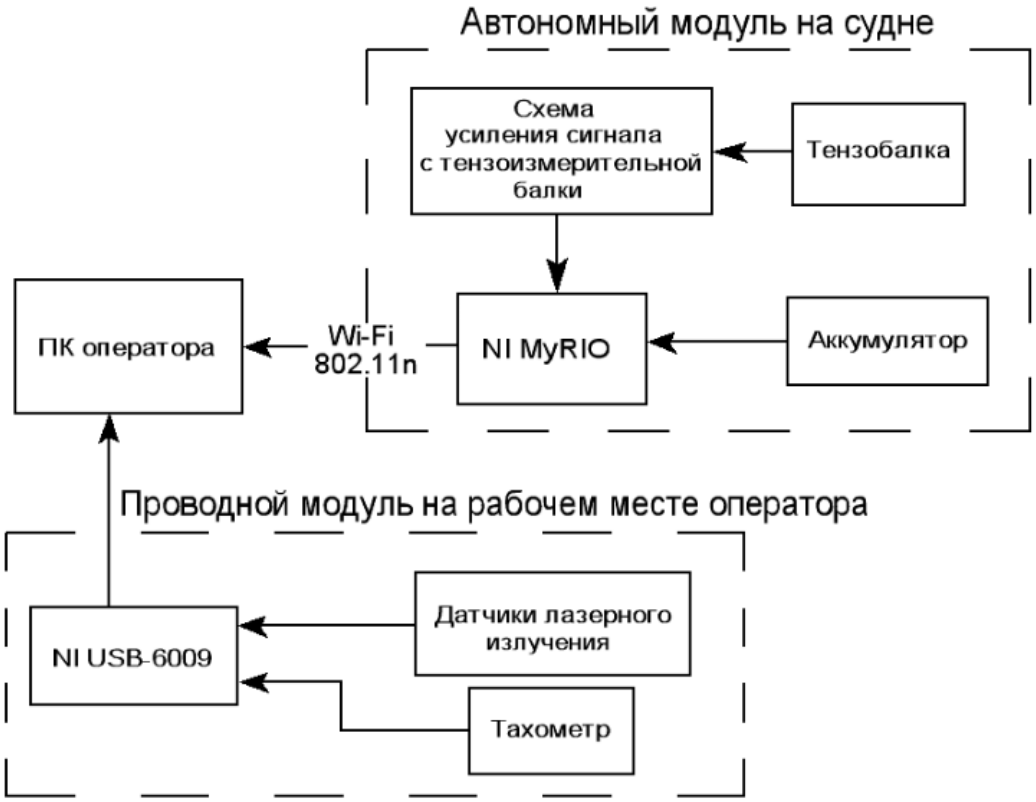


Рисунок 1 - Структурная схема измерительной системы

Стационарный измерительный модуль построен на базе многофункционального устройства ввода/вывода аналоговых и цифровых сигналов USB-6009, взаимодействующего с персональным компьютером с помощью интерфейса USB.

В настоящее время реализованы измерения и регистрация следующих параметров: силы сопротивления корпуса модели водному потоку с помощью тензометрического мостового датчика и контроллера MyRIO; углов крена и дифферента модели судна с помощью трехкоординатного акселерометра, встроенного в контроллер MyRIO; скорости модели судна с помощью тахометра буксировочного устройства и устройства USB-6009; моментов прохождения моделью оптических датчиков, ограничивающих мерную дистанцию, с помощью устройства USB-6009.

Сила сопротивления корпуса модели водному потоку измеряется с помощью тензометрической балки, закрепленной на корпусе модели. Балка входит в состав специальной подвески, обеспечивающей необходимый

рычаг приложения силы и защиту ее от механических повреждений. Фал системы буксировки посредством тензобалки приводит модель в движение. В качестве усилителя тензомоста используется специализированная микросхема INA125.

Значения углов крена и дифферента модели измеряются с помощью встроенного в платформу MyRIO трехкоординатного акселерометра. Поток регистрируемых данных по Wi-Fi радиоканалу передается в компьютер оператора, а также может быть записан в USB флеш-накопитель, устанавливаемый в MyRIO. Скорость модели измеряется с помощью тахометра, связанного с валом шкива гравитационного буксировочного устройства. Аналоговый сигнал с тахометра поступает на один из каналов аналогового ввода устройства USB-6009. Моменты прохождения моделью границ мерной дистанции фиксируются по прерыванию лазерного луча оптических концевых датчиков. Импульсный сигнал данных датчиков обрабатывает и передает в компьютер устройство USB-6009.

Для организации функционирования системы сбора данных в среде графического программирования LabVIEW разработана программа, также состоящая из двух взаимодействующих частей. Вспомогательная часть работает в операционной системе реального времени контроллера MyRIO, а главная – на компьютере оператора. Управление параметрами эксперимента и визуализация результатов осуществляется с помощью лицевой панели главной части, выводимой на монитор компьютера. Результаты отображаются в виде временных диаграмм измеряемых параметров и числовых значений. Предусмотрена фильтрация и запоминание полученных экспериментальных зависимостей в табличном формате. Имеется возможность калибровки тензодатчика и акселерометра, предусмотрено измерение напряжения аккумуляторной батареи.

В настоящее время проводится доработка и апробация системы сбора данных в опытовом бассейне.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Бурменский, А. Д. Модернизация измерительного комплекса Дальневосточного гидродинамического опытового бассейна КнАГТУ / А.Д. Бурменский, С.М. Копытов, А.Ю. Попов // Мореходство и морские науки – 2011: избранные доклады Третьей Сахалинской региональной морской научно-технической конференции (15-16 февраля 2011г.) / Под ред. В. Н. Храмушина. – Южно-Сахалинск: СахГУ, 2011. – 300 с. – С. 122 – 130.

2 Копытов, С.М. Система сбора информации для натурных испытаний в опытовом бассейне КнАГТУ // Материалы международной научно-технической конференции «Электротехнические комплексы и системы»: В 5 т. Т. 3. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2010. – 320 с. – С. 287-290.

УДК 681.51
Бичаев Илья Евгеньевич, студент; Bichaev Ilia Evgenevich
Егоров Владислав Алексеевич, кандидат технический наук, доцент;
Egorov Vladislav Alekseevich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕКТОРНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

SIMULATION OF THE VECTOR CONTROL SYSTEM OF THE ASYNCHRONOUS MOTOR

Аннотация. Проведение модельного исследования принципов работы векторной системы управления асинхронным двигателем и верификация модели асинхронного двигателя.
Summary. Carrying out a model study of the principles of the vector induction motor control system and verification of the asynchronous motor model.
Ключевые слова: моделирование, векторная система управления, асинхронный двигатель.
Key word: modeling, vector control system, asynchronous motor.

Модель асинхронного двигателя в координатах dq имеет вид:

$$\begin{cases} U_{sd} = r * i_{sd} + L_s^* * i'_{sd} - \omega_d * L_s^* * i_{sd} - \frac{K_r}{T_r} * \psi_{rd}; \\ U_{sq} = r * i_{sq} + L_s^* * i'_{sd} + \omega_d * L_s^* * i_{sd} + K_r * n * \omega_d * \psi_{rd}; \\ 0 = -K_r * R_r * i_{sd} + \frac{1}{T_r} * \psi_{rd} + \psi'_{rd}; \\ 0 = -K_r * R_r * i_{sd} + (\omega_k - n * \omega_d) * \psi_{rd}; \\ M_d = \frac{3}{2} * n * K_r * \psi_{rd} * i_{sd}; \\ J * \omega'_q = M_d - M_n. \end{cases} \quad (1)$$

Угловая скорость вращения системы координат модели, из уравнения 4:
$\omega_K = \frac{K_r * R_r * i_{sd}}{\psi_{rd}} + n * \omega_d$,
где $r = (R_s + K_r^2 * R_r)$; $L_s^* = \left(L_s - \frac{M^2}{L_r}\right)$; $K_r = \frac{M}{L_r}$; $T_r = \frac{L_r}{R_r}$; $T_s^* = \frac{L_s^*}{r}$,
где R_s и R_r – активное сопротивление обмоток статора и ротора;
L_s и L_r – собственные индуктивности обмоток статора и ротора;
M – взаимная индуктивность между статором и ротором;
n – число пар полюсов машины;
$U_s = U_{sd} + j * U_{sq}$ – вектор напряжения в статоре;
$i_s = i_{sd} + j * i_{sq}$ – вектор тока в статоре;

ψ_{rd} – вектор потокосцепления ротора;
M_d и M_n – момент двигателя и нагрузки;
ω_d – скорость вращения вала;

Структурная схема модели асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором в координатах dq, соответствующая системе уравнений (1) изображена на рисунке 1.

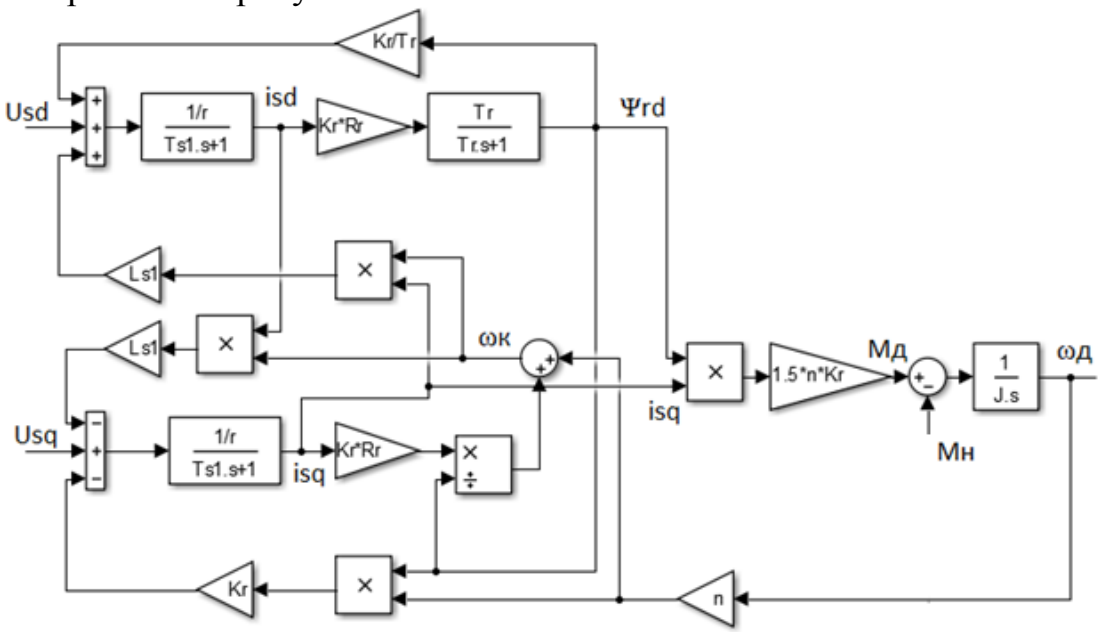


Рисунок 1 – Структурная схема АД с Кз ротором в координатах dq

Из структурной схемы двигателя следует, что при $\Psi_{rd} = const$ - момент двигателя Мд будет пропорционален току статора по оси q (i_{sq}). Тогда, структурная схема замкнутой асинхронной системы с векторным управлением будет имееть вид (рисунок 2).

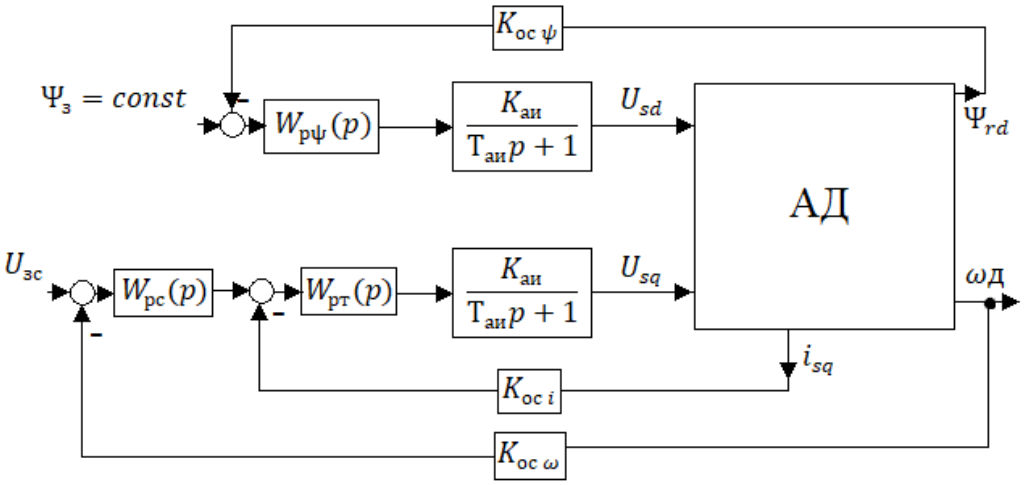


Рисунок 2 – Структурная схема замкнутой асинхронной системы с векторным управлением

В случае, когда базовым вектором является вектор потокосцепления ротора, АД с КЗ ротором, как объект управления имеет два взаимосвязан-

ных канала. Канал по составляющей d, определяющий потокосцепление ротора ψ_{rd} и канал по составляющей q, определяющий составляющую тока i_{sd}. Если на выходе канала d поддерживать постоянный сигнал, то потокосцепление ротора будет постоянным, а сигнал в канале q будет определять момент. В этом случае, структурная схема АД, повторяет структурную схему двигателя постоянного тока. Для такой реализации необходимо:
- в канале d синтезировать регулятор потокосцепления, на входе которого поддерживается постоянный сигнал;
- в канале q синтезировать регулятор тока и скорости. Настройка контуров регулирования на МО приводит к следующим результатам.

Для контура стабилизации потокосцепления (ψ_{rd}):
Передаточная функция объекта управления:

$$W_{\text{о}\Psi} = \frac{K_R * R_R * K_{\text{ос}\Psi}}{r} * \frac{T_R}{T_R * p + 1} * \frac{1}{T'_S * p + 1}.$$

В канале регулирования потокосцепления, как правило $T_R \gg T'_S$. Тогда $T_{\text{М}} = T'_S$.
Тогда, передаточная функция регулятора потокосцепления

$$W_{\text{р}\Psi}(p) = \frac{W_{\text{ж}}(p)}{W_{\text{о}\Psi}(p)} = \frac{r}{K_R * R_R * 2 * T'_S * K_{\text{ос}\Psi}} * \frac{T_R * p + 1}{T_R * p} = \beta_{\text{р}\Psi} * \frac{\tau_{\text{р}\Psi} * p + 1}{\tau_{\text{р}\Psi} * p}.$$

Для контура тока (i_{sd}):
АД в системе векторного управления питается от автономного источника напряжения с передаточной функцией $\frac{K_{\text{аи}}}{T_{\text{аи}} * p + 1}$.
Передаточная функция объекта управления:

$$W_{\text{о}i}(p) = \frac{K_{\text{аи}}}{T_{\text{аи}} * p + 1} * \frac{K_{\text{ос}i}/r}{T'_S * p + 1}.$$

Учитывая, что $T'_S \gg T_{\text{аи}}$, полагаем $T_{\text{М}} = T_{\text{аи}}$.
Тогда, передаточная функция регулятора тока

$$W_{pi}(p) = \frac{W_{\text{ж}}(p)}{W_{\text{о}i}(p)} = \frac{r * T'_S}{2 * T_{\text{аи}} * K_{\text{аи}} * K_{\text{ос}i}} * \frac{T'_S * p + 1}{T'_S * p} = \beta_{\text{р}i} * \frac{\tau_{\text{р}i} * p + 1}{\tau_{\text{р}i} * p}.$$

Для контура скорости (ω):
Передаточная функция замкнутого контура тока:

$$W_{\text{зкт}}(p) = \frac{\frac{\beta_{pi} * K_{\text{аи}}/r}{T'_S * p}}{1 + \frac{\beta_{pi} * K_{\text{аи}} * K_{\text{ос}i}/r}{T'_S * p}} = \frac{1/K_{\text{ос}i}}{T_i * p + 1}.$$

Передаточная функция объекта управления:

$$W_{\text{о}\omega}(p) = \frac{1/K_{\text{ос}i}}{T_i * p + 1} * \Psi_{rd} * 1.5 * p' * K_r * \frac{1}{J * p}.$$

Откуда, передаточная функция регулятора скорости

$$W_{p\omega}(p) = \frac{W_{\text{ж}}(p)}{W_{\text{о}\omega}(p)} = \frac{K_{\text{ос}i} * J}{3 * T_i * \Psi_{rd} * p' * K_r} = \beta_{\text{рс}}.$$

Результаты моделирования системы с приведёнными настройками регуляторов показаны на рисунках 3-5:

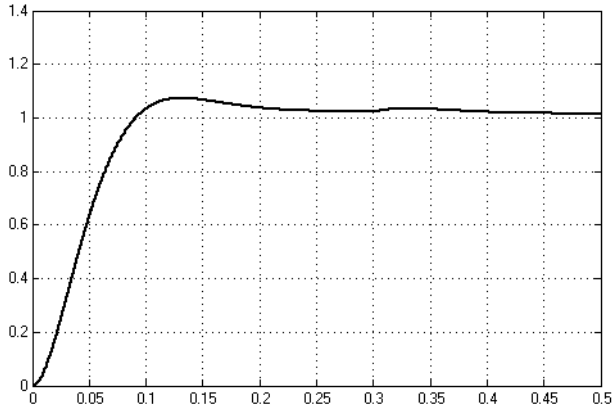


Рисунок 3 – Переходный процесс в контуре потокосцепления

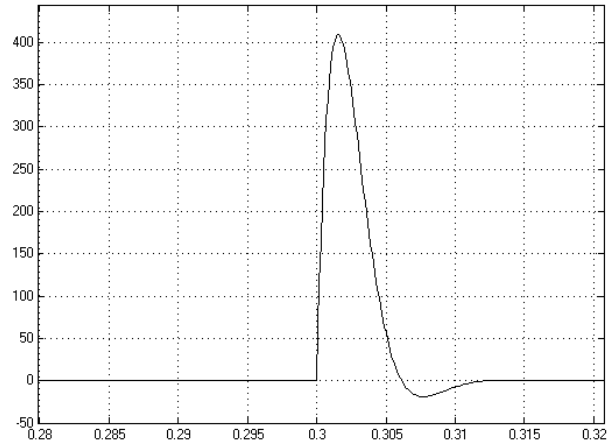


Рисунок 4 – Переходный процесс в контуре тока

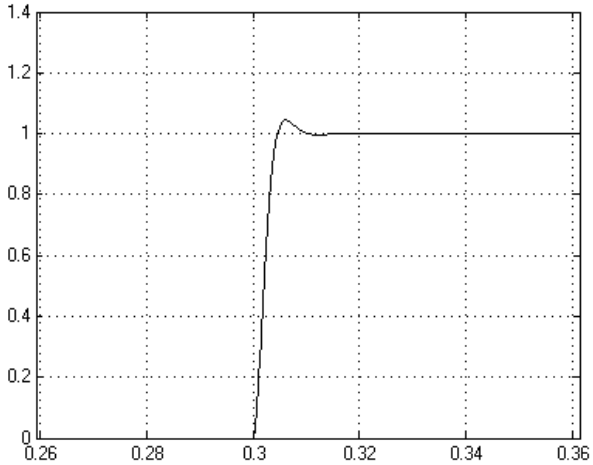


Рисунок 5 – Переходный процесс в контуре скорости

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Герман-Галкин С.Г. Проектирование мехатронных систем на ПК / С.Г. Герман-Галкин. – СПб.: КОРОНА-Век, 2008. – 368 с.

УДК 629.7.02
Богданов Александр Сергеевич, студент; Bogdanov Alexader Sergeevich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ДВУХКАНАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА САМОЛЁТНОГО ТИПА

TWO-CHANNEL CONTROL SYSTEM OF UNMANNED AERIAL VEHICLE OF PLANE TYPE

Аннотация. Данная работа посвящена разработке двухканальной системы управления беспилотного летательного аппарата самолётного типа, которая будет применятся на беспилотном летательном аппарате самолётного типа, который будет использоваться в качестве мониторинга местности или транспортировки грузов. В работе представлен способ системы управления беспилотного летательного аппарата за счёт только двух каналов, её реализация, приведены ее достоинства и недостатки.
Summary. This work is devoted to development of two-channel system of management of the unmanned aerial vehicle of plane type which will be will be applied on the unmanned aerial vehicle of plane type which will be used as monitoring of the area or transportation of freights. In work the way of system of management of the unmanned aerial vehicle at the expense of only two channels, its realization is presented, its merits and demerits are given.
Ключевые слова: беспилотник, система, управление, БПЛА, два канала
Key words: unmanned aerial vehicles, system, management, UAV, two channels

В настоящее время беспилотные летательные аппараты (БПЛА) набирают всё большие обороты. Они используются, в частности, для исследования местности, разведки, фото в видеосъёмки, также ведутся и внедряются разработки по транспортировке груза беспилотниками, а в военных целях для бомбардировки или удара по цели.

Преимущества БПЛА в том, что они пилотируются без пилота, а управляются дистанционно оператором или автономно, тем самым потеря техники не ведёт за собой гибель пилота. Стоимость беспилотников по сравнению с пилотируемой техникой во много раз ниже.

Беспилотники по своему виду и роду выполняемых задач делятся на три основных типа: беспилотные вертолёты, беспилотные самолёты, и беспилотные аэростаты.

Стоит задача разработать систему управления для беспилотного летательного аппарата самолётного типа управляющая двумя каналами в автономном и ручном режиме.

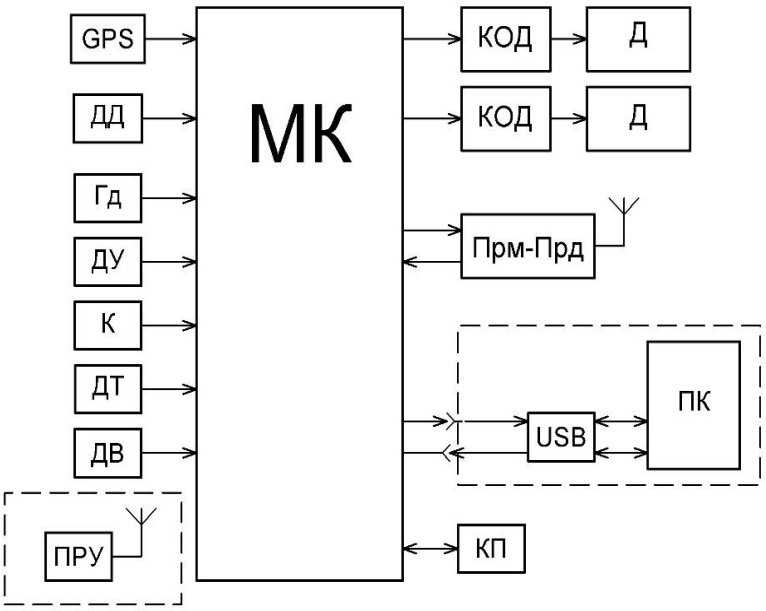
Система получает команды управления и управляет оборотами двигателей для соответствующих манёвров. Для набора высоты система подаёт полную мощность на двигатели, при планировании двигатели запитаны на половину, при снижении двигатели работают оба на 20% мощности, при поворотах один из двигателей запитан на полную мощность, другой на 20%.

В режиме ручного управления, управление системой происходит оператором дистанционно передавая команды на систему управления с пульта ручного управления.

В автономном режиме система должна получать навигационные данные для полёта по заданному маршруту, а также реагировать на внешние воздействия, препятствующие нормальному полёту и вводить поправки для возврата в нормальное положение. Также система должна отправлять данные с борта на землю о полёте и данные с устройств мониторинга, анализа. Система должна включать в себя интерфейс для подключения внешних устройств и подключения ПК.

В любой момент оператор имеет возможность переключиться с автономного режима на ручное управление и наоборот, но в том случае, если системе задан маршрут.

На рисунке 1 представлена структурная схема двухканальной системы управления БПЛА самолётного типа.



GPS – глобальная навигационная система; ДД – датчик давления; Гд – гиродатчик; ДУ – датчик ускорения; К – компас; ДТ – датчик температуры; ДВ – датчик расстояния; ПРУ – пульт ручного управления; КОД – контроллер оборотов двигателя; Д – двигатель;

Прд-Прм – приёмопередатчик; USB – интерфейс для подключения к ПК и внешних устройств; КП – карта памяти; МК – микроконтроллер;

Рисунок 1 – Структурная схема системы управления

Система включает в себя микроконтроллер (МК) который получает навигационные данные с датчиков, генерирует сигналы управления на контроллеры оборотов двигателей, что в свою очередь управляют двигателями.

Пульт ручного управления отправляет команды управления дистанционно на систему в соответствии воздействия оператором. Приёмопередатчик служит для получения команд управления от оператора в ручном режиме и для отправки данных с системы на землю. Карта памяти представляет собой дополнительную память для записи данных полёта по заданному маршруту. USB интерфейс служит для подключения системы к ПК и подключения внешних устройств.

Достоинства такой системы в том, что она имеет всё два канала и простота в реализации. Стандартный беспилотник самолётного типа имеет 4-х канальную систему которая управляет рулём высоты, направления, креном и скоростью двигателя или 3-х канальную в системе “бесхвостка” или летательное крыло управляющая правым и левым элевоном и тягой двигателя.

Недостаток такой системы является в отсутствии манёвренности БПЛА и полёт только при одной скорости БПЛА.

Такая система управления БПЛА самолётного типа имеет определённые назначения и задачи в эксплуатации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Цепляева, Т.П. Этапы развития беспилотных летательных аппаратов / Т.П. Цепляева, Морозова О.В. // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – 2009. – № 42.

2. Лоскутников, А.А. Системы автоматического управления БПЛА / А.А. Лоскутников, Н.С. Сенюшкин, В.В. Парамонов // Молодой ученый. – 2011. – №9. – С. 56-58. – URL https://moluch.ru/archive/32/3685/ (дата обращения: 15.04.2018).

3. Беспилотные авиационные системы (БАС): ICAO CIR 328 AN/190 ИКАО. – Монреаль, Канада: ИКАО. 2011. – 66 с.

4. Матвеев, Е. В. Нечеткий логический вывод в системе управления беспилотного летательного аппарата / Е.В. Матвеев, В.А. Глинчиков // Журнал Сибирского федеектирования систем управления БПЛА, обеспечивающих требуемый режим в соответствии с программой полета. – 2011. – №79-91.

УДК 621.382
Бондарев Руслан Иванович, студент; Bondarev Ruslan Ivanovich
Климаш Владимир Степанович, доктор. тех. наук, профессор;
Klimash Vladimir Stepanovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ ГИБРИДНОГО МАНЕВРОВОГО ТЕПЛОВОЗА

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF THE ELECTRONIC SYSTEM OF THE HYDRAULIC SHUNTING LOCOMOTIVE

Аннотация. В статье рассмотрена схема электрооборудования гибридного тепловоза, в основе которой взято электрооборудование инверторного типа, узлы, асинхронный двигатель, электронный блок управления, система отображения информации с действующей модели гибридного автомобиля Toyota Prius. Решена проблема снаряженной массы тепловоза ТЭМ – 2, дизельно-генераторной установки мощностью 2 МВт, экологической составляющей на замену электрооборудования более современной, экономичной, экологичной технологией гибридного оборудования.
Summary. The electric diagram of a hybrid diesel locomotive based on electrical equipment of inverter type, units, asynchronous motor, electronic control unit, information display system from the operating model of the hybrid Toyota Prius is considered in the article. The problem of the equipped mass of diesel locomotive TEM - 2, a diesel generator set with a capacity of 2 MW, an ecological component for the replacement of electrical equipment with a more modern, economical, environmentally friendly technology of hybrid equipment was solved.
Ключевые слова: IGBT-модули, инвертор.
Keywords: IGBT-modules, inverter.

В настоящее время современная силовая полупроводниковая преобразовательная техника приобретает возрастающее значение. Отсутствие вращающихся частей, быстрая коммутация, управление по цифровой шине, малые весогабаритные показатели, высокий КПД, надёжность и быстродействие – все эти достоинства свойственные изделиям силовой полупроводниковой техники, позволяет во многих случаях отказаться от электромашинных преобразователей и в настоящее время предопределяет их преимущественное распространение. Наряду с мощными статистическими преобразователями электрической энергии, предназначенными для выпрямления или инвертирования переменного тока, велика роль полупроводниковых инверторов малой, средней и большой мощности.

Цель проекта: разработка гибридной системы для тепловоза ТЭМ – 2 на основе блоков «Toyota Prius»

Для достижения поставленной цели ставились и решались следующие задачи:

- обоснование и выбор числа и мощности комплектов электрооборудования;
- согласование системы управления и информационно-измерительной системы с силовыми IGBT- модулями для АД 350 кВт, встроенных в колесные пары тепловоза;
- обоснование и выбор АКБ без подзарядки для автономной работы не менее 12 часов;
- согласование электронного блока подзаряда с выбранным АКБ.

На рисунке 1 изображена структурная схема:

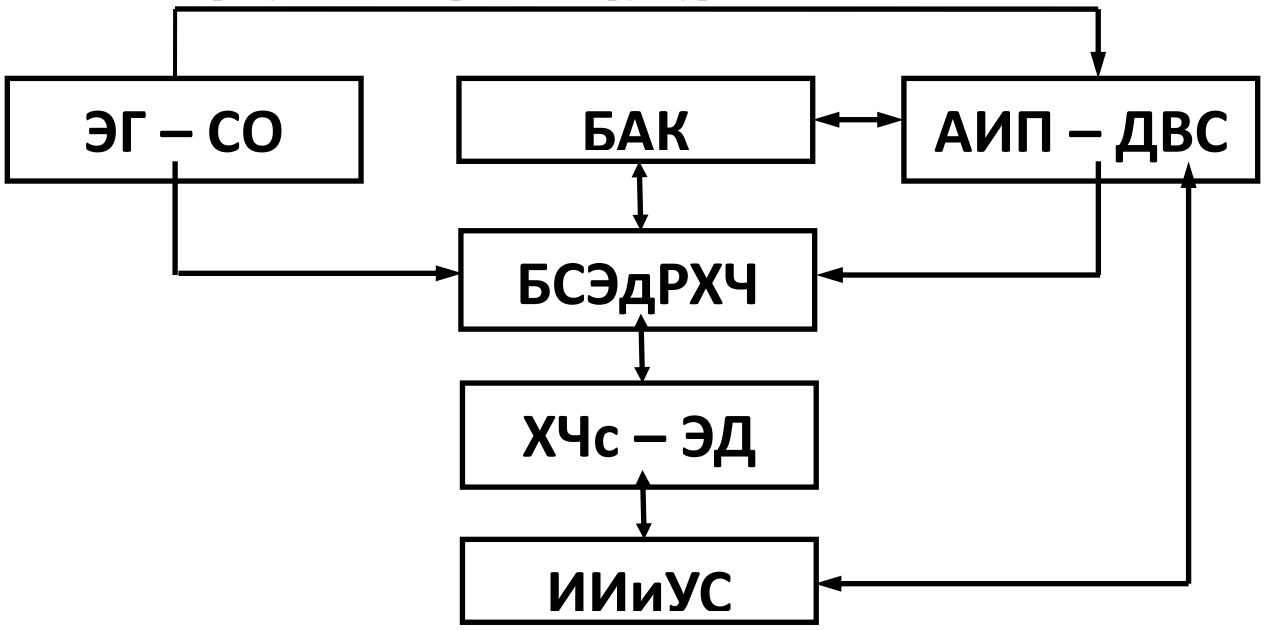


Рисунок 1 – Структурная схема

На структурной схеме введены обозначения:

ЭГ-СО – электронная гидравлическая система охлаждения;

БАК – блок аккумулятора;

АИП – ДВС – автономный источник питания двигателя внутреннего сгорания;

БСЭдРХЧ – блок силовой электроники для регулирования ходовой части;

ХЧс – ЭД – ходовая часть с электродвигателем;

ИИиУС – информация измерения и управления системой

На рисунке 2 изображена блок схема:

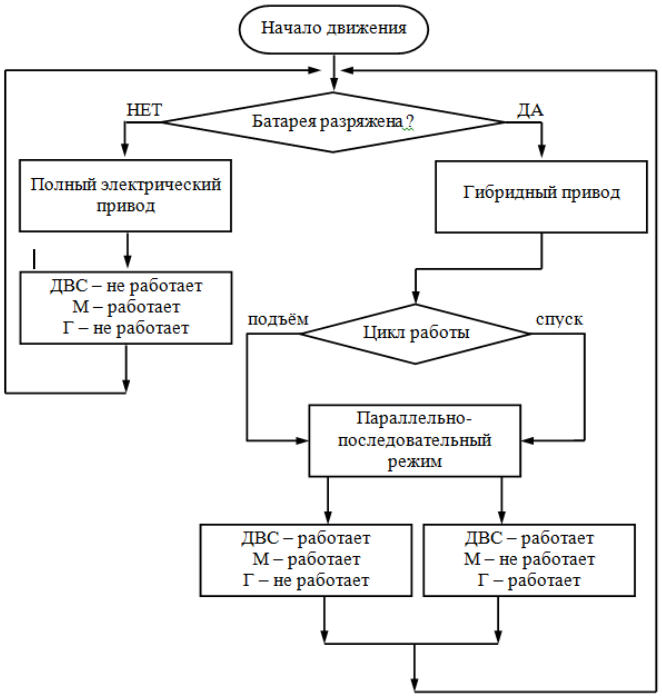


Рисунок 2 – Блок-схема

В статье рассмотрена предполагаемая схема электрооборудования гибридного тепловоза, в основе которой взято электрооборудование инверторного типа, узлы, асинхронный двигатель, электронный блок управления, система отображения информации с действующей модели гибридного автомобиля Toyota Prius.

Проектируемая система решает следующие задачи. Энергопитание тепловоза ТЭМ – 2 гибридной системой на основе инверторов, контролируемого заряда аккумуляторной батареи, предварительной стабилизации напряжения, подаваемой на электрооборудование тепловоза и контроль состояния всех электронных устройств на пульт машиниста, а также сообщение о неисправности

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Асинхронный двигатель - принцип работы и устройство [Электронный ресурс] / Электричество и Я.- Электрон. Дан. – [2013-2014]. - : Режим доступа: http://electroandi.ru/elektricheskie-mashiny/asinkhronnyj-dvigatel-printsip-raboty-i-ustrojstvo.html , свободный. – Загл. с экрана. Яз. рус, англ.

2. Лукутин Б. В., Обухов С. Г. Силовые преобразователи в электроснабжении: учеб. пособие / Б. В. Лукутин, С. Г. Обухов – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 144 с.

УДК 681.5.01:658.5
Бузикаева Алина Валерьевна, студент; Buzikaeva AlinaValerievna
Черный Сергей Петрович, кандидат технических наук, доцент;
Cherny Sergey Petrovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

INTELLECTUAL APPROACHES TO MODELING COMPLEX OBJECTS

Аннотация. В данной работе показаны возможности нечетких систем по формализации алгоритмов управления сложными технологическими объектами. Представлен анализ компоновки нечёткой системы с точки зрения сочетания алгоритмов вывода.
Summary. In this paper, the possibilities of fuzzy systems for formalizing control algorithms for complex technological objects are shown. An analysis of the layout of a fuzzy system is presented in terms of a combination of output algorithms.
Ключевые слова: система автоматического управления, интеллектуальная система управления, нечеткий логический регулятор.
Keywords: automatic control system, intelligent control system, fuzzy logic controller.

В настоящее время методика поиска процедуры управления объектом, когда и сам объект, и критерий управления им уже описаны в точных терминах, устарела и не является актуальной. В связи с предъявлением все более высоких требований к процессам управления в различных областях техники проблема идентификации становится исключительно важной. Нельзя обеспечить качественное управление системой, если неизвестна с достаточной точностью ее математическая модель и не оговорена система ограничений [1].

Для разработки системы управления, которая бы позволяла осуществлять регулирование скорости, будет использована модель электропривода постоянного тока с подчиненным регулированием, представленная на рисунке 1.

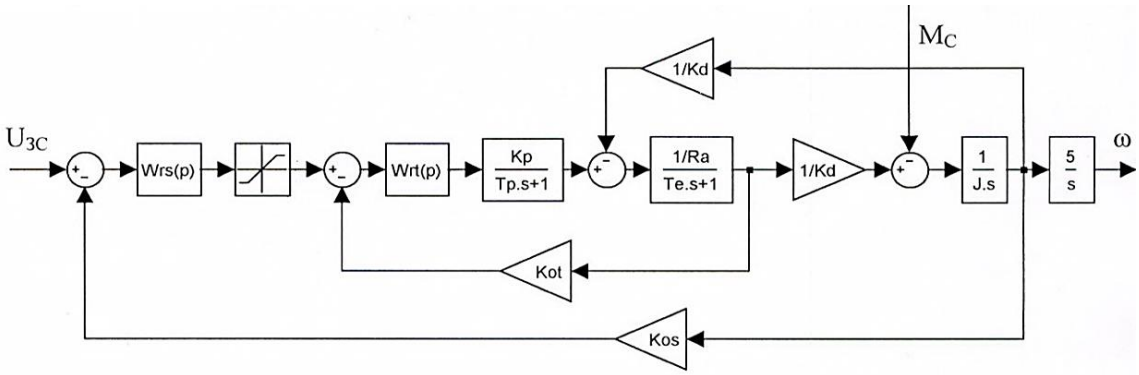


Рисунок 1 - Структурная схема электропривода с подчиненным регулированием тока и скорости

К сложным системам управления предъявляются требования, отличные от классического и математического подхода. К ним же применяются свойства, которые определяются динамичностью системы управления, отсутствием формализуемой цели существования объекта, отсутствием желаемых характеристик и оптимальности, неполнотой информации об объекте управления. Часто при моделировании недостаточно применять только классические методы. Нечеткое управление является одной из перспективных интеллектуальных технологий, позволяющих создавать высококачественные системы управления. Нечеткий регулятор либо сам формирует управляющие воздействия, поступающие на вход объекта, либо сигналы нечеткого блока вывода управляют параметрами регулятора традиционной системы управления [2].

В качестве примера рассмотрим смоделированную систему управления электроприводом, в которой применяется нечеткая логика. Реализация нечеткого алгоритма управления в регулируемых электроприводах обеспечивается нечетким регулятором (рисунок 2).

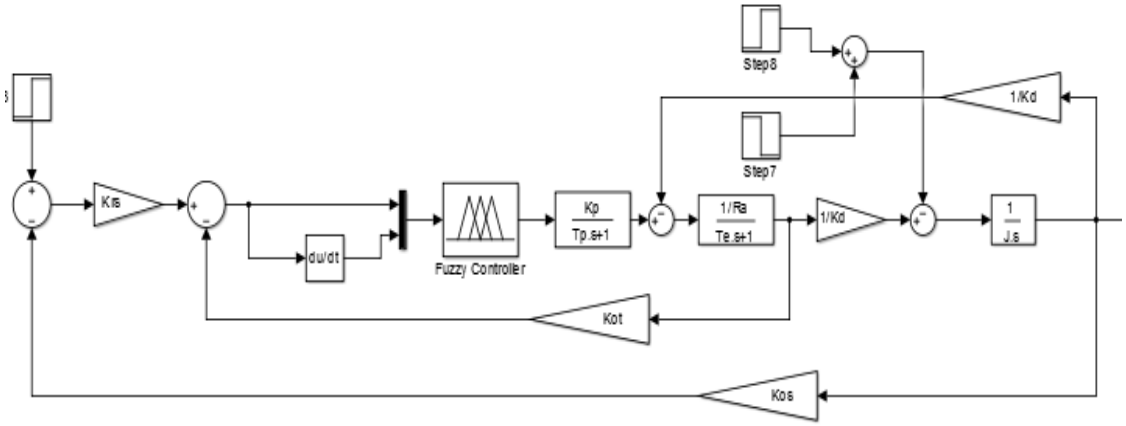


Рисунок 2 – Модель электропривода постоянного тока с нечетким регулятором

Функционирование данного регулятора может осуществляться с применением нечеткого логического вывода Сугено или Мамдани. В нашем случае настройка произведена с помощью упращенного алгоритма нечеткого вывода Сугено. После настройки входа и выхода нечеткого регулятора производится настройка нечеткой базы знаний [3]. Затем запускается процесс моделирования, в результате которого был получен график переходного процесса интеллектуальной системы управления с нечетким регулятором (рисунок 3):

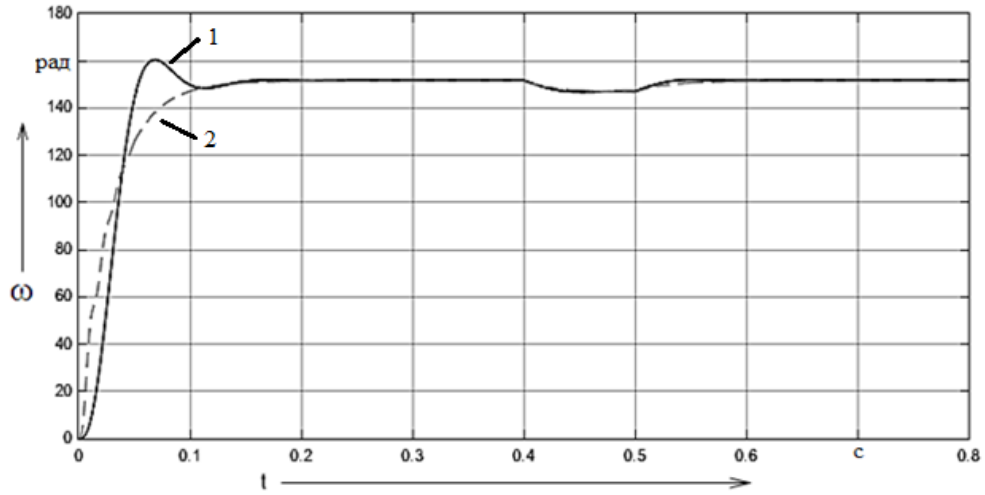


Рисунок 3 – Переходный процесс системы с классическим и нечетким регулятором (1 – система с классическим регулятором, 2 – система с нечетким регулятором)

Из графика видно, что основным достоинством систем с нечетким логическим регулятором является отсутствие перерегулирования и незначительное увеличение быстродействия.

Нечеткое управление не требует знания точной модели объекта, оно организует приближенную стратегию управления, моделируя способ мышления человека. Оно выражает в простых лингвистических терминах любой необходимый для задачи управления алгоритм, линейный или нелинейный, который должен быть предварительно составлен экспертом. Нечеткое управление предоставляет более гибкие механизмы, по сравнению с возможностями, реализуемыми при общепринятых классических алгоритмах управления [4].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бесекерский, В.А. Теория автоматического управления / В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. – СПб.: Профессия, 2004. – 749 с.

2. Соловьев В.А., Черный С.П. Искусственный интеллект в задачах управления. Интеллектуальные системы управления технологическими

процессами / В.А. Соловьев, С.П. Черный; - Владивосток: «Дальнаука», 2010. – 280 с.

3. Иванкова, Е.П. Оптимизация распределения функций принадлежности при синтезе нечеткого регулятора для систем управления тепловыми процессами / Е.П. Иванкова, В.Г. Косицын, В.А. Соловьев, С.П. Черный - Журнал 1(5) "Информатика и системы управления". - Благовещенск 2003.

4. Cherny, S.P. Another approach to enhancement of fuzzy controller intellectual capabilities / S.P. Cherny, V.A. Solovyev. – 2017 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM). IEEE Xplore Conference Publications. – 2017. – pp. 1 – 4.

УДК 538.945
Варова Валентина Сергеевна, студентка; Varova Valentina Sergeevna
Цибульский Илья Юрьевич, студент; Tsibulsky Ilya Yurievich
Кузьмин Роман Вячеславович, кандидат технических наук, доцент;
Kuzmin Roman Vyacheslavovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В СВЕРХПРОВОДЯЩИХ СРЕДАХ РАЗЛИЧНОЙ КОНФИГУРАЦИИ

MODELING OF PROCESSES IN SUPERCONDUCTING MEDIA OF VARIOUS CONFIGURATIONS

Анотация: В статье ставится задача изучения сверхпроводников различной конфигурации и их свойств при различных условий.
Abstract: The article poses the problem of studying superconductors of various configurations and their properties under different conditions.
Ключевые слова: сверхпроводимость, моделирование.
Keywords: superconductivity, modeling.

В ходе освоения курса «Теория сильных электрических и магнитных полей» была поставлена задача, изучить сверхпроводниковые свойства и процессы, проходящие в сверхпроводящих средах. Тогда задается вопрос, что такое сверхпроводник и сверхпроводимость.

Сверхпроводимость — свойство некоторых материалов обладать строго нулевым электрическим сопротивлением при достижении ими температуры ниже определённого значения (критическая температура).

Сверхпроводник — материал, электрическое сопротивление которого при понижении температуры до некоторой величины T_c становится равным нулю.

Порой, проводя эксперименты на специальном оборудовании не всегда ясно, как протекают процессы вокруг и внутри сверхпроводника.

Для реализации поставленной задачи мы использовали компьютерную программу ELCUT, которая позволяет провести моделирование процессов в сверхпроводящих средах.

Тем самым можно провести много экспериментов, изменяя магнитную индукцию, магнитную проницаемость и т.д.

Например, возьмём два сверхпроводника. У одного из них понизим температуру, а затем опустим его в магнитное поле, у другого наоборот, сначала опустим в магнитное поле, а затем понизим температуру. В результате чего получаем, что в одном случае идет удержание магнитной ин-

дукции, в другом случае вытеснение. Результаты работы со сверхпроводниками и их свойствами показаны на рисунке 1.

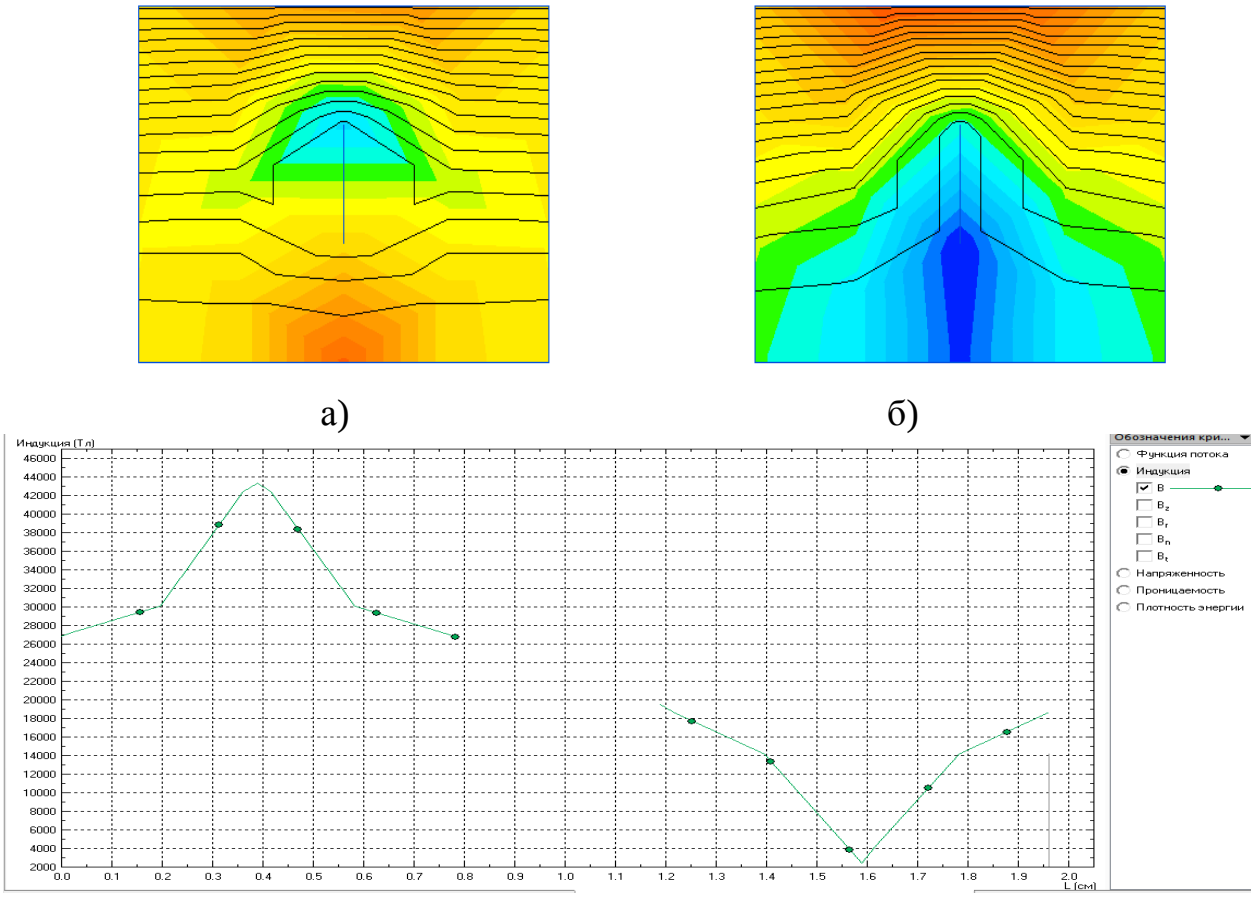


Рисунок 1 – Удержание (а) и вытеснение (б) магнитного поля плоским кольцом

В данном эксперименте проводилось два испытания первый это на удержание сверхпроводника в магнитном поле при его предварительном охлаждении, а второй на способность сверхпроводника находящегося в магнитном поле при охлаждении воздействовать на магнитное поле, и было выяснено, что при разной последовательности в данном эксперименте было получено два абсолютно разных результата.

Это обусловлено тем, что в сверхпроводнике возникают выталкивающие магнитные поле токи, их магнитное поле отталкивает постоянный магнит и компенсирует его вес. Этот эффект называется эффектом Мейснера, который был открыт в 1933 г. немецкими физиками В. Мейснер и Р. Оксенфельд.

Были проанализированы процессы в сверхпроводящих пластинах и сверхпроводящих кольцах. В процессе моделирования были получены результаты соответствующие процессу магнитной левитации, при этом задавали сверхпроводнику нелинейную кривую намагничивания. Были получены такие показания как расчеты плотности сверхпроводящего тока и ин-

дуктивности, графики магнитного поля, цветные карты индукции, силы, действующие на сверхпроводники, значения магнитных потоков, магнитодействующие силы.

В данный момент составляются методические рекомендации для выполнения работ исследованию и моделированию процессов в сверхпроводящих средах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Руководство использования ELCUT http://old.exponenta.ru/soft/others/elcut/Manual.pdf.

2. В. Л. Гинзбург, Е. А. Андрюшин. Сверхпроводимость. 2-е изд., испр. и доп. - М.: Альфа-М, 2006. - 112 с.

УДК 620.97
Галамага Ксения Владимировна, студентка; Ksenia Vladimirovna Galamaga
Суздорф Виктор Иванович, кандидат технических наук, профессор;
Susdorf Viktor Ivanovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ГИБРИДНАЯ СИСТЕМА ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ «ДЭС-МИКРОГЭС»

HYBRID POWER SUPPLY SYSTEM «DIESEL-MICRO-HPP»

Аннотация: статья посвящена актуальной на сегодняшний день проблеме совместной работы различного типа генераторов, применяемых в дизельных станциях и микроГЭС. Также в статье приводятся результаты исследования разработанной системы стабилизации выходных электрических параметров микроГЭС.
Annotation: the article is devoted to the actual problem of joint operation of different types of generators used in diesel and micro-hydro power plants. The article also presents the results of research of the developed system of stabilization of the output electrical parameters of micro-HPP.
Ключевые слова: возобновляемая энергетика, гибридная система, ДЭС, микроГЭС.
Keywords: renewable energy, hybrid system, diesel genset, micro-HPP.

По сей день сохраняется проблема обеспечения электроэнергией потребителей, отдалённых от централизованной системы энергоснабжения, обусловленная значительной удалённостью, труднодоступностью и изолированностью данных потребителей [1].

В рассмотренном случае целесообразно внедрение в систему снабжения автономных децентрализованных источников электроэнергии, наиболее популярным из которых является дизельная электростанция. Однако, учитывая высокую стоимость и сложность доставки топлива для ДЭС в удаленные районы, а также низкий КПД дизельных двигателей по сравнению с электрическими машинами, перспективным вариантом построения изолированной энергосистемы является гибридная автономная система электроснабжения, включающая в себя энергетические установки возобновляемой энергетики и ДЭС [2].

Поскольку большинство изолированных от централизованной системы электроснабжения потребителей Хабаровского края располагается вблизи рек, появляется возможность реализации комбинированной системы «ДЭС-микроГЭС».

При этом для стабилизации выходных электрических параметров микроГЭС предлагается применение в её составе гидроагрегат со статическим преобразователем частоты. Исследование предложенной системы стабилизации выходных параметров станции было произведено с использованием пакета Simulink программы Matlab (рис. 1).

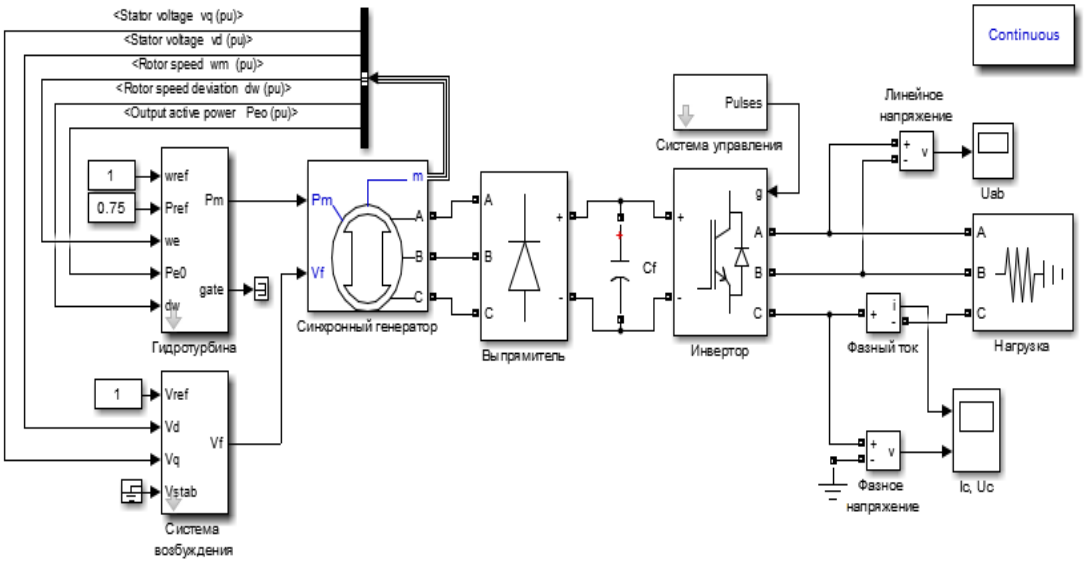
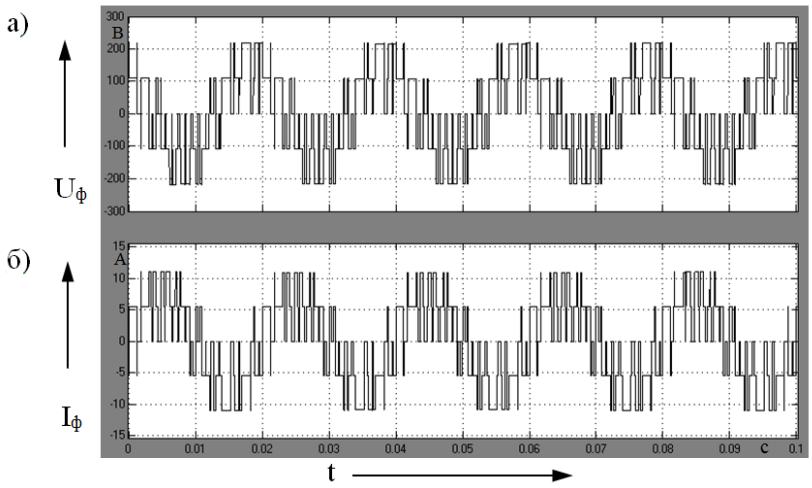


Рисунок 1 – Имитационная модель микроГЭС со статическим преобразователем частоты выпрямительно-инверторного типа



а) фазное напряжение; б) фазный ток

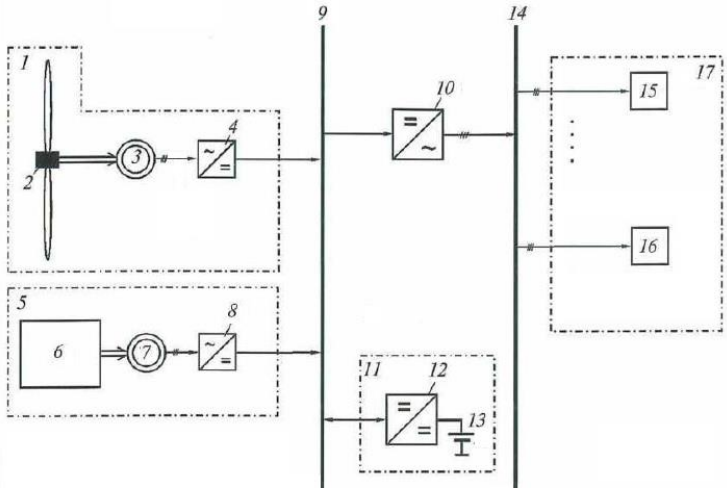
Рисунок 2 – Осциллограммы напряжения и тока

Полученные в результате моделирования осциллограммы (рис. 2) подтверждают осуществление стабилизации нестабильного по величине и частоте напряжения гидрогенератора с нерегулируемой турбиной в переменный ток стабильной величины и частоты.

Ввиду недостаточности уделяемого внимания к совместной работе разнотипных генераторов, применяемых в электростанциях дизельного ти-

па и возобновляемых источниках (в нашем случае – микроГЭС), возникает потребность в разработке схемы параллельной работы и согласования выходных параметров данных агрегатов. Вместе с тем необходимо учесть ограниченную мощность каждого из источников и значительное совместное влияние их друг на друга.

В ходе исследовательской работы были рассмотрены различные схемы комбинированных энергосистем, сравнительный анализ которых показал, что наиболее эффективным вариантом сопряжения энергетических установок различного типа в одной энергосистеме является применение схемы гибридной электростанции с подключением генерирующих установок к промежуточной шине постоянного тока (рис. 3).



1 – микроГЭС; 2 – гидротурбина; 3, 7 – синхронные генераторы; 4, 8 – управляемые выпрямители; 5 – дизель генератор; 6 – дизельный двигатель; 9 – шина постоянного тока; 10 – инвертор напряжения; 11 – буферный накопитель электроэнергии; 12 – двунаправленный импульсный преобразователь; 13 – блок аккумуляторных батарей; 14 – шина переменного тока 220/380 В, 50 Гц; 15, 16 – потребители 220/380 В; 16 – объект децентрализованного электроснабжения

Рисунок 3 – Схема гибридной электростанции «ДЭС-микроГЭС» с подключением генерирующих установок к промежуточной шине постоянного тока

Представленная схема построения электростанции имеет большие преимущества по отношению к другим схемам, а именно: отсутствие необходимости согласования между собой режимов работы микроГЭС и ДЭС; простота масштабирования системы; а также получение качественной электроэнергии благодаря питанию потребителей от общего автономного инвертора [3].

Из этого следует, что применение гибридной системы энергоснабжения «ДЭС-микроГЭС» приведёт к улучшению качества выходного напря-

жения системы электроснабжения и поможет избавиться от просадок напряжения в протяжённых сетях, что приведёт к улучшению качества жизни в удалённых и изолированных поселениях. Помимо этого, появляется возможность применения микроГЭС в качестве аварийной системы электроснабжения в случае выхода из строя ДЭС, а также на время её ремонта. Кроме того, повышается энергоэффективность системы электроснабжения в целом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Галамага К. В. Усовершенствование автобалластной системы стабилизации выходных параметров микроГЭС / К. В. Галамага, В. И. Суздорф // Инновационные технологии в науке и образовании. – 2017. – №1-2(9). – С. 20-24.

2. Шелковская, Д. А. Оценка эффективности применения гибридной системы автономного электроснабжения на базе ДЭС и микроГЭС / Д. А. Шелковская. // Гидроэлектростанции в XXI веке: сборник материалов III Всероссийской. науч.-практ. конф., Саяногорск; Черёмушки, 26-27 мая 2016 г. / под ред. В. Б. Затеева, В. В. Татарникова. – Саяногорск; Черёмушки: Сибирский федеральный университет; Саяно-Шушенский филиал, 2016. – С. 245-250.

3. Обухов, С. Г. Сравнительный анализ схем построения автономных электростанций, использующих установки возобновляемой энергетики / С. Г. Обухов, И. А. Плотников. // Промышленная энергетика. – 2012. – № 7. – С. 46-51.

УДК 668.63
Гарт Дмитрий Александрович, студент; Gart Dmitrii Alexsandrovich.
Ульянов Александр Владимирович, кандидат технических наук, доцент; Ulyanov Aleksandr Vladimirovich.
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ РЕГУЛЯТОРА ТЕМПЕРАТУРЫ С АВТОМАТИЧЕСКОЙ НАСТРОЙКОЙ КОЭФФИЦИЕНТОВ

DEVELOPMENT OF THE TEMPERATURE CONTROLLER MODULE WITH AUTOMATIC ADJUSTMENT OF THE COEFFICIENTS

Аннотация. Данная работа посвящена разработке модуля регулятора температуры с автоматической настройкой коэффициентов. Проведен анализ аналогов. Приведены недостатки наиболее популярных терморегуляторов, представленных на рынке. Разработана структурная схема регулятора температуры сняты осциллограммы на имитационной модели.
Annotation. This work is devoted to the development of the temperature regulator module with automatic setting of coefficients. The analysis of analogues. The drawbacks of the most popular thermostats on the market are presented. The structural scheme of the temperature controller is developed.
Ключевые слова: регулировка температуры, автоматическая настройка коэффициентов, импульсное усправление, ТЕН.
Key words: temperature adjustment, automatic adjustment of coefficients, impulse control, TEN.

Разработка модуля регулятора температуры с автоматической настройкой коэффициентов имеет важное значение в регулировании температуры. Благодаря автоматизации данный модуль будет намного актуальней при выборе аналогичных терморегуляторов. Актуальность разработки заключается в том, что данный модуль будет рассчитывать показания с двух датчиков температуры. Термопара, один из используемых датчиков, устанавливается непосредственно в печи. Второй, цифровой датчик температуры, устанавливается в обшивку печи. Благодаря использования двух датчиков, модуль регулировки температуры рассчитывает коэффициенты регулятора, рассогласование будет фиксироваться и устраняться за счет повышения/понижения мощности, подаваемой на нагревательный элемент. В данном случае нагревательным элементом будет являться трубчатый электрический нагреватель ТЭН.

Модуль регулировки температуры универсальный, благодаря этому, его применение может использоваться в различных печах, разных размеров и состояний. Одно из достоинств этого регулятора в том, что, если со-

стояние изоляции печи в плохом состоянии, а конкретнее в трещинах, либо открытых отверстиях, из-за которых температура будет понижаться за счет открытого участка в корпусе, другими словами выветриваться и тем самым увеличатся тепловые потери. Этот фактор влияет на качество нагреваемого объекта, и в ходе, так называемой сушки, конечное качество будет неудовлетворительным, что может повлечь за собой экономические потери и потери в потенциальных клиентах.

Чтобы исключить эти недостатки, перечисленные выше, и было принято решение в актуальности разработки модуля регулировки температуры с автоматической настройкой коэффициентов.

Приведем структурную схему разрабатываемого модуля регулировки температуры с автоматической настройкой коэффициентов, рисунок 1.

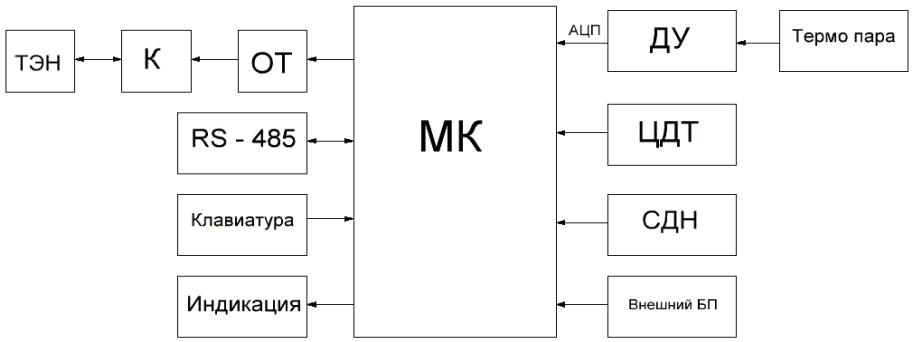


Рисунок 1 – Структурная схема модуля регулировки температуры с автоматической настройкой коэффициентов

На рисунке обозначено:

– ТЭН – трубчатый электронагреватель;
– ДУ – дифференциальный усилитель;
– ЦДТ – цифровой датчик температуры;
– СДН – схема детекции нуля;
– ОТ – оптопара симисторная;
– RS – 485 – физическая связь с ПК;
– К – симисторный ключ;
– АЦП – аналого-цифровой преобразователь.

Принцип работы структурной схемы заключается в приеме от термопары (хромель-копель) сигнала в дифференциальный усилитель (усилитель разности) усиливаем сигнал после чего сигнал проходит через аналого-цифровой преобразователь, при помощи которого преобразовываем аналоговый сигнал в дискретный код микроконтроллера, далее происходит регулирование мощности исходя от полученных данных, регулирование происходит за счет пропусков необходимых «пачек» импульсов, подавае-

мых на ТЕН, через симисторный ключ. В Proteus была собрана имитационная модель и сняты «пачки» импульсов с переходом сетевого напряжения через ноль.

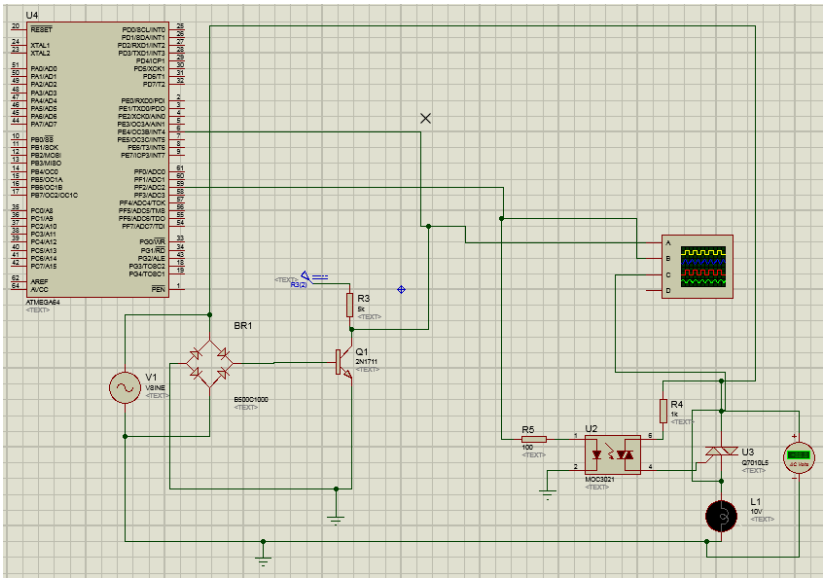


Рисунок 2 – модель регулятора температуры Proteus

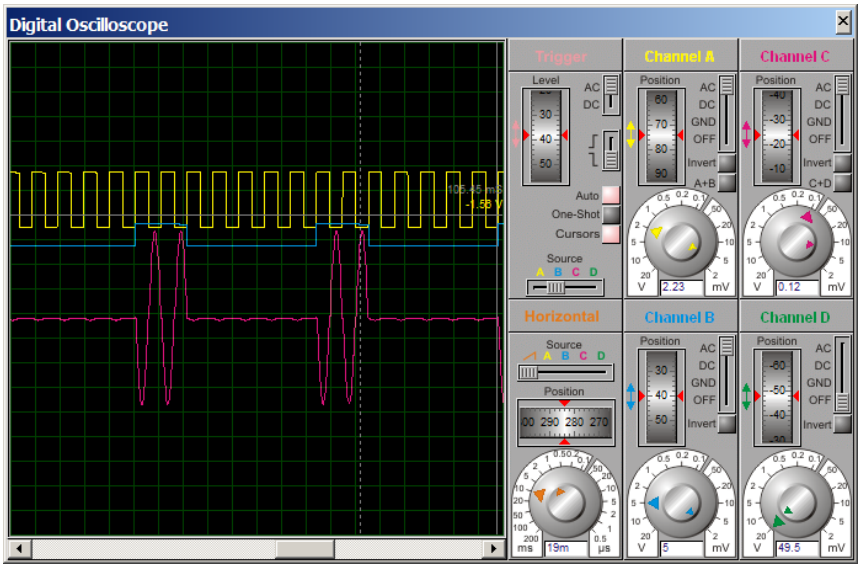


Рисунок 3 – Осциллограммы пачек импульсов при импульсном управлении

На рисунке 2 представлена часть электрической схемы с написанным программным кодом по управлению симистром. Имитационное моделирование отражает работоспособность программного кода и схемы, что подтверждается осциллограммами на рисунке 3.

УДК 621.365.22 + 621.311.44 + 621.3.011.72
Гетопанов Алексей Юрьевич, аспирант; Getopanov Aleksey Urjevich
Климаш Владимир Степанов, доктор технических наук, профессор;
Klimash Vladimir Stepanovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕГУЛЯТОР НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ ТРАНСФОРМАТОРА ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ

ELECTRONIC VOLTAGE REGULATOR FOR TRANSFORMER OF ARC-STEEL-STEEL FURNACE

Аннотация. Предложено техническое решение, позволяющее заменить контактный регулятор под нагрузкой (РПН), на бесконтактное устройство, позволяющее непрерывно регулировать напряжение, в заданных пределах, на высокой стороне печного трансформатора (ПТ). В среде «MatLab», разработаны математические модули реакторно-тиристорного регулятора напряжения (РТРН) и его системы управления. Численными экспериментами, проведены исследования регулировочных свойств устройства и его влияния на сеть.
Summary. A technical solution is proposed that allows to replace the contact regulator under load (RPN) with a non-contact device that allows to continuously regulate the voltage, within specified limits, on the high side of the furnace transformer (EAF). In the "MatLab" environment, mathematical modules of the reactor-thyristor voltage regulator (RTVR) and its control system are developed. Numerical experiments, studies of the adjusting properties of the device and its influence on the network were carried out.
Ключевые слова: реакторно-тиристорный регулятор напряжения, печной трансформатор.
Key words: reactor-thyristor voltage regulator, furnace transformer.

Существуют публикации, как отечественные [1], так и зарубежные [2], в которых предлагается применять однооперационные тиристоры для регулирования напряжения на высокой стороне трансформатора. В предложенных способах тиристоры используются, либо, как набор ключевых элементов взамен механических контактов регулятора под нагрузкой (РПН), что не устраняет проблему дискретности регулирования, либо, как замена РПН в трёхобмоточных ПТ (в цепи вольтодобавочного трансформатора). Основой разработки авторов, послужило изобретение: «Способ включения, выключения и регулирования напряжения трансформаторной подстанции» [3], в части регулирования напряжения. На рисунке 1, иллюстрируется принцип технического решения, позволяющего регулировать

ток в цепи низкого напряжения дуговой сталеплавильной печи ДСП. К зажимам первичной обмотки трёхфазного ПТ, со стороны высокого напряжения (ВН), последовательно, подключён трёхфазный реактор (Р). Параллельно трёхфазному реактору, в цепь ВН подключен трёхфазный тиристорный регулятор напряжения с естественной коммутацией (ТРНЕ). Изменением проводящего состояния тиристоров ТРНЕ, обеспечивается регулирование напряжения на зажимах первичной обмотки ПТ. Верхний предел напряжения, на нагрузке, задаётся коэффициентом трансформации ПТ, при полностью открытых тиристорах, а нижний предел ограничивается индуктивностью Р, при полностью закрытых тиристорах. Управление током в цепи низкого напряжения (НН) производится путём регулирования напряжения на зажимах первичной обмотки ПТ.

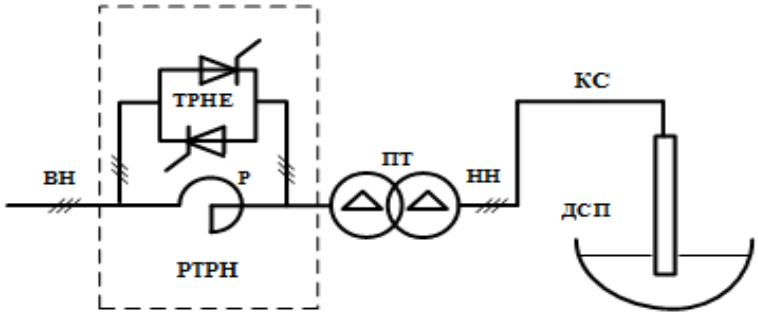


Рисунок 1 – Упрощённая, однолинейная схема силовых цепей ДСП, поясняющая принцип регулирования тока в цепи низкого напряжения

На рисунке 2, приведена блочно - модульная схема модели электроснабжения ПТ, с тиристорно – реакторным регулятором напряжения, разработанная в среде «MatLab». Модель устройства содержит: три однофазных источника напряжения (Va, Vb, Vc); блок высоковольтных выключателей (ВВ); модуль реакторно-тиристорного регулятора напряжения (РТРН); трёхфазный силовой трансформатор (ПТ); модуль трёхфазной активно – индуктивной нагрузки (RL); модуль системы управления тиристорами (СУ); измерительные модули (RS1, RS2, RU1) и другие вспомогательные элементы.

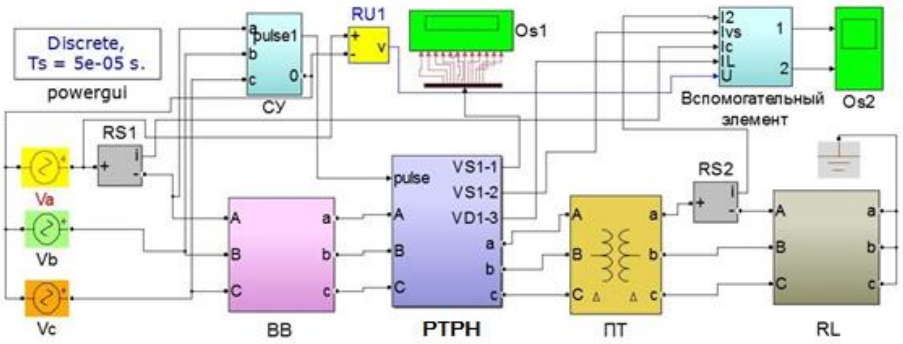


Рисунок 2 - Блочно – модульная схема реакторно-тиристорного регулятора напряжения на высокой стороне ПТ

Исследования РТРН производились на разработанной математической модели, путём численных экспериментов, в среде «MatLab» [4]. Стабилизация тока во вторичном контуре ПТ, при изменяющейся мощности нагрузки, обеспечивалась изменением проводящего состояния тиристоров. На рисунке 3, приведены однофазные осциллограммы: напряжения (Uc) и тока (Ic) сети, тока в контуре нагрузки (Iн), тока тиристорного регулятора (Iт) и тока реактора (Ip), при нагрузке средней мощности. Было выяснено, что при выборе мощностей нагрузки, соответствующих реальным параметрам, диапазон регулирования напряжения ПТ составляет не менее 50% от номинала. При этом токи сети и нагрузки остаются непрерывными, а напряжение сети не меняется.

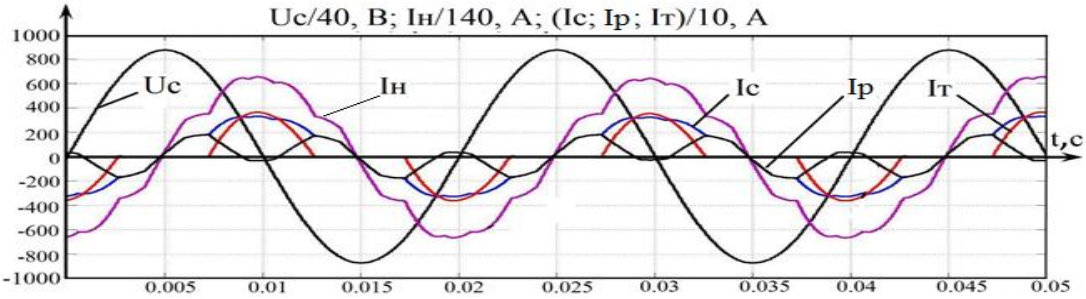


Рисунок 3 – Осциллограммы, при нагрузке средней мощности.

На рисунке 4, построена диаграмма регулировочной характеристики ПТ с тиристорным регулятором напряжения, которая показывает зависимость напряжения (Uн) от угла отпирания, при понижающейся мощности нагрузки. Ток в контуре нагрузки (Iн), при этом, остаётся неизменным.

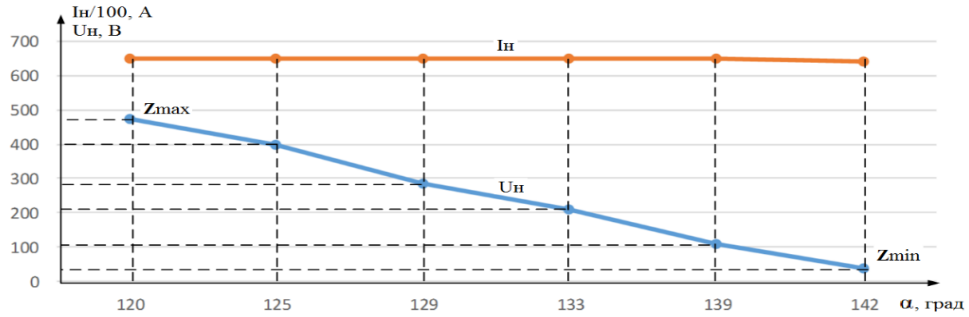


Рисунок 4 - Регулировочные характеристики ПТ с РТРН
в режиме стабилизации тока при изменяющейся мощности нагрузки.

Выполненная исследовательского плана работа, направленная на совершенствование электросталеплавильного комплекса, позволила сделать следующие выводы.

1. Применяемый в статическом компенсаторе реактивной мощности электросталеплавильного комплекса тиристорный регулятор ТРНЕ на 2 кА и 35 кВ по току и напряжению полностью подходит для регулирования напряжения на высокой стороне печного трансформатора. Для улучшения

технологического процесса дуговой плавки металла за счет стабилизации тока дуги и повышения надежности печного трансформатора целесообразно взамен РПН на высокой стороне печного трансформатораприменить реакторно-тиристорный регулятор на основе ТРНЕ.

2. В результате исследований, численными экспериментами, установлено: реакторно-тиристорное устройство обеспечивает требуемый диапазон регулирования напряжения на высокой стороне печного трансформатора с сохранением непрерывного тока в сети и трансформаторе, при работе тиристоров ТРНЕ в режиме прерывистых токов; при значительных искажениях токов через тиристоры и реактор, искажения, вносимые устройством в сеть и трансформатор, сравнительно небольшие, что также способствует улучшению стабильности работы статического компенсатора реактивной мощности, повышению его надежности и энергетических показателей электросталеплавильного комплекса в целом.

3. Предлагаемое быстродействующее реакторно-тиристорное устройство Р-ТРНЕ, для непрерывного регулирования напряжения на высокой стороне печного трансформатора, выполненное на основе освоенного производством изделия ТРНЕ, имеет высокую готовность к применению в электросталеплавильном комплексе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Якимов И.А., Николаев А.А., Корнилов Г.П. Исследование сверхмощных дуговых сталеплавильных печей с тиристорным регулятором напряжения в промежуточном контуре печного трансформатора // Сетевой электронный научный журнал. 2014. Том 1, № 1. С. 41-47.

2. Pat. 09/778,835 United States, H05B 7/144; H05B 7/148. Power control system for ac electric arc furnace / Hatch Associates Ltd., Satcon Power Systems Canada Ltd.; Assignees Thomas Lai Wai Ma, Mohammad Sedigay, Brian Kennet Perkins, Theodorus Anthonius Gerritsen, Janos Rajda.
№ 6,603,795 B2; fil. 02. 8, 2001; publ. 08. 5, 2003.

3. Пат. 2622890 Российская Федерация, H02M 5/257. Способ включения, выключения и регулирования напряжения трансформаторной подстанции / Климаш В. С., Табаров Б. Д., Гетопанов А. Ю.; заявитель ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет, Климаш В. С., Табаров Б. Д., Гетопанов А. Ю.». № 2016131037/07; заявл. 27.07.2016; опубл. 21.06.2017 Бюл. № 18.

4. Свидетельство Российская Федерация, о регистрации программы для ЭВМ. Программный комплекс математических моделей магнитно-тиристорного пускорегулирующего устройства для силового трансформатора в среде MatLab / Климаш В. С., Табаров Б. Д.; заявитель «Климаш Владимир Степанович». № 2017613852; заявл. 16.12.2016; опубл. 03.04.17, Бюл. №4.

УДК 159.952.3; 331.101.1; 645.4-4
Гончарова Светлана Александровна, студент;
Goncharova Svetlana Aleksandrovna
Зайченко Илья Владимирович, кандидат технических наук, доцент;
Zaychenko Ilya Vladimirovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

АЛГОРИТМ РАСЧЁТА РАЦИОНАЛЬНОЙ ФОРМЫ РОБОТИЗИРОВАННОГО СИДЕНЬЯ И ОЦЕНКА КОМФОРТНОСТИ

CALCULATION ALGORITHM OF RATIONAL FORMS OF ROBOTIC SEAT AND THE EVALUATION OF THE COMFORT LEVEL

Аннотация. В статье рассмотрен алгоритм расчёта рациональной формы роботизированного сиденья. Выявлено оптимальное распределение контактных давлений на подушке для обеспечения наибольшего комфорта. Сформулирован собственный комплексный критерий объективной количественной оценки комфортности сиденья.
Summary. The algorithm of calculating the rational shape of a robotic seat is considered in the article. The optimal distribution of contact pressures on the cushion has been found to provide the greatest comfort. Its own complex criterion of objective quantitative evaluation of seat comfort is formulated.
Ключевые слова: безопорное сиденье, эргономика сиденья, оценка комфортности сиденья, распределение контактных давлений, опорно-двигательная система, взаимодействие человека с поверхностью сиденья.
Keywords: unsupported seat, seat ergonomics, seat comfort evaluation, contact pressure distribution, musculoskeletal system, human interaction with the seat surface.

Статистически доказано, что длительное сиденье в неправильном положении ведёт к необратимым изменениям в опорно-двигательной системе и серьёзным заболеваниям: остеохондрозу, сколиозу, межпозвонковой грыжи и др. Это свидетельствует о необходимости поиска решений, которые снизили бы риск развития опасных заболеваний позвоночника, провоцируемых сидячей работой.

Сиденье автомобиля, кресла, стулья являются элементом, который создает психологический и физиологический комфорт при сидячей работе. Комфортное сиденье зависит от самых разных факторов и требует комплексной оценки, поэтому оценка лишь по одному критерию невозможна. Это объясняется тем, что сиденье контактирует непосредственно с человеком, и каждый человек имеет свои специфические и иногда сложные физиологические особенности, что в свою очередь и объясняет сложность оценки сидения.

Любое сиденье должно отвечать всем требованиям эргономики, но, как правило, не все рабочие места оснащены специальными эргономичными сиденьями. Утомление за рабочим местом, нерациональная поза человека, в положении сидя, нарушение физиологических процессов возникают по причине нерациональной формы сиденья.

Существенным препятствием для решения указанной проблемы является отсутствие теории взаимодействия человека с поверхностью сиденья. На текущий момент в рамках работы по разработке корректора осанки был определён алгоритм расчёта рациональной формы сиденья (рис. 1). Для того чтобы реализовать данный алгоритм, были найдены результаты исследования Шишкина по расчёту компромиссной формы подушки сиденья, в качестве опорной информации Штробеля Вернера было принято оптимальное распределение контактных давлений на подушке для обеспечения наибольшего комфорта.

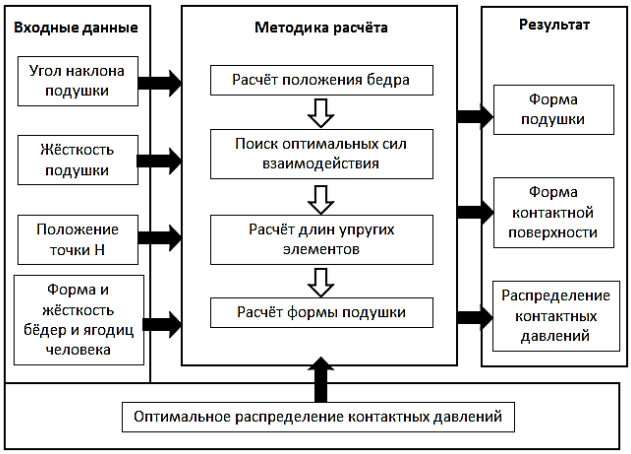


Рисунок 1 - Методика расчета рациональной формы подушки сиденья

Давление по поверхности сиденья не должно быть распределённым, давление должно соответствовать анатомическим данным человека, т.е. быть максимальным (приблизительно 8 кПа) на поверхности сиденья под седалищными буграми, а с боку, сзади или спереди под бедрами давление существенно уменьшается (рис. 2).

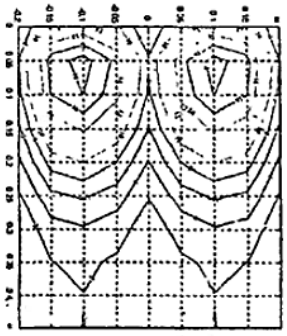


Рисунок 2 - Рассчитанное распределение контактных давлений на подушке

В исследованиях B Trott была выдвинута гипотеза о том, какое распределение контактных давлений на сиденье должно быть оптимальным, при которых человек не испытывает субъективных ощущений неудобства (рис 3).

Максимальные контактные давления интерполируется при помощи представленного функционала:

$$P_{max\ под}(x,z) = (23{,}19 + 62{,}23x + 989{,}10x^2 - 2446{,}37x^3 + 2615{,}74x^5 - 1640900{,}95x^{15})*(5{,}712 + 119{,}874|z| - 1784{,}037z^2 + 8386{,}98|z|^3 - 98719{,}48|z|^5)$$

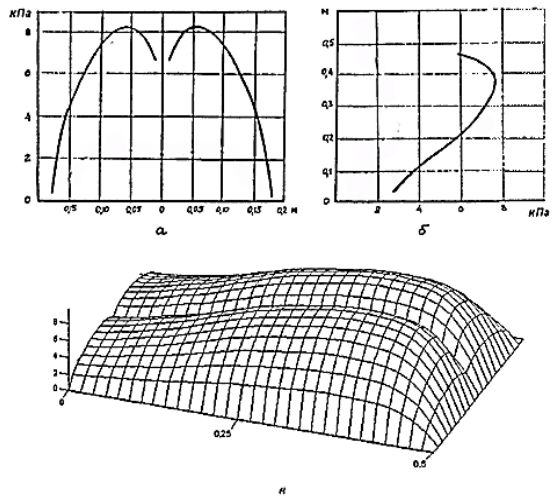


Рисунок 3 - Максимальные контактные давления при посадке человека на сиденье, при которых он не испытывает субъективных ощущений неудобства: поперечное (а), продольное (б) сечения; в двух сечениях одновременно (в)

В настоящее время предложено множество критериев, разработанные разными исследователями и посвящены оценке комфортности сиденья. Ознакомившись с работами исследователей в данной области, мы сформулировали собственный комплексный критерий объективной количественной оценки комфортности сиденья, которым является минимум расстояния между проекцией центра тяжести тела пользователя на плоскость сидения корректора и геометрическим центром пятна контакта при условии равномерного распределения давления по его площади:

$$D_{c\sum\sigma} = \sqrt{k_{D\Omega od}\, D^2_{cд\sigma} + k_{D\Omega or}\, D^2_{cr\sigma}},$$

где $D_{cд\sigma}$ и $D_{cr\sigma}$ - соответствующие оценки контактных давлений и расстояние от проекции центра тяжести на сиденье до геометрического центра подушки, $k_{D\Omega od}$ *и* $k_{D\Omega or}$ - коэффициенты, которые должны быть выбраны с

учетом, во-первых, важности параметра, а, во-вторых, величин значений $D_{сд\sigma}$ и $D_{ст\sigma}$.

Ниже представлен функционал критерия оценки распределения контактных давлений:

$$D^2_{сд\sigma} = \sqrt{\frac{1}{s}\iint\limits_{\Omega}\left[\frac{P(k_x x, k_z z)}{P} - \frac{P_{0\,(x,z)}}{\overline{P_0}}\right]^2 ds},$$

или

$$D^2_{сд\sigma} = \sqrt{S\int\limits_{x_2}^{x_1} dx \iint\limits_{z_0(x)}^{z_1(x)}\left[\frac{P(k_x x, k_z z)}{F_\Sigma} - \frac{P_0(x,z)}{F_{0\Sigma}}\right]^2 dz},$$

где P(x, z) − реально действующее давление в точке контакта тела человека и сиденья с координатами (x, z); P_0(x, z) − давление в точке (x, z), принятое за оптимальное; $\bar{P}$ − среднее арифметическое давление по поверхности контакта ($\bar{P}$ = F_Σ/S); P_0 - среднее арифметическое по поверхности контакта давление, принятое за оптимальное ($\bar{P}_0$ =$F_{0\Sigma}$/S); F_Σ - суммарная сила, действующая на человека со стороны сиденья; $F_{0\Sigma}$ - суммарная сила, действующая на человека со стороны сиденья, в случае оптимального распределения контактных давлений; x_0, x_1, $z_0(x)$,$z_1(x)$ - координаты границ зоны контакта для человека с массой M_0; **Ω** - площадь контакта человека массой M_0 с сиденьем; S - величина площади поверхности контакта **Ω**; k_x, k_z - коэффициенты пересчета координат x и z, необходимые для приведения размеров тела человека, давления для которого оценивается к размерам тела человека, для него взято эталонное распределение контактных давлений.

Следующий функционал критерия − расстояние между проекцией центра тяжести и геометрическим центром сиденья:

$$D^2_{сд\sigma} = \frac{1}{R},$$

где R – расстояние между проекцией центра тяжести и геометрическим центром подушки.

Таким образом, при разработке корректора осанки будет принят критерий объективной количественной оценки комфортности сиденья, который учитывает одновременно распределение контактных давлений и расстояние между проекцией центра тяжести и геометрическим центром сиденья.

УДК 620.97
Громов Александр Александрович, студент;
Gromov Aleksandr Aleksandrovich
Егоров Владислав Алексеевич, кандидат технических наук, доцент;
Egorov Vladislav Alekseevich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ПРИМЕНЕНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИИ СОЦИАЛЬНО-БЫТОВОГО СЕКТОРА

APPLICATION OF ALTERNATIVE ENERGY SOURCES IN ELECTRIC POWER SUPPLY OF SOCIAL AND HOUSEHOLD SECTOR.

Аннотация. В данной работе рассмотрена реализация и предварительная оценка рентабельности использования альтернативных источников энергии в комбинированном электроснабжении социально-бытового сектора. Солнечные энергетические установки способны сэкономить дорогостоящее минеральное топливо, благодаря разумному использованию энергии солнечного излучения.
Summary. In this work implementation and preliminary assessment of the profitability of using alternative energy sources in combined electric power supply of social household sector are studied. Solar energetic settings can save expensive mineral fuel, thanks to rational energy using of solar emission.
Ключевые слова: солнце, энергия, электроснабжение, солнечные элементы, экономия топлива, рентабельность модернизации.
Key words: sun, energy, electricity, solar cells, fuel economy, profitability of modernization.

Способ получения электроэнергии из солнечного света известен более ста лет. Явление фотоэлектричества впервые наблюдал Эдмон Беккерель в 1839 году. Проводя серию экспериментов по электричеству, он погрузил 2 металлических электрода в проводящий раствор и подвергал установку воздействию солнечного света. Появление в начале 50-х годов солнечных элементов, разработанных в лаборатории Белла, произвело революцию в электронной промышленности. Космическая индустрия была бы без них, практически беспомощна. Кроме того, солнечная энергия может использоваться и в электроснабжении социально-бытового сектора.

Представление о жилых домах с комбинированным электроснабжением стало широко известно, но реальных проектов в нашей стране, где полностью отработана система, еще сравнительно немного, и сделать их экономически оправданными совсем не просто. Однако очевиден тот факт, что природных запасов нефти и угля на планете не хватит на длительный

срок и дальнейшая техническая программа неразрывно связана с необходимостью экономии ресурсов.

Для примера будет рассмотрена экономическая оценка модернизации электроснабжения многоквартирного 14-ти этажного дома.

Трехмерная модель модернизированного дома приведена на рисунке 1.

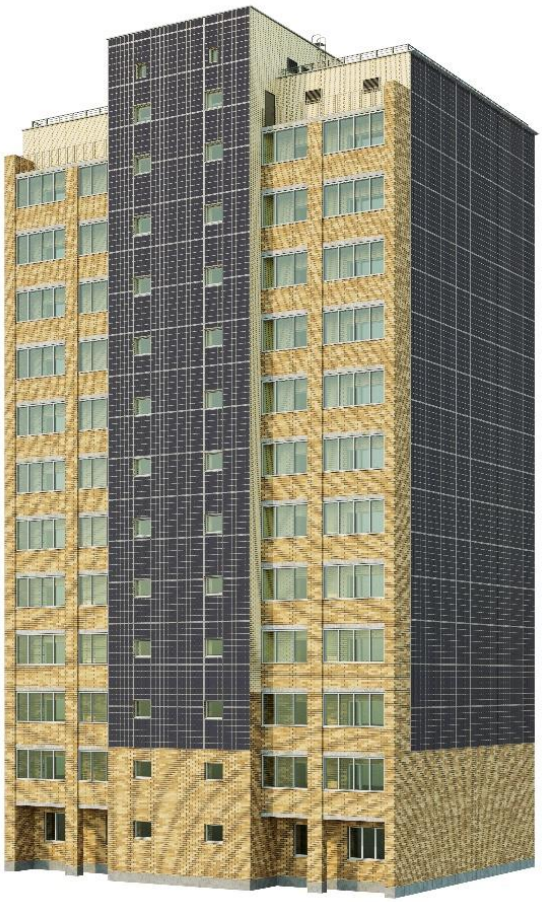


Рисунок 1 – Пример инсталляции солнечных панелей

Сначала необходимо определиться с выбором солнечных панелей. Проведя исследование рынка, можно выделить две основные категории:

1. Панели из поликристаллических фотоэлектрических элементов, с характерным синим цветом солнечной панели и КПД, равным 12-14%.

2. Панели из монокристаллических элементов – более дорогие, но и более эффективные (КПД – до 17%).

На мой взгляд, использование монокристаллов более приемлемо для реализации данного проекта, так как он быстро окупится, а также для качественной подачи электроэнергии нам необходим наиболее высокий КПД, поэтому рассмотрена монокристаллическая солнечная батарея Yingli PANDA YL275C-30b с КПД 16.9%.

Для вычисления приблизительной мощности генерируемой электроэнергии, планируемых солнечных панелей, необходимо руководствоваться

графиком естественного освещения для конкретного населенного пункта. Расчет на первых этапах будет носить сугубо статистический характер для объективной оценки рентабельности проекта.

На основании информационного ресурса www.timezone.ru определим продолжительность световых дней в каждом месяце и вычислим общую продолжительность в каждом месяце для города Комсомольск-на-Амуре. Данные сведем в таблицу 1.

Таблица 1 – Продолжительность светового дня по месяцам

Месяц	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
Время, чч:мм	265:46	281:54	369:15	414:33	480:39	491:25
Месяц	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Время, чч:мм	494:06	448:05	378:11	331:41	269:40	250:09

В проекте данного здания для установки солнечных панелей можно выделить 617 м^2. В свою очередь, на данную площадь можно установить 410 панелей, номинальной мощностью 275 Вт каждая. Соответственно в час, можно получить 112,75 кВт.

На основании всех данных можно составить график генерируемой мощности по месяцам, показанный на рисунке 2.

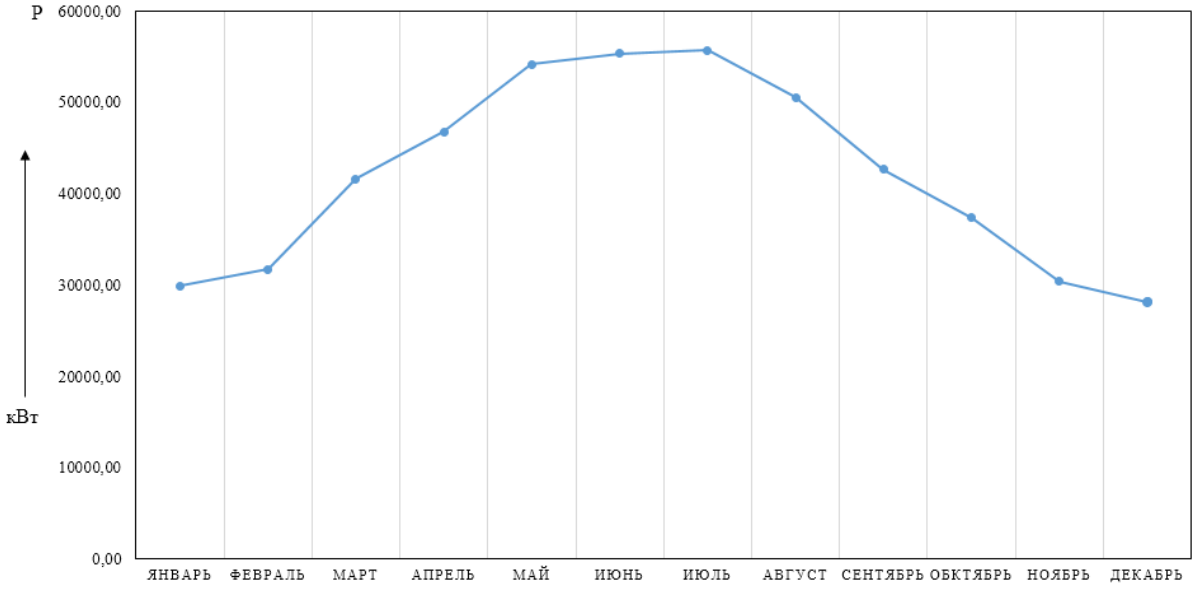


Рисунок 2 – График ежемесячной генерируемой мощности

Техническая сторона данного проекта включает в себя использование современного комплекса технических устройств, таких как: программируемый логический контроллер, аккумуляторные батареи, инвертор напряжения, двунаправленный прибор учета электроэнергии.

Предполагается построить систему таким образом, чтобы при полном заряде аккумуляторных батарей, производилась выдача излишков

электроэнергии в сеть (рекуперация). Структурная схема представлена на рисунке 3.

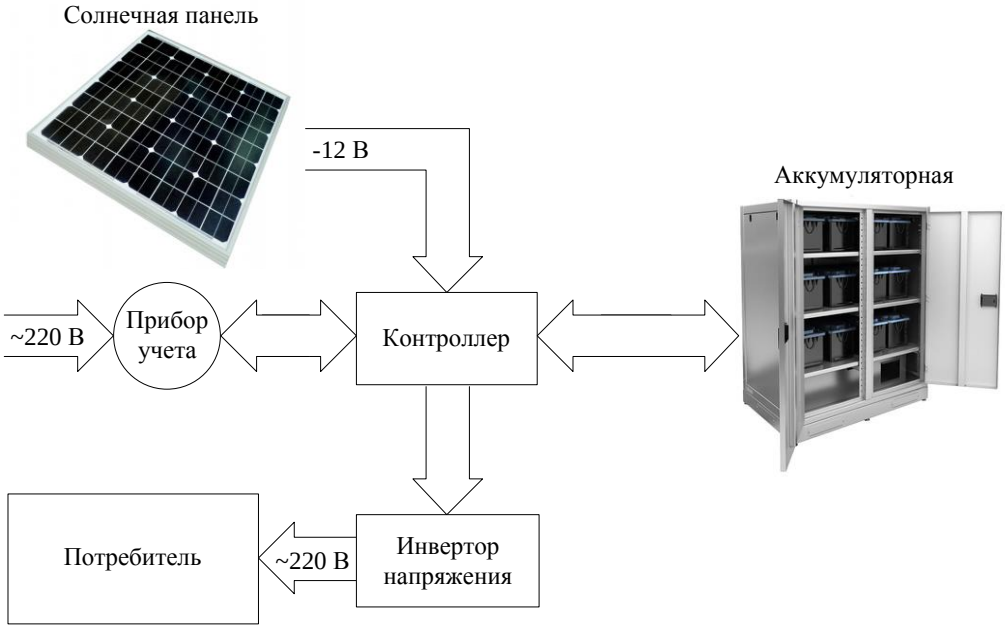


Рисунок 3 – Функциональная схема комбинированного электроснабжения

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Лабейш, В. Г. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии / В. Г. Лабейш – СПб.: СЗТУ, 2003. – 79 с.

2. Семёнов Н.Н. Преобразование солнечной энергии / Н.Н. Семёнов, А.Е. Шилов – М: Наука, 1985. – 185 с.

3. Кузнецов Г.Н. Архитектура и конструкции многоэтажных крупнопанельных жилых домов. Сборник статей / Г.Н. Кузнецов и др. – М: Госстройиздат, 1986. – 224 с.

4. Информационный портал, солнечный калькулятор. – Режим доступа: http://www.timezone.ru, свободный.

УДК 81.5
Дзюба Андрей Алексеевич, студент; Dzyuba Andrey Alekseevich
Горькавый Александр Иванович, кандидат технических наук, доцент;
Gorkavy Aleksandr Ivanovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ВНЕДРЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС НА ОСНОВЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ-МАНИПУЛЯТОРОВ

IMPLEMENTATION OF ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES INTO MANUFACTURE PROCESS WITH INDUSTRIAL ROBOT-MANIPULATORS

Аннотация. Рассмотрена модель перемещения осей робота-манипулятора с расчетом обратной кинематики с целью получения значений, соответствующих наименьшим затратам электроэнергии при перемещении.

Summary. A model of the displacement of the robot manipulator axes with the calculation of the inverse kinematics is considered with the aim of obtaining values corresponding to the least energy costs during the movement.

Ключевые слова: робот-манипулятор, обратная кинематика, электропривод.

Keywords: robot manipulator, inverse kinematics, electric drive.

Энергосбережение на предприятии, является одной из самых актуальных проблем, с которой сталкивается промышленность. Это связано с постоянным ростом стоимости на электроэнергию и прочие энергоносители. Производство затрачивает свои финансы на сырье и материалы, топливо, на эксплуатационные работы, но самым дорогим является оплата за энергетическую составляющую.

Для разработки имитационной модели использовалась программная среда MatLab, позволяющая проводить основные вычислительные операции. Для моделирования движения робота необходимо разработать алгоритм вычисления перемещения осей координат. Последовательность вычислений для рассматриваемого алгоритма представляется следующим образом:

1. Производится построение однородных матриц преобразования для каждой из осей.

Производится построение матрицы Денавита-Хартенберга описывающую смещение осей для каждой из осей робота. Она имеет следующие параметры:

θ – угол смещения вокруг оси z новой систем координат;

d – смещение новой систем координат по оси z;

α – угол поворота оси координат z вокруг оси координат x для новой системы;

r – смещение по оси x в новой системе координат.

2. С помощью матриц преобразования вычисляются координаты фланца робота относительно базовой системы координат.

Матрица преобразования имеет следующий общий вид:

$$\begin{bmatrix} cos\alpha_{ox} & cos\alpha_{oy} & cos\alpha_{oz} & x_0 \\ cos\beta_{ox} & cos\beta_{oy} & cos\beta_{oz} & y_0 \\ cos\gamma_{ox} & cos\gamma_{oy} & cos\gamma_{oz} & z_0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

Матрица преобразования вычисляется для каждого звена относительно начальной системы координат. С помощью перемножения матриц преобразования вычисляется матрица преобразования из начальной системы координат в систему координат фланца робота.

3. При перемещении фланца робота к заданной точке с помощью обратной кинематики вычисляется движение осей робота.

Задача обратной кинематики заключается в том, чтобы вычислить положения суставов робота зная координаты фланца робота относительной начальной системы координат.

В данном случае для вычисления обратной задачи кинематики используется матрица Якоби, имеющая вид:

$$J(x) = \begin{pmatrix} \frac{\partial u_1}{\partial x_1}(x) & \frac{\partial u_1}{\partial x_2}(x) & \cdots & \frac{\partial u_1}{\partial x_n}(x) \\ \frac{\partial u_2}{\partial x_1}(x) & \frac{\partial u_2}{\partial x_2}(x) & \cdots & \frac{\partial u_2}{\partial x_n}(x) \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \frac{\partial u_m}{\partial x_1}(x) & \frac{\partial u_m}{\partial x_2}(x) & \cdots & \frac{\partial u_m}{\partial x_n}(x) \end{pmatrix}$$

Особенностью данного алгоритма является его универсальность, так как рассмотренная последовательность действий применима для вычисления перемещения осей роботов-манипуляторов с различными параметрами длины осей, степеней свободы и т.д.

Результатом выполнения алгоритма является перемещение осей модели в декартовых координатах при движении к заданной точки, что моделирует процесс перемещение реального робота.

Для расчета перемещения с наименьшими энергозатратами необходимо рассмотреть несколько параметров.

Момент нагрузки. Момент нагрузки – момент, создаваемый вращающейся механической системой присоединенной к валу асинхронного двигателя. **Момент инерции. Момент инерции –** скалярная физическая величина, мера инертности тела при вращении вокруг оси.

Также на энергопотребление оказывает влияние **скорость перемещения осей.**

Исходя из этих параметров можно вычислить оптимальный по энергопотреблению путь перемещения осей робота, а также очередность их перемещения. Следует отметить также возможные ограничения по времени. На участке производства обычно робота работают в связанной системе, поэтому необходимо будет учитывать ограничения по времени при выполнении перемещения. В конечном итоге задача сводится к тому, чтобы перемещать робот с наименьшими возникающими моментами для минимизации подачи тока в сервоприводы.

Визуализированный результат выполнения программы представлен на рисунке 1.

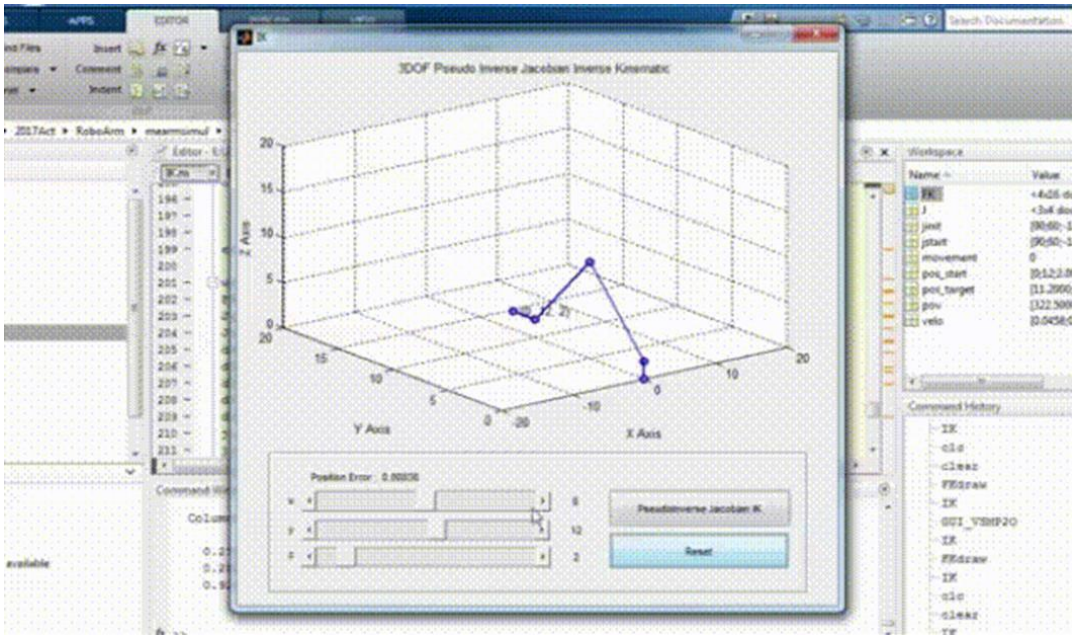


Рисунок 1 - Результат выполнения программы

В результате работы программы при внедрении расчет параметров энергозатрат становится возможным рассчитать оптимальную с точки зрения снижения энергозатрат траекторию движения осей робота.

УДК 62-523.2
Дубовик Михаил Евгеньевич, студент; Dubovik Mikhail Evgenevich
Соловьёв Вячеслав Алексеевич, доктор технических наук, профессор; Solov'yev Vyacheslav Alekseevich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОВОРОТА КАРЬЕРНОГО ЭКСКАВАТОРА НА БАЗЕ МАШИНЫ ДВОЙНОГО ПИТАНИЯ

DEVELOPMENT OF THE MATHEMATICAL MODEL OF EXCAVATOR TURN-UP ELECTRIC DRIVE ON THE BASIS OF A DOUBLE POWER MACHINE

Аннотация. В данной статье приведен вариант исполнения электропривода поворота башни карьерного экскаватора на базе машины двойного питания. Применение данного типа двигателя обосновано с экономической точки зрения. Приведены уравнения, описывающие математическую модель двигателя. Построена математическая модель и получены графики скорости двигателя и частот питающего напряжения.
Summary. In this article, the version of the electric drive for the turn of the tower of a quarry excavator based on a dual-power machine is given. The application of this type is justified from the economic point of view. Equations describing the mathematical model of the engine are given. A mathematical model and subsequent graphs are constructed.
Ключевые слова: асинхронный двигатель с фазным ротором, машина двойного питания, преобразователь частоты.
Keywords: asynchronous motor with phase rotor, double power machine, frequency converter.

В приводе поворота экскаваторов традиционно используются двигатели постоянного тока или асинхронные двигатели. У карьерных экскаваторов с объемом ковша более 4 м^3 мощности электропривода поворота лежат в диапазоне от 100 кВт и выше, кроме того характерной особенностью электропривода поворота является его значительная инерционность, обусловленная конструкцией механизма. Как правило, в случае использования в электроприводе асинхронных двигателей, приходится ориентироваться, на питание двигателя напряжением свыше 1000 В. Это обусловлено снижением массогабаритных показателей двигателя. Но при построении частотно-регулируемого электропривода необходимо использовать преобразователь частоты (ПЧ) высокого напряжения, что в свою очередь, ведет к существенному удорожанию электропривода.

Учитывая, что к электроприводу поворота экскаватора, с точки зрения диапазона регулирования, предъявляются невысокие требования (7÷15), то найти компромиссное решение можно путем использования машины двойного питания, канал частотного регулирования которого необходимо перенести в цепь ротора [2].

Особенность МДП в том, что регулирование скорости ротора возможно через управление напряжением и частотой в роторной цепи. Напряжение в роторной цепи значительно меньше, чем на статоре, что позволяет добиваться регулирования при помощи низковольтных ПЧ, подключенных на роторную цепь. На рисунке 1 показана функциональная схема такой машины[3].

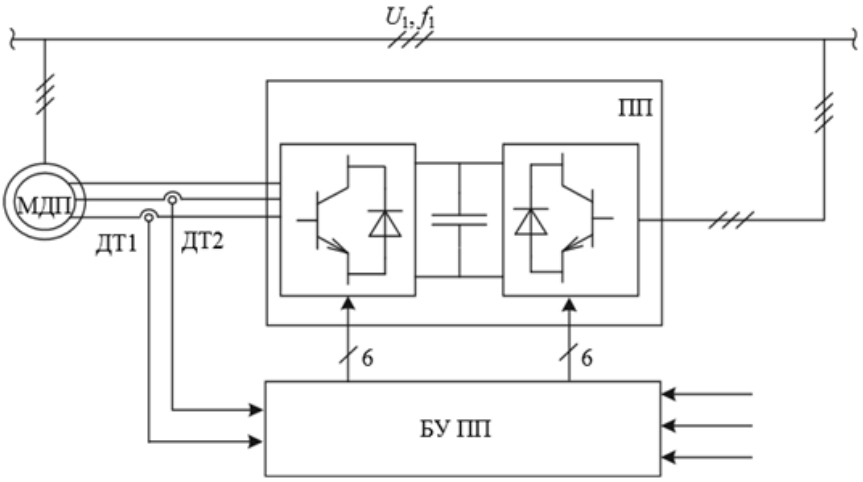


Рисунок 1 – Функциональная схема МДП

Нормальный установившийся режим в МДП будет существовать тогда, когда магнитные потоки, созданные статорными и роторными токами, будут неподвижны относительно друг друга в пространстве при произвольной скорости вращения ротора. Данное условие можно записать в виде[1,2]

$$\omega_2 = \omega_1 - \omega.$$

где ω_1 - угловая скорость векторов напряжений, магнитных потоков, токов статора относительно статора; ω_2 - угловая скорость векторов напряжений, магнитных потоков и токов ротора относительно тела ротора; ω - угловая скорость ротора. Практическая реализация этого условия возможна, когда ω_2 является независимой переменной, то есть задается извне сетью. Скорость ротора будет являться в установившемся режиме разностью скоростей векторов напряжений статора и ротора

$$\omega = \omega_1 - \omega_2.$$

Уравнения, математически описывающие машину двойного питания подобны уравнениям асинхронной машины с фазным ротором, с учетом всех общепринятых допущений. Учитывая, что оси подвижной системы

координат x, y двигаются с угловой скоростью $\omega_k = \omega$, уравнения будут выглядеть следующим образом[2]

$$\begin{cases} -u_{1x} = r_1 i_{1x} + p\Psi_{1x} + \omega\Psi_{1y};\ -u_{1y} = r_1 i_{1y} + p\Psi_{1y} - \omega\Psi_{1x}; \\ u_{2x} = r_2 i_{2x} + p\Psi_{2x};\ u_{2y} = r_2 i_{2y} + p\Psi_{2y}; \\ \Psi_{1x} = L_1 i_{1x} + L_a i_{2x};\ \Psi_{1y} = L_1 i_{1y} + L_a i_{2y}; \\ \Psi_{2x} = L_a i_{1x} + L_2 i_{2x};\ \Psi_{2y} = L_a i_{1y} + L_2 i_{2y}; \\ M = T_J p\omega + M_э;\ M_э = 1{,}5 p_п L_a \left(i_{1y} i_{2x} - i_{1x} i_{2y}\right), \end{cases} \quad (1)$$

где $u_{1x}, u_{1y}, i_{1x}, i_{1y}, \Psi_{1y}, \Psi_{1x}$ – проекции напряжений, токов и потокосцеплений статора; $u_{2x}, u_{2y}, i_{2x}, i_{2y}, \Psi_{2y}, \Psi_{2x}$ – проекции напряжений, токов и потокосцеплений ротора; M – механический момент; $M_э$ – электромагнитный момент машины; T_J – электромеханическая постоянная времени; p – символ дифференцирования, $p_п$ – число пар полюсов.

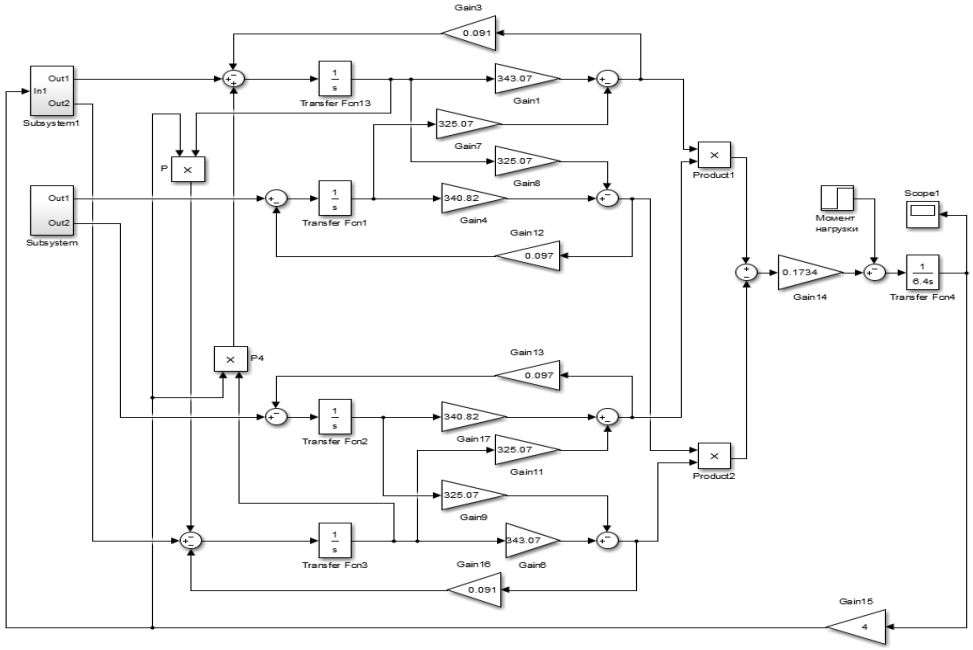
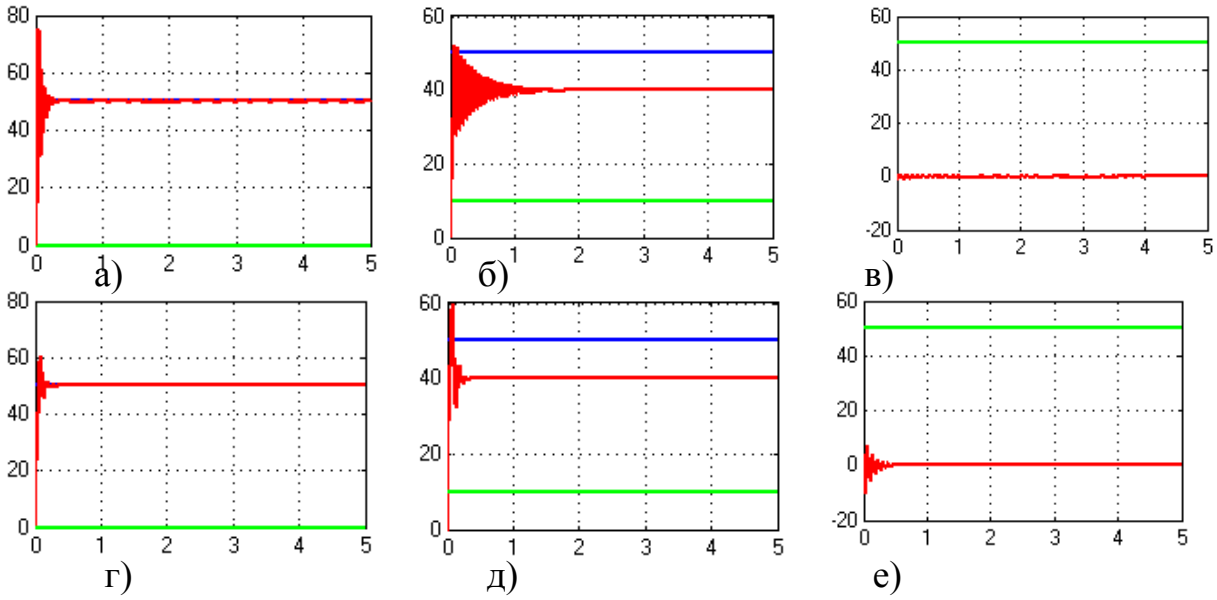


Рисунок 2 – Математическая модель МДП

По данным уравнениям была построена модель машины двойного питания (см. рисунок 2).

Как видно по графикам, скорость ротора равна разности частот напряжений, питающих роторную и статорную обмотки. С экономической точки зрения имеет смысл применять данный тип двигателя в некоторых электроприводах, где не требуются высокие и жесткие требования к регулированию параметров.



а – $f_1 = 50, f_2 = 0, f = 50$; б – $f_1 = 50, f_2 = 10, f = 40$;
в – $f_1 = 50, f_2 = 50, f = 0$; г – $f_1 = 50, f_2 = 0, f = 50$;
д – $f_1 = 50, f_2 = 10, f = 40$; е – $f_1 = 50, f_2 = 50, f = 0$;

Рисунок 3 – графики зависимости частоты напряжения статора f_1, Гц (синий), частоты напряжения ротора f_2, Гц (зеленый), частоты вращения ротора f, Гц (красный) от времени t, с

На рисунке 3 показаны графики переходных процессов скорости ротора в зависимости от подаваемого значения частоты напряжения на статор и ротор. На графиках а, б, г процессы сняты с математической модели, приведенной на рисунке 2. На графиках г, д, е моделирование проводилось на готовой модели асинхронного двигателя с фазным ротором в Simulink. Совпадение графиков подтверждает адекватность математической модели, что позволяет проводить над ней дальнейшие исследования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Шакарян, Ю. Г. Асинхронизированные синхронные машины / Ю. Г. Шакарян. – М. : Энергоатомиздат, 1984. – 192 с. : ил.

2. Ботвинник, М. М. Управляемая машина переменного тока / М. М. Ботвинник, Ю. Г. Шакарян. – М. : Наука, 1969. – 140 с.

3. Ляпин, А. С. Модельное исследование машины двойного питания с токовым управлением / А. С. Ляпин // Научно-технический вестник информа-ционных технологий, механики и оптики. – 2016. - № 4. – С. 731-737.

УДК 681.5.01:658.5
Духно Андрей Андреевич, студент; Dukhno Andrey Andreevich
Черный Сергей Петрович, кандидат технических наук, доцент;
Cherny Sergey Petrovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЧЕТКОГО РЕГУЛЯТОРА С ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРИЕНТАЦИЕЙ ФУНКЦИЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ТЕПЛОВЫМИ ПРОЦЕССАМИ

USE OF THE FUZZY REGULATOR WITH SPATIAL ORIENTATION OF FUNCTIONS OF ACCESSORIES AT THE MANAGEMENT OF THERMAL PROCESSES

Аннотация: В данной статье рассматривается возможность управления тепловыми процессами при помощи нечеткого логического регулятора с пространственными функциями принадлежности.
Summary: In this article, we consider the possibility of controlling thermal processes using a fuzzy logic controller with spatial membership functions.
Ключевые слова: нечёткий регулятор, пространственные функции принадлежности, тепловые процессы.
Key words: fuzzy regulator, spatial membership functions, thermal processes.

В настоящее время, в разных сферах человеческой деятельности растет тенденция применения сложных систем автоматического регулирования. Зачастую, в таких системах, реализация управляющего устройства при помощи классической теории управления является сложной или невозможной из-за сложности математического описания всех явлений и процессов, протекающих в ходе работы системы, высокой трудоемкости циклических перерасчетов параметров объекта управления, изменения структуры и/или параметров системы управления в процессе ее работы, слабоформализованности и ненадежности исходных данных.

Целью данной работы является исследование возможности решения задач управления сложных технологических объектов на примере мобильной установки пиролиза древесины (см. рисунок 1) путем использования в качестве управляющего устройства нечеткого логического регулятора с пространственными функциями принадлежности. В связи с тем, что на данный момент средств для обеспечения моделирования нечеткого регулятора с пространственными функциями принадлежности не существует, для обеспечения формирования его модели была реализована многокаскадная нечеткая система, состоящая из регуляторов с алгоритмами нечеткого вывода Сугено.

Было принято, что основной задачей системы автоматического регулирования является удержание минимальной разности температур между подом и сводом печи. Регулирование температуры производится за счет изменения положения в пространстве подвижных штор. Изменение температуры в районе пода производится за счет изменения положения нижних штор, а изменение температуры в районе свода – за счет верхних.

Многокаскадный нечеткий логический регулятор отвечающий за раздельное управление шторами будет состоять из двух каскадов (см. рис.1).

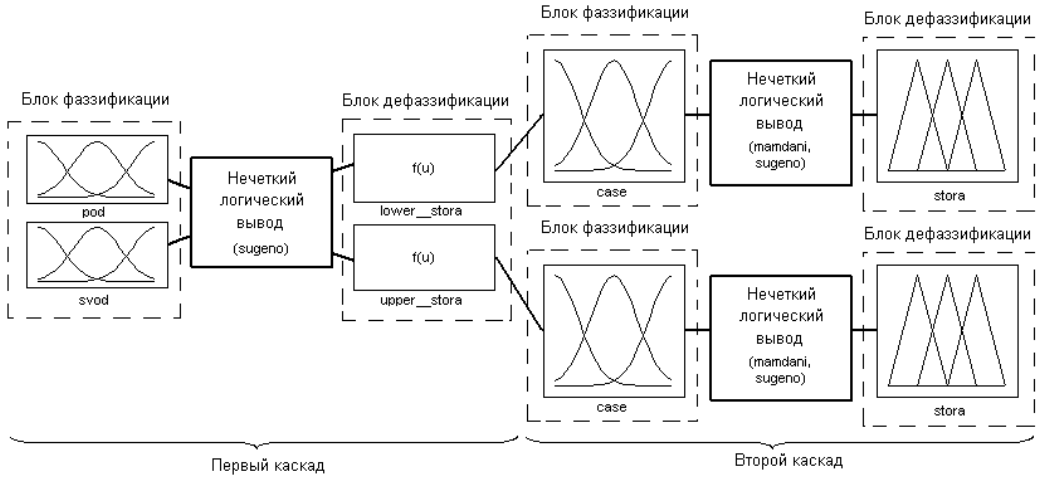


Рисунок 1 – Многокаскадный нечеткий регулятор с раздельным управлением шторами.

В первом каскаде нечеткой системы находится интеллектуальное переключающее устройство, которое состоит из нечеткого логического регулятора и двух блоков умножения. Задачей переключающего устройства является формирование функций принадлежности пространственной формы.

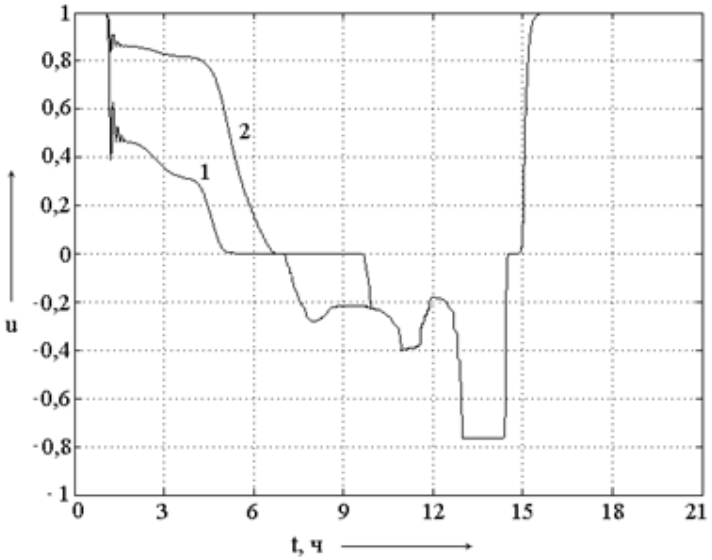
Данный регулятор настроен на алгоритм нечеткого логического вывода Сугено и имеет на входе две лингвистические переменные pod и svod, которые соответствуют температуре пода и свода печи соответственно. Обе лингвистические переменные содержат в себе по пять функций принадлежности, диапазон регулирования, форма и распределение которых идентичны.

На выходе данного регулятора формируется сигнал, который принимает различные значения в зависимости от сочетания температур пода и свода печи. В качестве второго сигнала, поступающего на блоки умножения, выбран сигнал характеризующий температуру пода.

Внутренний каскад многокаскадного нечеткого логического регулятора будет состоять из двух нечетких элементов, представляющих собой регуляторы Сугено с одним входом и одним выходом и отличающихся

друг от друга входными диапазонами регулирования. Управляющее воздействие, получаемое на выходе данных регуляторов, определяет угол поворота нижних и верхних штор.

В процессе моделирования системы с многокаскадным нечетким регулятором был получен график переходного процесса системы и график управляющего воздействия многокаскадного управляющего устройства (см. рисунок 2) на объект управления



1 – нижней шторой; 2 – верхней шторой

Рисунок 3 – Управляющее воздействие в системе с многокаскадным НЛР.

Таким образом, в процессе исследования была построена модель нечеткого логического регулятора с функциями принадлежности пространственной формы. Для получения пространственных функций принадлежности был произведен синтез многокаскадного интеллектуального устройства управления, состоящего из двух регуляторов Сугено и интеллектуального переключающего устройств. Такие управляющие устройства можно использовать в сложных технологических системах, в которых процессы не могут быть выражены аналитическими способами, ряд параметров неизвестен, слабо формализован или не может быть выражен количественно. Также такой регулятор найдет применение в системах, структура и параметры которых изменяются в период протекания процесса.

УДК 528.854
Жиганов Сергей Викторович, аспирант; Zhiganov Sergey Viktorovich
Зверев Дмитрий Александрович, студент; Zverev Dmitry Alexandrovich
Комсомольск-на-Амуре государственный университет

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА АНАЛИЗА И КЛАССИФИКАЦИИ СОБЫТИЙ В ВИДЕОФРАГМЕНТЕ

DEVELOPMENT OF THE ALGORITHM OF ANALYSIS AND CLASSIFICATION OF EVENTS IN VIDEO FRAGMENT

Аннотация. Работа посвящена разработке алгоритма анализа и классификации видеопотока, для распознавания нештатных ситуаций. В работе рассматриваются существующие методы анализа и классификации видеопотока. Представлена разработанная архитектура глубинной нейронной сети для классификации видеофрагмента, ключевым отличием является использование 2-х управляемых рекуррентных блоков. Представлен эксперимент с разработанной архитектурой искусственной нейронной сети.
Summary. The work is devoted to the development of algorithms for analysis and classification of the video stream, for the recognition of abnormal situations. The work considers the existing methods of analysis and classification of the video stream. The developed architecture of a deep neural network for classification of a video fragment is presented, the key difference is the use of 2 controlled recurrent blocks. An experiment is presented with the developed architecture of an artificial neural network.
Ключевые слова: нештатные ситуации, видеопоток, искусственные нейронные сети, управляемые рекуррентные блоки, сверточные нейронные сети.
Key words: non-routine situations, video stream, artificial neural networks, gated recurrent units, convolutional neural networks.

Распознавание нештатных ситуаций актуально в системах, где требуется незамедлительное автоматическое принятие решений, связанных с действиями людей.

В системах безопасности к нештатным ситуациям можно отнести нестандартное поведение людей, которое связанно: с хулиганством, грабежом, потасовкой, праздношатанием, бегом, появлением в кадре посторонних предметов. Основным элементом, который необходимо распознать в видеопоследовательности, является человек и его действие [1].

Постановка задачи распознавания действия человека в видеофрагменте выглядит следующим обзорам: Пусть имеется ограниченный видеофрагмент $V = \left\{ \mathbf{I}^1, \mathbf{I}^2, ..., \mathbf{I}^t \right\}$, где $\mathbf{I}$ – кадр видеофрагмента, t – количество

кадров. $\mathrm{B}^{act} = \{1,\mathrm{K},k\}$ – множество в котором представлен конечный набор классов, где k – количество классов. Необходимо отнести видеофрагмент V к одному из классов, т.е выполнить отображение $f: V \to \mathrm{B}^{act}$, где f – классификатор способный отнести ограниченный видеофрагмент V к одному из классов B^{act}.

Существует несколько подходов, к решению задачи классификации действий в видеофрагменте, использующих искусственные нейронные сети [2]:

1. Классификация каждого кадра с использованием сверточной нейронной сети. Точность для 5 классов: 90%, точность для 1 класса: 65%.
2. Классификация при помощи применения к каждому временному фрагменту сверточной нейронной сети и передача признаков в слой рекуррентной нейронной сети. Точность для 5 классов: 41%, точность для 1 класса: 20%.
3. Классификация при помощи 3-х мерной сверточной нейронной сети. Точность для 5 классов: 51%, точность для 1 класса: 28%.
4. Классификация при помощи извлечения признаков, уже обученной сверточной нейронной сети, и передачи последовательности признаков в слой рекуррентной нейронной сети. Точность для 5 классов: 91%, точность для 1 класса: 74%.
5. Классификация при помощи извлечённых признаков уже обученной сверточной нейронной сети и передачи последовательности признаков в многослойный персептрон. Точность для 5 классов: 88%, точность для 1 класса: 70%.

Одним из перспективных подходов, для классификации действий в видеофрагменте, является применение к каждому временному фрагменту нечеткой адаптивной предобработки [3], выделение признаков при помощи сверточной нейронной сети и классификация последовательности признаков при помощи рекуррентной нейронной сети.

Таким образом классификация действий в видеофрагменте состоит из 2-х основных частей: 1) Выделение признаков для каждого кадра 2) классификация временного ряда из признаков при помощи рекуррентной нейронной сети.

Для выделения признаков наилучшим образом подходит глубинная искусственная нейронная сеть«XCeption» [3], разработанная компанией Google в 2017 году. Пример выделенных признаков представлен на рисунке 1. Основным отличием от существующих архитектур искусственных нейронных сетей является – улучшение использования вычислительных ресурсов внутри сети, а также использование глубинной раздельной свертки, которая заключается в том что бы использовать 1×1 свертку исходного тензора и свернуть каждый канал по отдельности сверткой 3×3.

Для классификации временного ряда, из признаков, нами использовалась разработанная архитектура искусственной нейронной сети, представленная на рисунке 2.

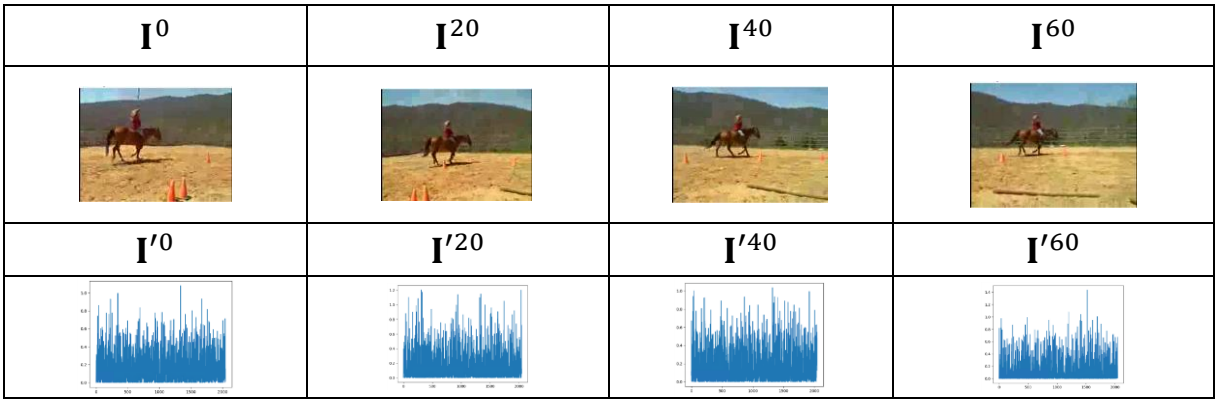


Рисунок 1 - Выделение признаков с каждого кадра видеофрагмента

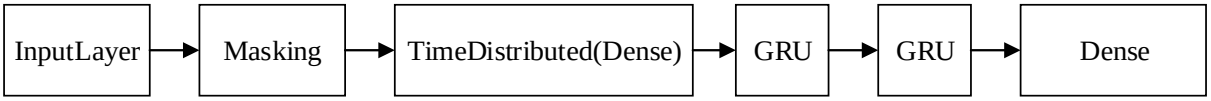


Рисунок 2- Архитектура искусственной нейронной сети для классификации видеофрагментов

Архитектура была разработана с использованием языка программирования Pythonи библиотеки Keras [4].

В разработанной архитектуре искусственной нейронной сети нами были использованы управляемые рекуррентные блоки[5] (англ. Gated Recurrent Units, GRU).

Эффективность управляемых рекуррентных блоков сопоставима с использованием долгой краткосрочной памяти [6] (LSTM). Но по сравнению с LSTM у данного механизма меньше параметров.

$$\mathbf{z}_t = \sigma_g(\mathbf{W}_z\mathbf{x}_t + \mathbf{U}_z\mathbf{h}_{t-1} + \mathbf{b}_z)$$

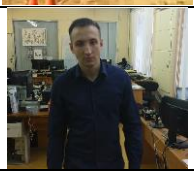
$$\mathbf{r}_t = \sigma_g(\mathbf{W}_r\mathbf{x}_t + \mathbf{U}_r\mathbf{h}_{t-1} + \mathbf{b}_r)$$

$$\boldsymbol{h}_t = \mathbf{z}_t \circ \mathbf{h}_{t-1} + (1 - \mathbf{z}_t) \circ \sigma_h(\mathbf{W}_h\mathbf{x}_t + \mathbf{U}_h(\mathbf{r}_t \circ \mathbf{h}_{t-1}) + \boldsymbol{b}_h)$$

Нами были использованы 2 управляемых блока, так как они показывают лучшие результаты в решении задачи классификации [7].

Для обучения использовалась набор данных «HMDB: A Large Human Motion Database» [5] со следующими параметрами: количество классов: 51, продолжительность видеофрагментов: от 2 сек. до 8 сек., количество видеофрагментов: 6766. Обучение происходило на компьютере с характеристиками: процессор: Intel Core i7-5820K @3.30 МГц , Память: 16 гб, Видеокарта: GeForce 1080 Ti. При помощи разработанной и обученной архитектуры, искусственной нейронной сети, были классифицированы 2 видеофрагмента, результаты классификации представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Пример классификации видеофрагментов

	Кадр 1	Кадр 2	Кадр 3	4 класса с максимальными оценками
1				**1. Едет на лошади** 2. Прыгает 3. Подтягивается 4. Подбирает
2				**1. Идет** 2. Сидит 3. Стоит 4. Машет рукой

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Амосов, О.С. Локализация человека в кадре видеопотока с использованием алгоритма на основе растущего нейронного газа и нечеткого вывода / О. С. Амосов, Ю. С. Иванов, С. В. Жиганов. // Компьютерная оптика. – Т. 41. – № 1. – 2017. – С. 46-58.

2. Five video classification methods implemented in Keras and TensorFlow [Электронный ресурс] URL: https://blog.coast.ai/five-video-classification-methods-implemented-in-keras-and-tensorflow-99cad29cc0b5 (дата обращения: 20.3.2018).

3. Амосов, О.С. Система автоматического управления шлагбаумом с использованием технологий нечеткого вывода и компьютерного зрения// Интернет-журнал Науковедение. – Т. 9. – № 1. – 2017. – С. 42.

4. Keras: The Python Deep Learning library [Электронный ресурс] URL: https://keras.io/ (дата обращения: 20.01.2018).

5. Kuehne, H. HMDB: a large video database for human motion recognition / H. Kuehne, H. Jhuang, E. Garrote, T. Poggio, T. Serre. // Proceedings of the International Conference on Computer Vision (ICCV). – 2011. pp. 2556-2563.

Hochreiter, S. Long Short-Term Memory / S. Hochreiter, J. Schmidhuber.. Vol. 9. No. 8. – 1997. pp. 1735-1780.

6. François, C. Xception: Deep Learning with Depthwise Separable Convolutions // Arxiv. 2017. URL: https://arxiv.org/pdf/1610.02357.pdf (дата обращения: 20.03.2017).

7. Junyoung, C. Empirical Evaluation of Gated Recurrent Neural Networks on Sequence Modeling / C. Junyoung, G. Caglar, C. Kyung Hyun, B. Yoshua. // Arxiv. 2014. URL: https://arxiv.org/abs/1412.3555 (дата обращения: 20.03.2018).

Stacked Long Short-Term Memory Networks [Электронный ресурс] URL: https://machinelearningmastery.

УДК 668.63(07)
Жидов Андрей Юрьевич, студент; Zhidov Andrei Yurievich
Соловьёв Вячеслав Алексеевич, доктор технических наук, профессор;
Soloviyov Vyacheslav Alekseevich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫМ АВТОНОМНЫМ АГРАРНЫМ КОМПЛЕКСОМ

FEATURES OF CALCULATION AND DESIGN OF AUTOMATED CONTROL SYSTEMS FOR AUTONOMOUS AGRICULTURAL COMPLEX

Аннотация. Данная работа посвящена исследованию особенностей расчета и проектирования систем управления автоматизированным автономным аграрным комплексом, который предназначен для выполнения комплекса агротехнических приемов возделывания сельскохозяйственных культур в автоматизированном режиме с выходом на отдельно взятое растение.
Summary. This work is devoted to the investigation of features of calculation and design of automated control systems for autonomous agricultural complex, which is designed to implement a set of agrotechnical methods for cultivating crops in an automated mode with access to a single plant.
Ключевые слова: мостовая система, самодвижущаяся платформа, точное земледелие, экология земледелия, энергосбережение, роботизация технологических процессов.
Key words: bridge system, self-propelled platform, precision agriculture, ecology of agriculture, energy saving, robotization of technological processes.

Опорой машин и механизмов, применяемых в земледелии служит сам объект обработки – почва, которая по физическим показателям является средой неоднородной [1].

Поэтому обеспечить точность и чистоту выполнения технологических параметров обработки весьма затруднительно.

Наиболее оптимальным вариантом снижения негативного воздействия на почву, точного выполнения агротехнических параметров, снижения энергозатрат и повышения производительности труда является автоматизированная агротехническая самодвижущаяся платформа, объединенная в понятие «точное земледелие», защищенная патентом № 2636472 приоритет от 16.12.2016 [2].

Задачей изобретения являлось создание автоматизированной агротехнической самодвижущейся платформы, которая за счет движения по

бетонным опорам уложенных на гравийные подушки, имеет гарантированную проходимость независимо от состояния почвы, что обеспечивает точное выполнение технологических норм, возможность своевременного выполнения технологических операций, максимальное использование времени, снижение энергозатрат, использование возобновляемых энергоресурсов и высокую экологичность земледелия.

В качестве предпочтительного варианта всех механизмов перемещения и подъема платформы целесообразно выбирать управляемый электропривод. Это обеспечит:

1 Необходимую плавность и точность перемещения механизмов;

2 Автономность энергообеспечения механизмов;

3 Гибкость управления механизмами;

4 Дистанционное управление несколькими механизмами оператором через пульт управления.

В докладе рассмотрены особенности исследования расчета и проектирования систем управления автоматизированным автономным аграрным комплексом, который предназначен для выполнения комплекса агротехнических приемов возделывания сельскохозяйственных культур в автоматизированном режиме с выходом на отдельно взятое растение [3].

На основании выполненного анализа предложен следующий алгоритм разработки автоматизированного автономного аграрного комплекса:

1 Основываясь, что платформа работает круглосуточно в поле, выберем автономный источник питания, в качестве которого предложим использовать бензиновый генератор «Вепрь АБП 5-230 ВФ-БГ», а в качестве альтернативного источника питания - солнечные панели с буферными аккумуляторными батареями;

2 Для реализации электропривода подъема платформы будем использовать передачу винт-гайка, так как достоинствами винтовой пары является высокая точность перемещения, возможность обеспечения самоторможения, простота конструкции и многое другое. Используя исходные данные (массу деталей, размеры) рассчитаем параметры винтовой пары (длина винта 320 мм, принимаем резьбу упорную УП 28х5 по ГОСТ 10177-62, внутренний диаметр винта 19,322 мм, внутренний диаметр гайки 20,5 мм, шаг 5 мм, диаметр головки винта и хвостика 40 мм и 12 мм, фаска на головке 2 мм);

3 На основе расчета нагрузки механической части рассчитывается потребляемая мощность электропривода на подъем одной винтовой пары, в качестве двигателя электропривода предложим использовать асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором серии «АИР90LB8» [4] и выберем инвертор напряжения с ШИМ фирмы «Mitsubishi Electric» серии «PM15CSJ060»[5].

Такой подход позволяет достичь ряда положительных достоинств:

1 Своевременное выполнение агротехнических мероприятий независимо от погодных условий и времени суток;

2 Исключит загрязнение природной среды ядохимикатами, нефтепродуктами и их отходами;

3 Сократит расход воды, семян, удобрений, энергии на единицу продукции;

4 Обеспечит реализацию технологических приемов земледелия с выходом на каждое в отдельности растение за счет координатного посева и ухода за растениями, повысит возможность приближения продуктивности растений к их биологическому потенциалу, максимальному использованию фотосинтетической радиации зоны;

5 Исключит потребности в жидком топливе за счет применения других видов энергии.

6 Возможно, использование широко универсальных методов расчета и проектирования систем электропривода.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Жалнин, Э. В. История развития и перспективы внедрения мостового растениеводства / Э. В. Жалнин, Р. С. Муфтеев // Тракторы и с.-х машины. -2002. - №5. – 30 с.

2 Чернышев Н. И, Автоматизированная агротехническая самодвижущаяся платформа (ААСП) Патент на изобретение № 2636472 от 23.11.2017 / Чернышов Н. И., Сысоев О. Е., Есипов М. С. // Заявка 2016149701 Приоритет от 16.12.2016 (РОСПАТЕНТ) – 35 с.

3 Чернышев, Н. И. Мостовая система как основа реализации точечного земледелия / Н. И. Чернышев, О. Е. Сысоев // Ученые записки. – Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет. – 2011. - № 1-1. – 118 с.

4 Копылов, И. П. Справочник по электрическим машинам: В 2 т. / Под общ. ред. И. П. Копылова и Б. К. Клокова. Т. 1. – Москва.: Энергоатомиздат, 198. – 456 с.

5 Соловьев, В.А. Системы управления электроприводами. Ч. 1: Учеб, пособие/ В.А. Соловьёв - Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2004. -153 с.

УДК 65
Жуков Марк Владимирович, студент; Zhukov Mark Vladimirovich
Болдырев Владислав Вячеславович, аспирант
Boldyrev Vladislav Vyacheslavovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

РАЗРАБОТКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ИНФАСТРУКТУРЫ РЕАКРИАЦИОННОЙ ЗОНЫ С ФОРМИРОВАНИЕМ ПЛАНА ПРИВЛЕЧЕНИЯ ЧАСТНЫХ ИНВЕСТИЦИЙ

DEVELOPMENT OF A FEASIBILITY STUDY FOR THE DEVELOPMENT OF INFRASTRUCTURE RECREATIONAL ZONE WITH THE FORMATION OF A PLAN TO ATTRACT PRIVATE INVESTMENT

Аннотация. В работе рассматривается технология автоматизации процесса формирования технического задания для реализации инвестиционных проектов коммерческих площадок. Необходимость создания автоматизированных инструментов обусловлено нехваткой необходимых компетенций в оценке проектов, связанных с оптимизацией инвестиционных затрат и повышения эффективности результатов модернизации производственных процессов.
Summary. The paper considers the technology for automating the process of forming a technical task for the implementation of investment projects of commercial sites. The need to create automated tools is due to the lack of necessary competencies in the evaluation of projects related to optimizing investment costs and improving the efficiency of the results of modernization of production processes.
Ключевые слова: Технология, Автоматизация, Технико-экономическое обоснование, Инвестиционный проект.
Key words: Technology, Automation, Feasibility study, Investment project.

Любые площадки с расположенными проектами могут вызывать значительные потери, практически во всех направлениях жизнедеятельности населения. Одним из представителей коммерческих проектов являются площадки с расположенной инфраструктурой, где происходит замедление их развития посредством внедрения инвестиционных проектов внутри площадки, но их развитие замедленно из-за множеством факторов таких как социального экономического характера основным, из которых является отсутствие конкуренции в сфере услуг, направленных на обеспечение населения качественной площадкой для отдыха. В большинстве случаев инвестор заинтересован в увеличении прибыли за счет меньших инвести-

ций, т.к. спрос на продукт не снижается в связи с чем он предпочитает избежать дополнительных издержек. Лицо, принимающее решение (ЛПР) руководствующееся единственным критерием – сокращение не ликвидных проектов, может провести эффективную модернизацию, что приводит к увеличению частоты актуальных бизнесов на площадке и увеличению эффекта синергии в будущем. Существующие программы развития регионов и муниципальных образований стимулирующие процессы модернизации в различных направлениях, позволяют создавать новые производства и коммерческие площадке и для развития инфраструктура, что требует создания новых генерирующих и маркетинговых мощностей, а как следствие расширение деятельности самой площадки. Для принятия системных объективных решений может быть применена интеллектуальная распределенная система помощи принятия решений в сфере коммерческих проектов. Одним из главных полезных действий системы станет формирование исчерпывающего технического задания для построения рейтинга инвестиционных проектов. Предлагается создать интеллектуальный модуль, который поможет сформировать исчерпывающее техническое задание для построения площадки с ликвидными проектами. Принцип его работы будет имеет вид: техническую информацию, полученную путем анкетирования предпринимателя, вводим в интерфейс Simulink, на этом этапе уже произошел учет условий эффективности проекта, на выходе получаем интерфейс уже с забитыми в него данными, далее запускам работу интерфейса и происходит процесс расчета баллов, их мы и получаем в итоге, а дальше интерпретируем полученные данные и таким образом выбираем проект, который выбрала система в ходе интеллектуального сравнения и в ходе интерпретации получаем список ресурсов выбранных системой и вносим эти данные в техническое задание. Таким образом техническое задание из просто списка показателей проекта необходимых для реализации работ по построению превратилось в эффективное ТЗ с точки зрения выгодности и учета условий построения. Также можно вбивать другие условия, и система будет подстраиваться под них и формировать ТЗ эффективно, исходя уже из имеющихся условий. На данный момент разработан интеллектуальный модуль в интерактивной среде MatLab, который состоит из структуры представленного в виде интерфейса в Simulink показанный на рисунке 1, он дает возможность в графическом виде собрать цепочку сравнения ресурсов с помощью блоков традиционной и нечеткой логики и из 9 блоков контроллеров нечеткой логики Fuzzy Logic Toolbox основная задача которого это вывести балл, который будет интерпретирован и в ходе чего сформируется выборка наиболее эффективных ресурсов применимых к определённым условиям реализации проекта по построению инфраструктуры на основе коммерческих проектов.

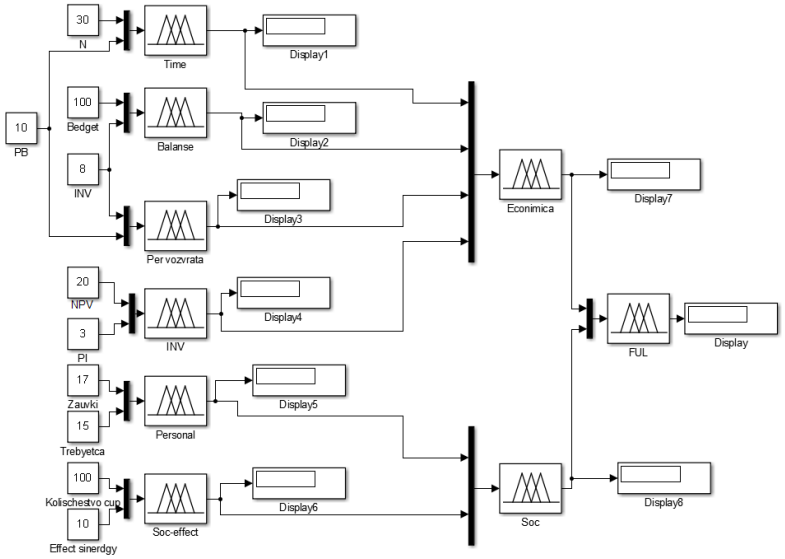


Рисунок 1 - Структура интеллектуального модуля разработанная с помощью встроенного интерфейса Simulink

Разработанная экспертная система оценки эффективности коммерческой деятельности и использована для оценки эффективности инновационных проектов на площадке рекреационной зоны.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Методика расчета показателей и применения критериев эффективности региональных инвестиционных проектов: приказ министерства регионального развития Российской Федерации от 30.10.2009 № 493.

2. Денисова, И.В. Определение показателей и критериев оценки эффективности инновационных проектов социальной направленности в коммерческой сфере / И. В. Денисова // Актуальные проблемы развития экономических систем: теория и практика : материалы Всерос. науч.-практ. конф. – М., 2010.

УДК 528.852
Зверев Дмитрий Александрович, студент; Zverev Dmitriy Alexandrovich
Жиганов Сергей Викторович, аспирант; Zhiganov Sergey Viktorovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

РАЗРАБОТКА НЕЙРО-НЕЧЁТКОГО АЛГОРИТМА ПРЕДОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

DEVELOPMENT OF THE NEURO-FUZZY ALGORITHM OF VIDEO STREAM FRAMES PREPROCESSING FOR THE VEHICLES ACCESS CONTROL SYSTEM

Аннотация. Работа посвящена разработке нейро-нечёткого алгоритма предобработки кадров видеопотока для системы контроля и управления доступом транспортных средств.
Summary. This work is devoted to the development of the neuro-fuzzy algorithm of video stream frames preprocessing for the vehicles access control system
Ключевые слова: система контроля и управления доступом, нечёткая логика, предобработка изображения
Key Words: access control system, fuzzy logic, image preprocessing

Система контроля и управления доступом (СКУД) транспортных средств, подразумевает работу с камерами наружного видеонаблюдения, которые подвержены следующим искажениям: изменение уровня освещённости за счёт смены времени суток, а также работы искусственных источников света; различные шумы, возникающие под воздействием помех, либо являющимися результатом повреждения сенсоров; неверная фокусировка, возникающая при движении объекта или выше указанных факторах различного рода помехи, вызванные погодными условиями, такими как дождь, снег, туман. Которые в значительной мере влияют на точность распознавания номерных знаков.

Для минимизации влияния представленных факторов предлагается использовать предобработку кадров видеопотока, поступающих на СКУД. Существующие алгоритмы, такие как автофокусировка, подстройка яркости и подсветка, не учитывают внешних факторов, которые в значительной мере влияют на качество изображения. Наиболее эффективно с этой проблемой справляется алгоритм, представленный в статье [1]. Достоинствами алгоритма являются адаптивность, за счёт учёта множества параметров ухудшающих качество изображений.

Постановка задачи выглядит следующим образом. Пусть имеется непрерывный видеопоток S, состоящий из отдельных кадров. Каждый кадр видеопоследовательности представляет собой цифровое изображение. В памяти компьютера изображение представляется в виде двумерной матрицы пикселей $\mathbf{I}_t^{RGB}$ размером, Width × Height, где t – номер кадра в видеопоследовательности. По кадру последовательности необходимо определить значения параметров освещённости, загруженности движения, информацию о текущих погодных условиях и времени суток.

Для реализации подхода, представленного в статье [1] был разработан модуль предобработки видеопотока, для СКУД. В модуле были реализованы следующие алгоритмы:

1) **Алгоритм определения уровня освещённости**. Любое изображение имеет гистограмму, которая представляет из себя диаграмму количества пикселей различной яркости в диапазоне от 0 до 255 расположенных на изображении. При обработке цветных изображений получаются три гистограммы для каждого из цветов RGB спектра (Red – красный, Green – зелёный, Blue – синий). Для повышения скорости работы алгоритма, получаемое изображение преобразуется в черно-белый формат и обрабатывается уже его гистограмма, в которой вычисляется интервал, получивший наибольшее значение количества пикселей и исходя из этого делает вывод, об общем уровне освещённости изображения.

2) **Алгоритм определения уровня загруженности движения.** Для определения уровня загруженности были выделены все движущиеся объекты на видеопотоке, для этого используется смешанный Гауссов алгоритм сегментации переднего/заднего планов описанный в статьях [2, 3]. На полученной маске изображения при помощи детектора блобов [4] (на англ. Blobs) были подсчитаны все объекты, находящиеся в движении на текущий момент времени. Исходя из их количества делается вывод о том, насколько сильно загружено движение на потоке изображений.

3) **Модуль определения погоды**. Для получения информации о температуре воздуха и погодных условиях был использован Application Programming Interface (API) OpenWeather .

4) **Модуль определения времени суток**. Для вычисления времени суток используется библиотека Astral ., которая используя информацию о временном поясе, в котором находится СКУД, вычисляет время восхода и захода солнца, что позволяет узнать текущее время суток.

5) **Подсистема нечётких правил.** Для адаптивной подстройки камеры были реализованы правила нечёткой логики, описанные в статье [1]:

Пусть имеются входные лингвистические переменные X_1 – «Погода», X_2 – «Время суток», X_3 – «Освещение», X_4 – «Движение», X_5 – «Температура» и выходные лингвистические переменные Y_1 – «Зашумлен-

ность», Y_2 – «Режим день или ночь», Y_3 – «Подсветка», Y_4 – «Обогрев», Y_5 – «Автофокус», Y_6 – «Очистка от шумов».

Введем терм-множества для лингвистических переменных:

$X_1 = \{\text{ясно, пасмурно, дождь, сильный дождь, снег, сильный снег}\}$ или $\mathbf{X}_1 = [x_{11}, x_{12}, ..., x_{16}]$, $X_2 = \{\text{утро, день, вечер, ночь}\}$ или $\mathbf{X}_2 = [x_{21}, x_{22}, ..., x_{24}]$, $X_3 = \{\text{светло, сумеречно, темно}\}$ или $\mathbf{X}_3 = [x_{31}, x_{32}, x_{33}]$, $X_4 = \{\text{низкое, высокое}\}$ или $\mathbf{X}_4 = [x_{41}, x_{42}]$, $X_5 = \{\text{очень холодно, холодно, не очень холодно, нормально}\}$ или $\mathbf{X}_5 = [x_{51}, x_{52}, ..., x_{54}]$, $Y_1 = \{\text{шум, средний шум, высокий шум}\}$ или $\mathbf{Y}_1 = [y_{11}, x_{12}, y_{13}]$, $Y_2 = \{\text{ночь, день}\}$ или $\mathbf{Y}_2 = [y_{21}, x_{22}]$, $Y_3 = \{0, 1, 2, 3\}$ (номер отвечает за уровень подсветки) или $\mathbf{Y}_3 = [y_{31}, x_{32}, ..., y_{34}]$, $Y_4 = \{0, 1, 2, 3, 4\}$ (номер отвечает за уровень обогрева) или $\mathbf{Y}_4 = [y_{41}, y_{42}, ..., y_{45}]$, $Y_5 = \{0, 1\}$ или $\mathbf{Y}_5 = [y_{51}, x_{52}]$, $Y_6 = \{0, 1\}$ или $\mathbf{Y}_6 = [y_{61}, x_{62}]$.

Модуль был реализован с использованием языка программирования Python. Результаты обработки нечётких правил представлены на рисунке 1.

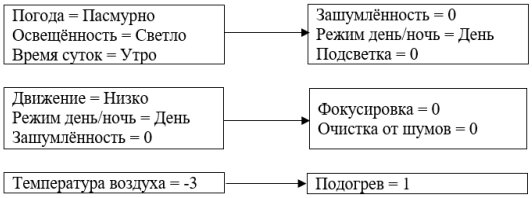


Рисунок 1 – Результат работы подсистемы нечёткой логики

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Амосов, О.С. Система автоматического управления шлагбаумом с использованием технологий нечеткого вывода и компьютерного зрения/ О.С. Амосов, С.Г. Баена, Ю.С. Иванов, Х. Со // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 9, №1 (2017) URL: http://naukovedenie.ru/PDF/42TVN117.pdf (Дата обращения: 13.02.17).

2. Амосов, О.С. Иерархический подход построения интеллектуальной информационно-телекоммуникационной системы безопасности вуза / О.С. Амосов, С.Г. Баена // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. – СПб, 2017.– 1 т. –188-191 с.

3. Zivkovic, Z. Efficient Adaptive Density Estimation per Image Pixel for the Task of Background Subtraction // Semantic Scholar. 2006. URL: https://pdfs.semanticscholar.org/a42a/ff222c6c8bc248a0504d063ef7334fe5a177.pdf?_ga=2.37079719.624275861.1522977662-958447485.1522977662 (дата обращения 15.04.2017).

4. OpenCV: cv::SimpleBlobDetector Class Reference [Электронный ресурс] URL: https://docs.opencv.org/3.3.1/d0/d7a/classcv_1_1SimpleBlobDetector.html (дата обращения 25.04.2017).

УДК 621.31
Зиновьева Олеся Алексеевна, студентка; Zinoveva Olesay Alekseevna
Сериков Александр Владимирович, доктор технических наук, доцент;
Serikov Aleksandr Vladimirovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

AUTOMATED DISPATCHER SYSTEM CONTROL SYSTEMS POWER SUPPLY

Аннотация. В данной работе исследуется актуальный в настоящее время вопрос максимально эффективного использования оборудования подстанций, предотвращение аварий на всех уровнях, в том числе на уровне распределительных подстанций напряжением 10/0,4 кВ. В работе рассматривается устройство современной системы диспетчеризации, необходимой для обеспечения надежной работы подстанций и качественного электроснабжения конечных потребителей.
Summary. In this work, the current issue of the most effective use of substation equipment, prevention of accidents at all levels, including at the level of distribution substations with a voltage of 10/0.4 kV, is being investigated. The work deals with the construction of a modern dispatching system, which is necessary to ensure the reliable operation of substations and the qualitative power supply of end users.
Ключевые слова: диспетчеризация, подстанция, электроснабжение, надежность работы, оперативность.
Key words: dispatching, substation, power supply, reliability of operation, efficiency.

В настоящее время задача повышения эффективности управления потребления электроэнергии является актуальной. Решение этой задачи отвечает экономическим интересам, как энергоснабжающим и энергогенерирующим компаниям, так и интересам промышленных предприятий и других потребителей энергоресурсов. Одним из направлений решения этой задачи является точный контроль и учет потребляемой электроэнергии. Для этого необходимо современные средства в составе взаимосвязанных систем, оборудования, каналов связи, программного обеспечения и т.п. для контроля и управления энергопотреблением.

Базой формирования и развития инструментального обеспечения являются автоматизированные системы контроля и учета потребления электроэнергии . Основными причинами для создания автоматизированной си-

стемы являются: трудоемкость получения данных с контрольно-измерительных приборов; несовместимость программных средств, используемых для решения разных задач контроля и учета; сложность работы с удаленными электрическими сетями.

Автоматизированная система диспетчерского управления (АСДУ) представляет собой комплекс аппаратных и программных средств, направленных на автоматизированный сбор и обработку информации, обеспечение оперативного управления энергоснабжением подстанций, оптимизацию работы энергетического оборудования, решение организационно-экономических, отчетно-статистических и других задач.

К АСДУ должны быть предъявлены следующие требования:

- использование современных микропроцессоров и контроллеров с необходимым быстродействием;
- осуществление оперативного контроля баланса мощности и электроэнергии;
- повышение скорости передачи данных по каналам связи;
- соблюдение стандартов Международной электротехнической комиссии (МЭК) и российских ГОСТов;
- использование стандартных операционных систем, стандартной структуры реляционных баз данных;
- обеспечение требуемой точности и реакции на события в нормальных и аварийных ситуациях.

АСДУ должна быть построена на основе следующих принципов:

- функциональная полнота;
- гибкость структуры;
- открытость;
- живучесть;
- унификация;

Задачи АСДУ:

- Планирование (долгосрочное, среднесрочное, краткосрочное)
- Оперативное управление;
- Автоматическое управление;
- Анализ достоверности собираемых данных;
- Обмен данными с другими системами (внутри системы энергоснабжения предприятия и внешними автоматизированными системами управления)
- Контроль действий оперативного персонала

Одной из основных задач АСДУ является управление аварийными режимами с целью локализации и ликвидации аварий в электроэнергетической системе (ЭЭС) или отдельных ее частях. Для этого разработан ряд

устройств противоаварийной автоматики (ПА), которая включает в себя предупредительную, локализирующую и восстановительную подсистемы.

Предупредительная подсистема выполняет функцию обнаружения и предотвращения аварийной ситуации и включает в себя релейную защиту, устройства автоматического повторного включения, автоматического регулирования возбуждения и автоматику предотвращения нарушения устойчивости:

1) релейная защита (РЗ) оперативно обнаруживает аварийные ситуации и отключает поврежденные участки;

2) автоматическое повторное включение (АПВ) восстанавливает нормальную работу поврежденного элемента энергосистемы, путем повторного его включения;

3) автоматическое регулирование возбуждения (АРВ) синхронных генераторов повышает устойчивость параллельной работы генераторов при нарушениях нормального режима;

4) автоматика предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ) параллельной работы энергосистем осуществляет непрерывный контроль частоты в энергосистеме.

Резкое увеличение потребности в информационном обеспечении всех служб электростанций и подстанций, различных энергосистем приводит к необходимости:

- модернизировать АСДУ уровня энергосистем;
- модернизировать автоматизированную систему управления уровня электростанций и подстанций;
- снизить затраты на разработку и внедрение АСДУ;

Для эффективной работы подсистем АСДУ необходимо их тесное взаимодействие. Однако в настоящее время существуют сложности в реализации всего комплекса АСДУ на основе одной программно-аппаратной платформы по причине имеющихся особенностей базовых компонентов подсистем и разнящихся показателей надежности.

Следует отметить, что другими важными задачами АСДУ является создание единой службы диспетчерского контроля по основным производственным направлениям предприятия, т. е. управление системами отопления, вентиляции, кондиционирования, освещения, энергоснабжения, получение полной информации о работе всех систем предприятия.

Таким образом, современная система сбора и обработки информации в рамках АСДУ необходима для оперативного контроля потребления не только электроэнергии, но и других видов энергоресурсов, контроля состояния технических средств (например, релейной защиты), повышения оперативности управления различными системами предприятия.

УДК 621.317.7
Зоря Виталий Андреевич, магистрант; Zorya Vitaliy Andreevich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ

RESEARCH OF THE HARDWARE-SOFTWARE FOR THE ACCESS CONTROL SYSTEM

Аннотация. Электронная система наблюдения и контроля за объектами на территории организации предназначена для применения на контрольно-пропускном пункте КнАГУ. Основная задача данной системы — контроль доступа на заданную территорию посредством использования камеры слежения на КПП, включая идентификацию имеющего доступ транспорта, регистрацию открытия/закрытия заграждающего устройства, а также запись времени проезда транспорта.
Summary. The electronic system of monitoring and control of objects on the territory of the organization is intended for use at the checkpoint of the KnAGU. The main task of this system is to control access to a given territory by using a tracking camera at the checkpoint, including identification of the accessed vehicle, recording the opening / closing of the fence, and recording the time of travel of the vehicle.
Ключевые слова: контроль доступа, система безопасности, видеонаблюдение, распознавание номерных знаков.
Keywords: access control, security system, video surveillance, license plate recognition.

Цель работы – проработка аппаратно-программного комплекса для системы контроля и управления доступом КнАГУ, подключение и монтаж компонентов системы и согласование их работы. Актуальность данной работы очевидна и связана с повышением безопасности учебного учреждения, а также повышение производительности контрольно-пропускного пункта.

Можно выделить несколько особенностей построения таких систем:

- Контролирующее устройство может быть выполнено как в виде отдельного блока, так и совмещено с рабочим местом оператора (если таковой имеется). Первый случай выигрывает в надёжности.

- Данные о допускаемом к проезду транспорте могут храниться отдельно от контроллера, могут на нём. В первом случае упрощается доступ к ним для редактирования.

- Сигнал о нахождении транспорта в зоне заграждающего устройства может быть взят с физического датчика (например, с оптического или индукционной петли), а может вырабатываться программно из информации с камеры. На сегодняшний день проще и надёжней первый случай.

- Как правило, подключаются к уже готовым заградительным устройствам.

Концепция построения СКУД предложна в работе [1]. Подробная схема СКУД представлена в работе [2]. В состав данной системы входит компьютер, расположенный в здании университета, выполняющий обработку изображения, получаемого с камеры [3–4]. Данная IP-камера в свою очередь установлена на въезде на территорию и приводится в движение поворотным механизмом. Ночную подсветку для неё выполняет инфракрасный прожектор, установленный на одном столбе с камерой. Структурная схема прототипа данной СКУД показана на рисунке 1.

Рисунок 1 - Структурная схема прототипа СКУД в КнАГУ

Контроллер, расположенный в сторожке и выполненный на основе Raspberry Pi, управляет поворотным механизмом и яркостью ИК-подсветки. Камера, Raspberry и компьютер в здании подключены к единой локальной сети. Есть удалённый доступ к Raspberry, также можно просматривать изображение с камеры.

К контроллеру на основе Raspberry через оптопару, которая крепится внутри короба, подключается схема управления ИК-прожектора, расположенная на его корпусе. Управление поворотным механизмом осуществляется через RS485, для этого с USB адаптера протягивается двухжильный кабель. Блок питания 24в закреплён на корпусе ИК-излучателя и питает его вместе со схемой управления. Длина сетевых и сигнальных проводов между сторожкой и столбом 15м.

Управление яркостью инфракрасного освещения осуществляется посредством ШИМ. Оптопара использована для гальванической развязки

микрокомпьютера от внешней среды. С вывода P18 широтно-импульсно модулированное напряжение подается через токоограничивающий резистор R1 на входной диод оптопары, что вызывает закрытие выходного транзистора. График этого процесса показан на рисунке 2, где If – ток через входной диод, Vo – напряжение через выходной ключ.

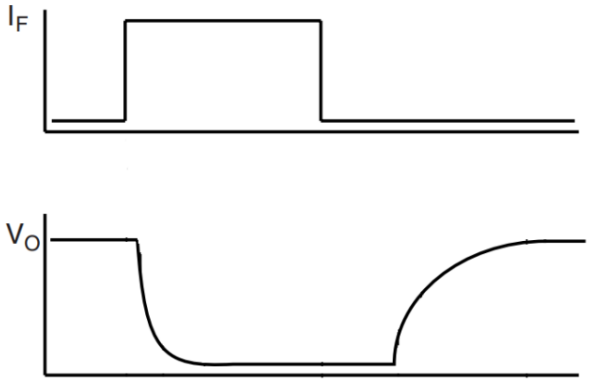


Рисунок 2 – Работа оптопары

Мое участие в проекте по реализации СКУД для КнАГУ заключалось в монтаже и подключении компонентов системы, наладке их работы в реальных условиях.

В перспективе планируется автоматизировать процесс пропускного режима на КПП путем усовершенствования данной системы посредством доработки аппаратной части, добавления в систему нового заградительного устройства и датчиков.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Амосов, О.С. Иерархический подход построения интеллектуальной информационно-телекоммуникационной системы безопасности вуза / О.С. Амосов, С.Г. Баена// Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. – СПб, 2017.– Т. 1. – С. 188-191.

2. Амосов, О.С. Система автоматического управления шлагбаумом с использованием нечеткого вывода и компьютерного зрения / О.С. Амосов, С.Г. Баена, Ю.С. Иванов, Хтайк Со// Интернет-журнал Науковедение – 2017,Т.9 – № 1. – С.42.

3. Амосов, О.С. Модель, алгоритмы и аппаратно-программный комплекс для управления освещением на основе системы охранного телевидения / О.С. Амосов, Ю.С. Иванов // Информатика и системы управления. – 2013. – № 1(35). – С. 156-166.

4. Амосов, О.С. Модифицированный локализации номерных знаков транспортных средств на основе метода Виолы-Джонса / О.С. Амосов, Ю.С. Иванов // Информатика и системы управления. – 2014. – № 1 (39). – С. 127-140.

УДК 621.317.7
Зоря Виталий Андреевич, магистрант; Zorya Vitaliy Andreevich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ЗА ОБЪЕКТАМИ НА ТЕРРИТОРИИ ОРГАНИЗАЦИИ

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF AN ELECTRONIC SYSTEM OF OBSERVATION AND CONTROL OF OBJECTS ON THE TERRITORY OF THE ORGANIZATION

Аннотация. Электронная система наблюдения и контроля за объектами на территории организации предназначена для применения на контрольно-пропускном пункте КнАГУ. Основная задача данной системы — контроль доступа на заданную территорию посредством использования камеры слежения на КПП, включая идентификацию имеющего доступ на заданную территорию транспорта, регистрацию открытия/закрытия заграждающего устройства, а также запись времени проезда транспорта.
Summary .The electronic system of monitoring and control of objects on the territory of the organization is intended for use at the KnAGU checkpoint. The main task of this system is to control access to a given territory by using a tracking camera at the checkpoint, including identification of access to a given area of transport, registration of the opening / closing of the fence, and recording of the travel time of the transport.
Ключевые слова: контроль доступа, система безопасности, видеонаблюдение, распознавание номерных знаков.
Keywords: access control, security system, video surveillance, license plate recognition.

Система контроля и управления доступом (СКУД) — совокупность программно-аппаратных технических средств безопасности, имеющих целью ограничение и регистрацию входа-выхода объектов (людей, транспорта) на заданной территории через «точки прохода»: двери, ворота, КПП.

Цель работы – разработать аппаратно-программный комплекс СКУД, позволяющий в реальном времени распознавать, регистрировать гос-номера проезжающего транспорта и осуществлять их пропуск, а также вести учет времени проезда транспорта сотрудников через КПП. Актуальность данной работы очевидна и связана с повышением безопасности учебного учреждения КнАГУ.

В настоящий момент пропускной режим на КПП КнАГУ осуществляется вручную персоналом, выполняющим пропуск транспортных средств по списку. Особенностями данного способа являются:

- Присутствие человеческого фактора. Это свойство является и преимуществом, и недостатком: преимущество в том, что человек в нестандартной ситуации может принять адекватное решение, но недостатком является то, что человек на рабочем месте может уснуть либо пропустить посторонний транспорт;
- заработная плата персонала, осуществляющего пропуск;
- содержание рабочего места (отопление, освещение).

При использовании разрабатываемой системы исключается влияние человеческого фактора на пропускной режим: сокращается время процесса проверки номерного знака по списку, исключаются частично некоторые ошибки, а также сокращаются расходы на заработную плату персонала и содержание рабочего места [1–2].

ПК с программой распознавания получает изображение с камер на КПП и считывает госномер с транспорта [3–4]. Если распознанный номер включен в список разрешенных для проезда, то ПК подает сигнал открытия через локальную сеть на контроллер заградительного устройства. В противном случае программа только сохраняет изображение и время события. Контроллер постоянно общается с концевиками, а также датчиком присутствия, в роли которого выступает индукционная петля. При получении сигнала на открытие, контроллер через оптопару он начинает открывать заградительное устройство. После открытия контроллер регистрирует проезд транспорта за счет изменения уровня сигнала с индукционной петли, и только потом закрывает заграждение.

Ночное инфракрасное освещение IP-камер необходимо для возможности увидеть номерной знак в темное время суток. Оно включается программно автоматически по времени суток с корректировкой на время года.

При получении сигнала с датчиков пожарной охраны в университете, ПК подает сигнал экстренного открытия заграждения на время пожарной тревоги, параллельно сохраняя время проезда и госномера транспорта.

Питание контроллера заградительного устройства и электропривода шлагбаума осуществляется блоком бесперебойного питания.

Структурная схема данной системы показана на рисунке 1.

Рисунок 1 - Структурная схема СКУД

В будущем планируется сосредоточить всю систему максимально компактно в корпусе заградительного устройства, где будет находиться один контроллер, предназначенный для распознавания изображения с камер и управления заградительным устройством с параллельным опросом датчиков. Доступ к защищенному серверу с данными планируется осуществлять через локальную сеть.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Амосов, О.С. Иерархический подход построения интеллектуальной информационно-телекоммуникационной системы безопасности вуза / О.С. Амосов, С.Г. Баена// Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. – СПб, 2017.– Т. 1. – С. 188-191.

2. Амосов, О.С. Система автоматического управления шлагбаумом с использованием нечеткого вывода и компьютерного зрения / О.С. Амосов, С.Г. Баена, Ю.С. Иванов, Хтайк Со// Интернет-журнал Науковедение – 2017,Т.9 – № 1. – С.42.

3. Амосов, О.С. Модель, алгоритмы и аппаратно-программный комплекс для управления освещением на основе системы охранного телевидения / О.С. Амосов, Ю.С. Иванов // Информатика и системы управления. – 2013. – № 1(35). – С. 156-166.

4. Амосов, О.С. Модифицированный локализации номерных знаков транспортных средств на основе метода Виолы-Джонса / О.С. Амосов, Ю.С. Иванов // Информатика и системы управления. – 2014. – № 1 (39). – С. 127-140.

УДК 62-83-526
Исмоилзода Шахидуллои Хабибулло, студент;
Ismoilzoda Shahidulloi Habibullo
Егоров Владислав Алексеевич, кандидат технический наук, доцент;
Egorov Vladislav Alekseevich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СЕРВОСИСТЕМ НА БАЗЕ ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА И СИНХРОННОЙ МАШИНЫ

COMPARATIVE ANALYSIS SERVICE SYSTEM ON THE BASIS DC ENGINE AND SYNCHRONOUS MACHINE

Аннотация. Приводятся результаты сравнительного анализа сервосистем на базе двигателя постоянного тока и синхронной машины.
Summary. Analyzes of the servo system based on the DC motor and synchronous machine are presented.
Ключевые слова: Сервопривод, следящая система, синхронная машина, двигатель постоянного тока, двигатель бесконтактный моментный, синхронная двухфазная машина, сервосистема.
Key word: Servo, synchronous machine, DC motor, non-contact torque motor, synchronous two-phase machine, servo system.

Сервопривод - это следящая система, обеспечивающая отработку задания по углу поворота вала двигателя. Это система, предназначенная для отработки момента, скорости и положения с заданной точностью и динамикой. Классический сервопривод состоит из двигателя, датчика положения и системы управления, имеющей три контура регулирования (по положению, скорости и току).

Работа посвящена исследованию характеристик следящей системы при помощи моделирования на ЭВМ.

Сервосистема на базе двигателя постоянного тока

Параметры двигателя: Uя.н=30 В; rя=2,5 Ом; Tя=0.0038 с; Iд.н=1 А; Мд.н=0,1 Н*м; Jд=0,00015 Н.м².

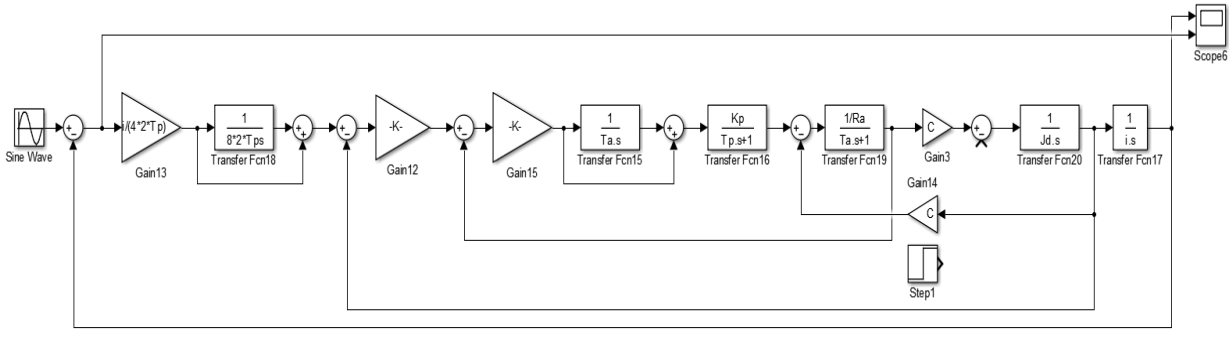


Рисунок 1 - Структурная схема сервосистемы на базе ДПТ

Сервосистема построена по принципу подчинённого регулирования и имеет контура тока, скорости и положения.

Результаты моделирования контура положения сервосистемы:

а) б)

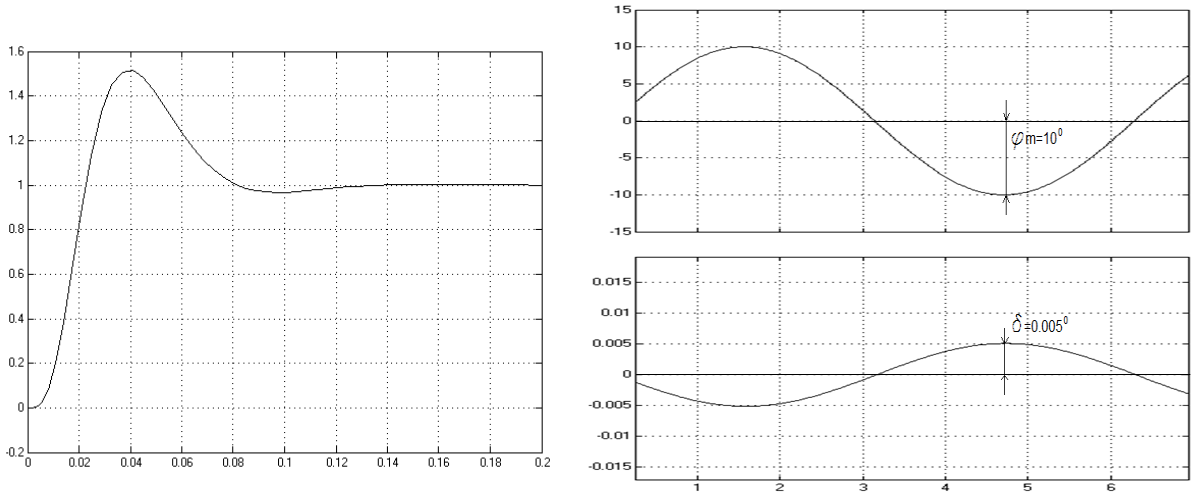


Рисунок 2 - а) Реакция сервосистемы на скачок управляющего воздействия; б) Отработка эквивалентного входного гармонического сигнала сервосистемой.

Из рисунка 2.б следует, что амплитуда выходного сигнала составляет 10 градусов, а амплитуда ошибки слежения - 0,005 градуса. Сервосистема обеспечивает требуемую добротность и ошибку слежения.

Сервосистема на базе синхронной машины

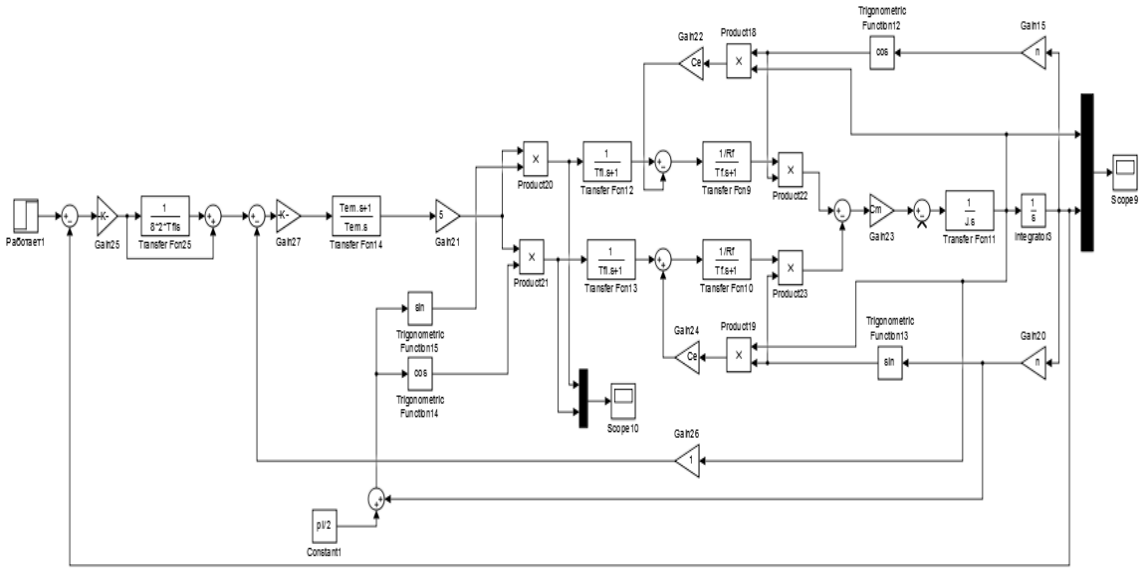


Рисунок 3 - Модель сервосистемы

Параметры модели:
K_{Σ} =4 ; Тфи= 0,0025 с; Rя= 0,72 ом; Тф= 0,0025 с; Cm= 0.2 н/А; Ce= 0.2 в*с/рад; J= 0.1н*м^2.

а) б)

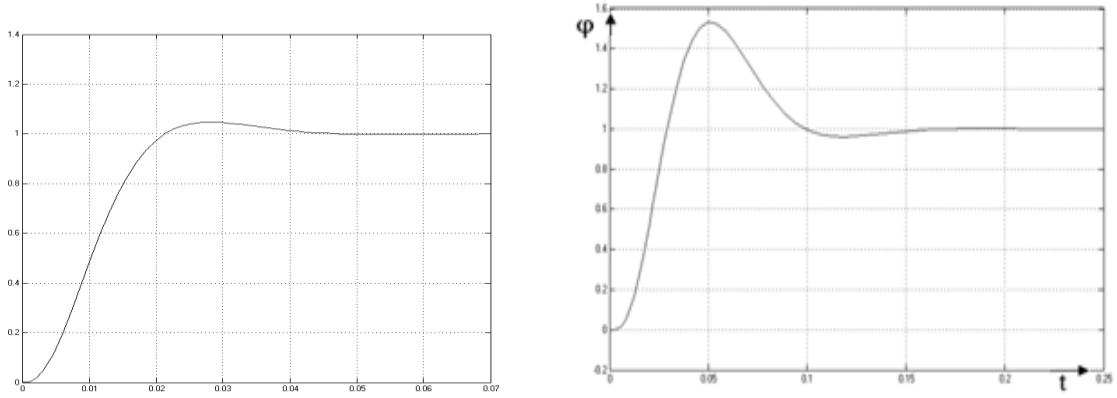


Рисунок 4 - а)Реакция контура скорости на скачок управляющего воздействия;
б) Реакция на скачек управляющего воздействия в контуре положения.

В контуре скорости установившийся режим наступает в момент времени 0,05. Перерегулирование составляет 4,7% .
Из рисунка 4 видно, что время переходного процесса в контуре положения составляет 0,2 с, а перерегулирование - 53%.
Отработка эквивалентного гармонического сигнала приведена на рисунке 5.

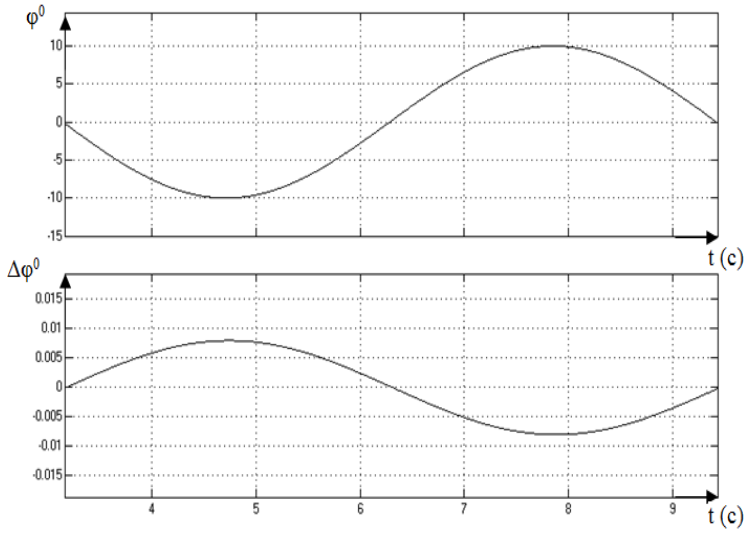


Рисунок 5 - Отработка входного эквивалентного гармоничного сигнала

Из рисунка 5 следует, что амплитуда ошибки при отработке ЭГС составляет 0,008^0, при амплитуде входного сигнала в 10^0. Таким образом, добротность спроектированной системы составляет 10/0,008=1250, что соответствует заданию.

Сравнение

1. Время переходного процесса в контуре положения соизмеримо и составляет 0,15 с.

2. Ошибка отработки эквивалентного гармонического сигнала:

для системы на базе ДПТ составляет 0,005 гр.;

для системы на базе СМ составляет 0,008 гр.

То есть, по техническим характеристикам системы приблизительно эквивалентны.

3. Система на базе СМ обладает меньшими массогабаритными показателями.

4. Система на базе СМ не имеет счёточно-коллекторного узла то есть, более надёжна, долговечна и имеет меньшие эксплуатационные расходы.

Следовательно, применение сервосистем на базе СМ более выгодно и экономически целесообразно.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Башарин А.В .Управление электроприводами / А.В Башарин, В.А Новиков, Г.Г Соколовский. –Л.: Энергоиздат, 1982. – 470с

2. Чемоданов Б.К.. Следящие приводы. / Б.К.Чемоданов, Ю.А. Данилов. - М .: Энергия, 1976. - 384с

3. Бекишев Р.Ф. Электропривод / Р.Ф.Бекишев, Ю.Н.Деменьтев: Москва 2016.- 320 с

4. Исмоилзода Ш. Х. Расчёт и исследование сервоси-стемы на базе двигателя постоянного тока/ Ш. Х. Исмоилзода, В. А. Егоров // Научно-техническое творчество аспирантов и студентов: материалы 47-й научно-технической конференции студентов и аспирантов, Комсомольск-на-Амуре, 10-21 апреля 2017 г./ редкол.: Э.А. Дмитриев (отв. ред). - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО "КнАГТУ", 2017. - 1292 с.

5. Исмоилзода Ш. Х. Разработка сервосистемы на базе синхронной двухфазной машины серии ДБМ / Ш. Х. Исмоилзода, В. А. Егоров // Производственные технологии будущего: от создания к внедрению материалы международной научно-практической конференции, г. Комсомольск-на-Амуре, 29-30 сентября 2017 г. / редкол.: С.В. Белых (отв. ред.)[и др.]. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2017. – С. 97-100.

УДК 621.313.13-53.621.314.632
Йе Мин Тху, аспирант; YeMinThu
Климаш Владимир Степанович, доктор технических наук, профессор;
Klimash Vladimir Stepanovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ВЕНТИЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ НАГРУЗОК

INVESTIGATION OF DYNAMIC PROCESSES OF VENTILATED CONVERTERS OF INDUSTRIAL LOADS

Аннотация. Дано обоснование динамических процессов структуры для вентиленых преобразователей. На этой основе предложена обобщенная математическая модель в среди MatLab для исследования этих преобразователей.
Summary. The justification of dynamic structure processes for ventilated converters is given. On this basis, a generalized mathematical model is proposed among MatLab for the study of these converters.
Ключевые слова: регулятор переменного напряжения, пусковые режимы, постоянный ток, обобщенная математическая модель, электроно-электрического пускателя.
Key words: AC voltage regulator, starting regimes, direct current, generalized mathematical model, electro-electric starter.

Обобщенное математическое описания преобразователей ведомых сетью. При исследовании вентильных преобразователей ведомых сетью будем учитывать параметры нагрузок в цепях переменного и постоянного тока.

Трёхфазным мостовым схемам свойствены два режима работа. Это двуфазная и трёхфазная проводимость, когда в работе находятся соответственны два и три вентиля.

Дифференциальное уравнение, описывающее электромагнитные процессы в трёхфазных тиристорных схемах при двухфазной проводимости (в межкоммутационный интервал)

$$\frac{dI_1}{dt} = \frac{U_1 - U_2 - 2.(R_{vs} + R_a + K_n R_n + K_d R_d).I_1}{2.(L_a + K_n L_n) + K_d L_d}, \quad (1)$$

где U_1, U_2 – входное и выходное фазные напряжения; I_1 - входной ток; R_a, L_a- сопротивление и индуктивность рассеяния обмоток сетевого трансформатора; R_d, L_d- сопротивление и индуктивность нагрузки посто-

янного тока; R_n, L_n- сопротивление индуктивность нагрузки переменного тока; R_{vs}- сопротивление открытого тиристора, K_d, K_n- коммутационные функции преобразователей AC/DC и AC/AC.

Обобщенная система дифференциальных уравнений, описывающая электромагнитные процессы в исследуемых схемах при трехфазной проводимости (моменты коммутации)

$$\frac{dI_2}{dt} = \frac{U_1 - U_2 - 2\,.\,(2R_{VS} + R_a + 2K_nR_n + K_dR_d) + (R_{VS} + R_a + K_nR_n)\dfrac{L_a + K_nL_n + K_dL_d}{L_a + K_nL_n}}{3(L_a + K_nL_n) + 2K_dL_d} -$$

$$- \frac{I_3(2R_{VS} + R_a + 2K_nR_n + K_dR_d) - ((R_{VS} + R_a + K_nR_n)\dfrac{L_a + K_nL_n + K_dL_d}{L_a + K_nL_n}}{3(L_a + K_nL_n) + 2K_dL_d} -$$

$$- \frac{(U_2 - U_3)\dfrac{L_a + K_nL_n + K_dL_d}{L_a + K_nL_n}}{3\,(L_a + K_nL_n) + 2K_dL_d}\;; \qquad (2)$$

$$\frac{dI_3}{dt} = \frac{U_2 - U_3 - I_3(R_{VS} + R_a + K_nR_n) + I_2(R_{VS} + R_a + K_nR_n) + \dfrac{dI_2}{dt}(L_a + K_nL_n)}{L_a + K_nL_n},$$

где I_2, I_3 - токи в двух коммутируемых фазах (спадающий и нарастающий соответственно).

Переход от уравнения (1) к системе уравнений (2) производится в соответствии с диаграммой включения тиристоров управляющими импульсами, а обратный за счет естественного процесса переходе тока тиристоров через нуль.

Уравнения (1) и (2) описывают физические процессы трех устройств:

а) тиристорного выпрямителя, если K_n= 0 и K_d =1, т.е. нагрузка включена только в цепь постоянного тока;

б) регулятора переменного напряжения, если $K_n = 1$ и K_d = 0, т.е. нагрузка включена в цепь переменного тока;

в) пускорегулирующего устройства, если = 1 и = 1, т.е. нагрузка включена в цепь переменного тока, а пусковой реостат или дроссель насыщения в цепь постоянного тока.

Обобщенная математическая модель. Математическая модель для исследуемых трех устройств[2] представлена на рисунке 1. Здесь нагрузка переменного тока включена между сетью и тиристорным блоком, а нагрузка постоянного тока на выходе тиристорного блока. Наличие двух нагрузок на стороне постоянного и переменного тока находит практическое применение, например, в пускорегулирующих устройствах промышлен-

ных нагрузок, в частности асинхронных двигателей с фазным ротором. Частными случаями этой схемы является выпрямитель, когда в цепи переменного тока отсутствует нагрузка или регулятор переменного напряжения, когда нагрузка отсутствует в цепи постоянного тока.

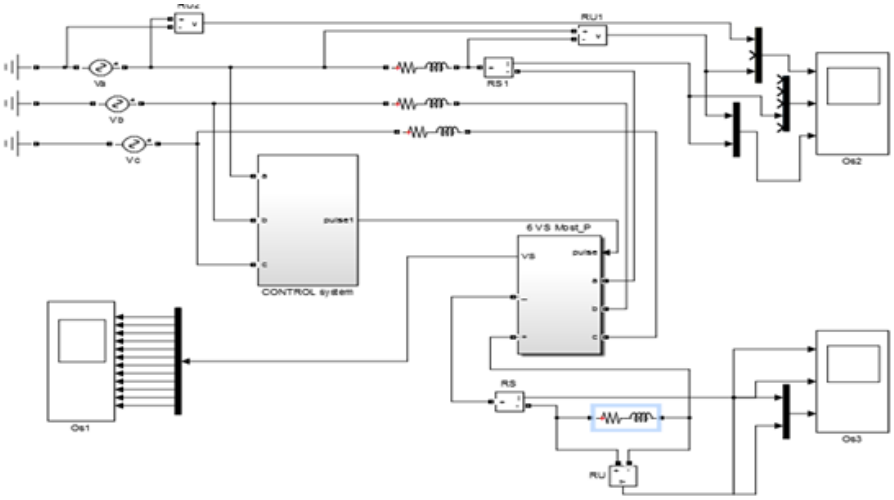


Рисунок 1 - Блочно-модульная математическая модель преобразователей ведомых сетью в среде MatLab

Исследования выпрямителя и регулятора переменного напряжения на обобщенной модели приведены и описаны в [3].

Остановимся подробнее на исследованиях пусковых режимов промышленных RL– нагрузок. На рисунке 2 приведены пусковые токи при пуске трёхфазной нагрузки электрическим аппаратом (см. рисунок 2,а) и гибридным электронно-электрическим аппаратом на основе выпрямителя и шунтирующего контакта (см. рисунок 2,б). Из этого численного эксперимента видно, что трёхфазная нагрузка при включечении электрических аппаротов создает большое увеличение токов и динамических ударов по электрической части оборудования, а при помещи гибридного аппарата производится безударное включение с пленым наростанием токов.

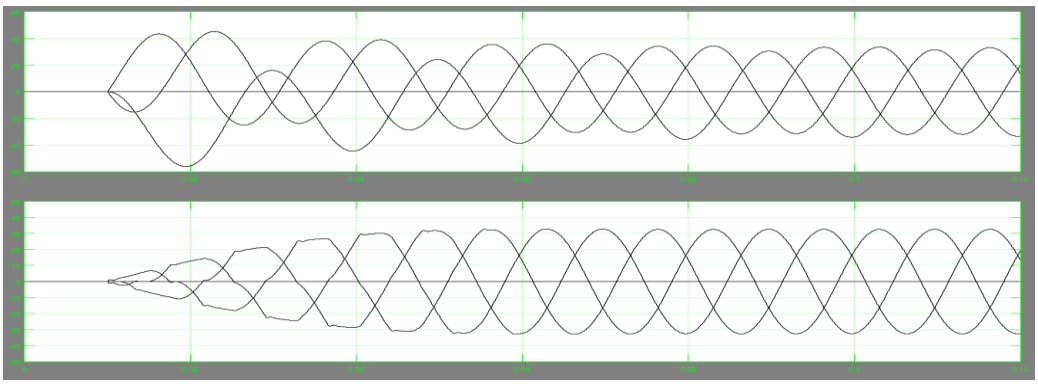


Рисунок 2 - Осциллограммы пусковых токов RL –нагрузка и включение

электрическим аппаратом (сверху) и гибридным электронно-электрическим аппаратом (снизу)

Развернутые физические процессы электронно-электрического пускателя представлены на рисунке 3.Включение электронным пускателем производится с высоким быстродействием без превышения токами их установившихся значений . После завершения пуска электронная часть пускатено шунтируется контактдром и иключается из схемы электропитания промышленого оборудования.

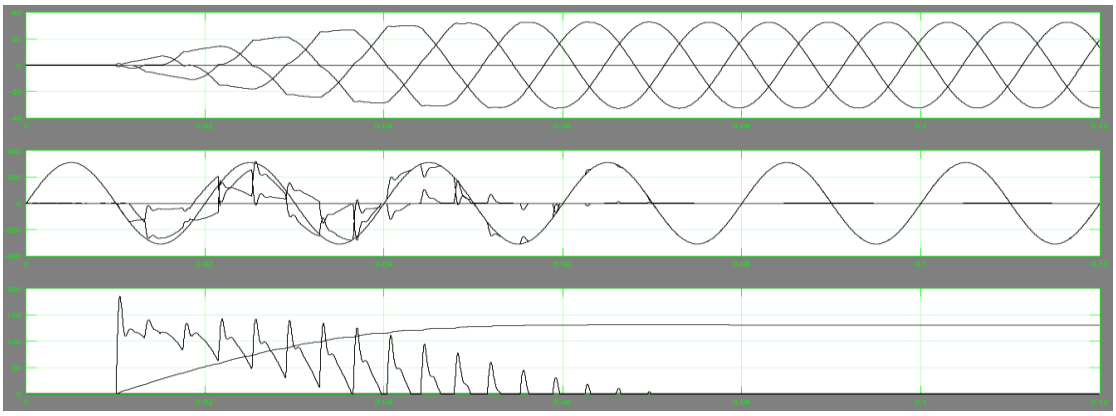


Рисунок 3 - Осциллограммы токов (сверху) напряженинй в цепи переменного тока (всередине) и тока и напряжения в цепи постаяного тока (снизу)

Заключение. Применения электронно-электрических аппаратов позволит производить включение без динамических ударов по электрооборудованию. Это продляет срок службы электрообрудования и устроняст неготивное влияние пускавых режимов на сеть.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Климаш В.С. Основы преобразовательной техники. Учеб. пособие. - Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т», 2010. – 100с.

2. Свидетельство РФ № 2016617861 о регистрации программы для ЭВМ "Программа обобщенной математической модели в среде MatLab. тиристорных преобразователей ведомых сетью для исследования физических процессов"./ Климаш В.С. (RU), Йе Мин Тху (RU) // Бюл. № 8, 20.08.2016.

3. Климаш В.С., Йе Мин Тху, Обобщенное математическое описание и моделирование тиристорных преобразователей, ведомых сетью // Электротехнические системы и комплексы. №4(33). Магнитогорск, 2016. с.78-86.

УДК 62- 50
Йе Тун Хейн, студент;Ye Htun Hein
Горькавый Александр Иванович, кандидат технических наук, доцент;
Gorkavyy Alexander Ivanovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ОЦЕНКА ВЗАИМОВЛИЯНИЯ МЕХАТРОННЫХ МОДУЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

EVALUATION OF THE INTERACTION OF MECHATRONIC MODULES IN THE FUNCTIONING OF ELECTROMECHANICAL SYSTEMS

Аннотация. В работе оценено взаимовлияние мехатронных модулей в процессе функционирования электромеханических систем.
Summary. The paper estimates the interaction of mechatronic modules in the functioning of Electromechanical systems.
Ключевые слова: Промышленный робот, Мехатронный Модуль, Манипулятор.
Key Words: Industrial robot, Mechatronic Module, Manipulator.

В настоящее время сфера применения промышленных роботов-манипуляторов достаточно широка. В производственных процессах промышленные роботы осуществляют как основные, так и вспомогательные операции. От эффективности их фунционирования зависит производительность труда на предприятии.

В работе рассматривается промышленный робот, работающий в цилиндрической системе координат.Он имеет одну вращательную и две поступательные базовые степени подвижности с взаимно перпендикулярными направлениями движений. Манипулятор такого робота состоит из поворотной колонны, движущейся по ней в вертикальном направлении каретки, применительно к которой поступательно движется "рука" манипулятора.

На основе уравнения Лагранжа второго рода получены уравнения движения манипулятора промышленного робота [1]

$(m+m_{гр})*r''-[(-\{(M+M_{гр})*r-(m*l)/2\}*\varphi'^2=F_r;$
$[(m+m_{гр})*r^2+(m*l)/3-m.r.l+J_1+J_2]*\varphi''+2*\{(M+M_{гр})*r-(m*l)/2\}*\varphi'*r'=M;$
$(m+m_{гр}+m_l)*z''+(m+m_{гр}+m_l)*g=Fz;$
$F_B=-\{(M+M_{гр})*r-\frac{m*l}{2}\}*\varphi'^2;$

M_B= 2*{(M+$M_{\text{гр}}$)*r- $\frac{m*l}{2}$}* φ′ ∗ r' ,

где F_B и M_B-усилие и момент взаимодействия при одновременном перемещении координат φ и r и имеющие нелинейные зависимости.

Как видно из этой модели, усилия и моменты взаимодействия зависят от массы руки,длины руки,радиуса выдвижения,массы переносимого груза, но в большей степени от скоростей r'(υ) и φ'(ɯ).

В работе на принципах модального управления произведен расчет регуляторов для электроприводов выдвижения и поворота в предположении,что взаимосвязь осутствует [2]. Из-за нелинейностей аналитические исследования электроприводов затруднительно. Поэтому исследования производились на основе моделирования различных режимов функционирования электроприводов, что позволило определить границы максимально допустимых скоростей перемещения в процессе функционирования.
На рисунке 1 представлена исследуемая структурная схема модели

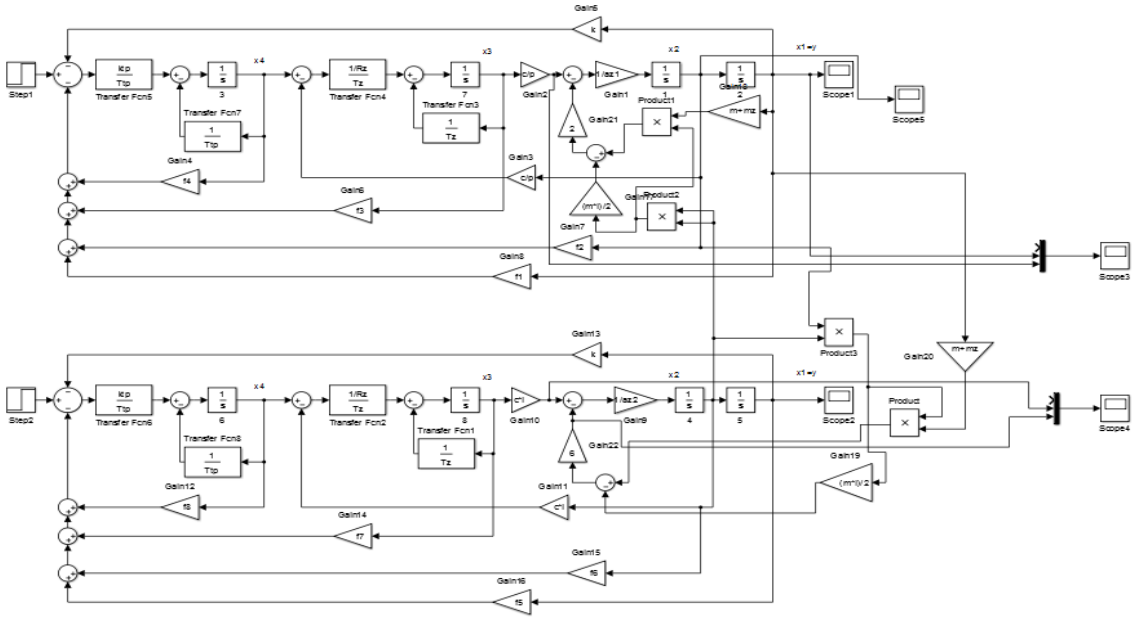


Рисунок 1- структурная схема

На рисунке 2 представлены графики переходных процессов при скоростях, при которых взаимовлияние практически осутствует (графики перемещений r и φ соответствуют выбранным настройкам электроприводов). На рисунке 3 представлены графики при которых обнаруживается взаимовлияние (графики координат r и φ искажены).

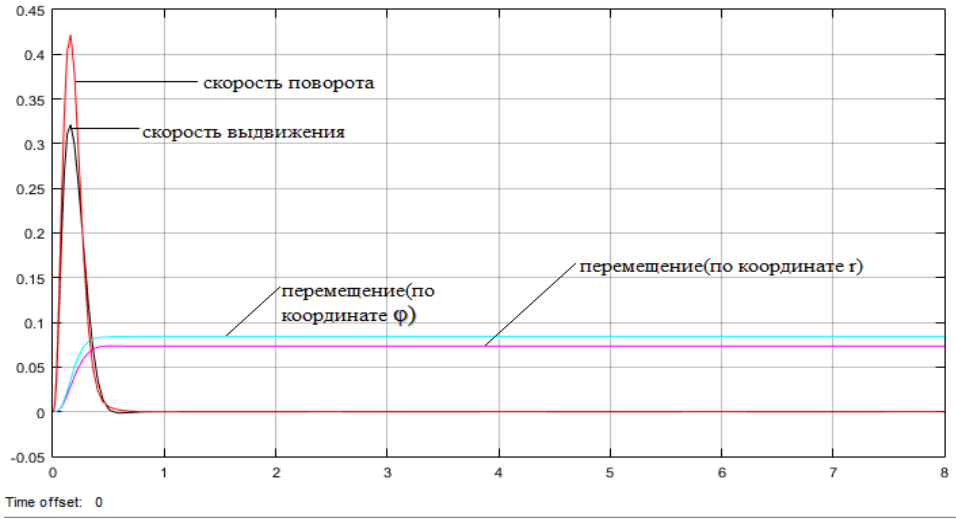


Рисунок 2-взамновлияние практически отсутствует

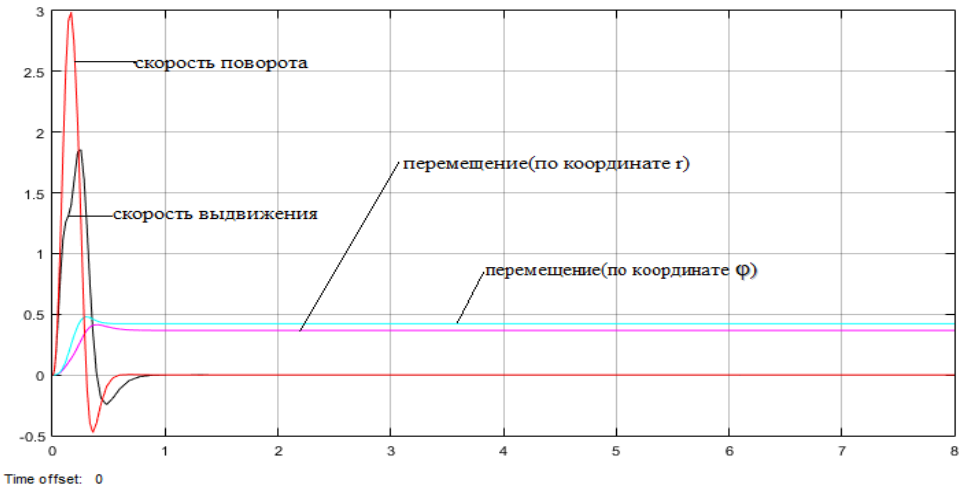


Рисунок 3- взаимовлияние элетроприводов присутствует

В работе произведены многочисленные исследования и определены границы допустимых скоростей, при которых взаимовлияние пратически не снижает эффективность функционирования (рисунок 4).

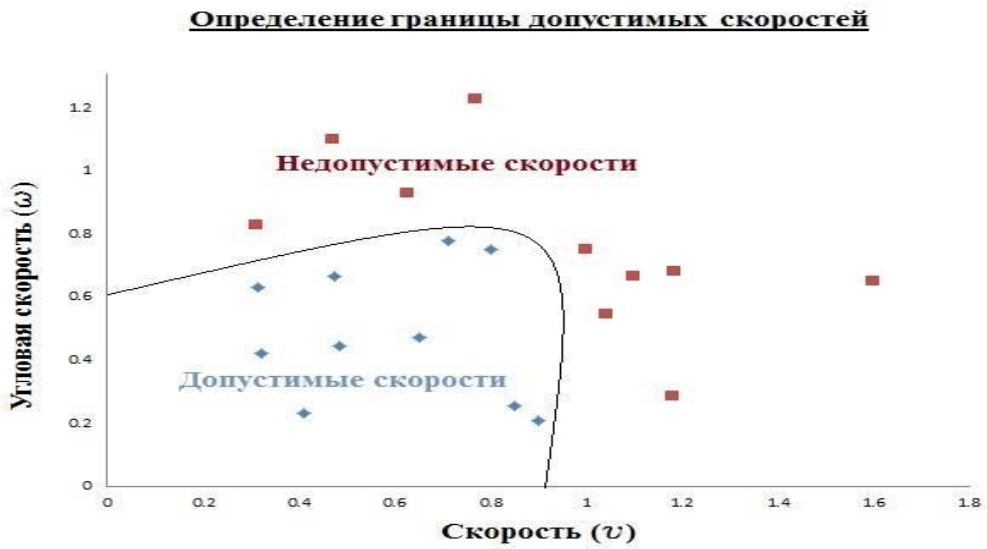


Рисунок 4- граница допустимых скоростей

Все исследования сведены в таблицы на основе которых построены области допустимых изменений скоростей по координатам выдвижения и поворота. При программировании движения координат результаты работы будут учитываться.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Проектирование манипуляторов промышленных роботов и роботизированных комплексов: Учеб. Пособие для студ.вузов обучающихся по спец.<<Робототехнические системы>>/С.Ф Бурдаков,В.А Дьяченко,А.Н. Тимофеев- М.: Высш.шк.,1986,- 264 с.: ил.

2. Мирошник, И.В. Теория Автоматического управления. Линейные системы : И.В. Мирошник. – СПБ.: Питер, 2005.-336 с.

УДК 621.771
Казаков Олег Владимирович, студент; Kazakov Oleg Vladimirovich
Дерюжкова Нелли Егоровна, кандидат технических наук, доцент;
Derujkova Nelly Egorovna
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

НЕЧЕТКОЕ УПРАВЛЕНИЕ СКОРОСТНЫМ РЕЖИМОМ ПРОКАТКИ В РЕЖИМЕ МИНИМАЛЬНОГО НАТЯЖЕНИЯ

FUZZY CONTROL FOR HIGH-SPEED MODE OF ROLLING WITH MINIMUM TENSION

Аннотация. рассмотрено математическое описание процесса прокатки в черновой группе клетей мелкосортно-проволочного стана в режиме минимального натяжения, разработана структурная модель, учитывающая силовые взаимодействия трёх клетевой системы электроприводов с металлом в межклетевом промежутке, в каждой из трёх клетей классический регулятор скорости заменен на нечеткий регулятор, для сравнения представлены результаты исследования модели с классическим и нечетким регулятором.
Summary. The mathematical description of the rolling process in the roughing group of small-grade wire mill cages in the minimum tension mode is considered, a structural model is developed that takes into account the force in- tractions of the three-cage electric drive system with metal in the intercellular gap, in each of the three cages the classical speed regulators are replaced with an fuzzy regulator, for comparison, the results of the study of the model with the classical and fuzzy regulator are presented.
Ключевые слова: черновая группа клетей мелкосортно-проволочного стана; математическое описание очага деформации; структурная модель трёх взаимосвязанных электроприводов, нечеткий регулятор Сугено.
Key words: roughing group of cages of small-grade wire mill; mathematical description of the center of deformation; structural model of the three inter- connected electric drives, fuzzy controller of Sugeno.

Реализация модельного подхода в управлении скоростным режимом прокатки мелкосортно-проволочного стана, требует выбора достоверной математической модели, которая будет как можно точнее описывать процесс прокатки.

Существуют алгоритмы управления, выполненные на основе математического описания процессов прокатки, что позволяет повысить качество функционирования системы автоматизации.

Частое изменение, характерное для непрерывных сортовых станов, таких параметров, как величина межклетевых натяжений металла, темпера-

туры и скорости прокатки, трения в подшипниках, значительно усложняет задачу. Появление этих случайных факторов, приводит к рассмотрению процесса прокатки как вероятностного. И описать такой процесс прокатки возможно лишь приближенно.

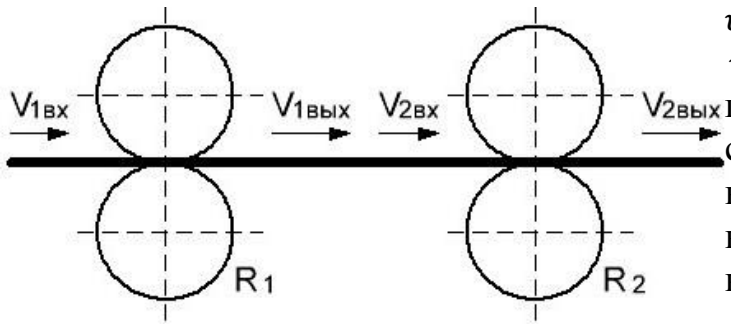
На данный момент системы с нечеткими регуляторами набирают все большую популярность в сфере управления техническими системами. По причине того, что такие системы позволяют получить более адекватные результаты, в сравнении с системами, в которых используются классические регуляторы.

Чтобы описать нечеткую исходную информацию, лучше всего будет подойдет модель, в которой реализован метод нечеткого управления, который основан на нечеткой логике. Такая модель позволит наиболее адекватно отобразить неопределенности, постоянно присутствующие в процессе прокатки.

Одним из основных преимуществ нечетких методов, является возможность работать с не точно определенными данными. Что позволяет использовать нечеткие методы в достаточно сложных системах, где использование традиционных методов очень усложняет процесс моделирования или делает его вовсе невозможным.

Еще одним преимуществом нечетких регуляторов является их нелинейность, что открывает возможность эффективно использовать их для управления нелинейными объектами.

При прокатке с натяжением (рисунок 1) скорость выхода металла из валков предыдущей клети должна быть меньше скорости входа металла в последующую клеть, в таком случае скорости выхода из соответствующих клетей металла будут определяться выражениями:



$\vartheta_{\text{вых1}} = \omega_{\text{в1}} \cdot R_1 \cdot (1 + S_{\text{оп1}})$;
$\vartheta_{\text{вых2}} = \omega_{\text{в2}} \cdot R_2 \cdot (1 + S_{\text{оп2}})$,
где $\omega_{\text{в1}}, \omega_{\text{в2}}$ – угловые скорости валков соответствующих клетей; R_1, R_2 – радиусы валков, мм; $S_{\text{оп1}}, S_{\text{оп2}}$ – опережение металла смежных клетей.

Рисунок 1 – Прокатка металла с натяжением

Величина опережения в прямоугольных калибрах рассчитывается по формуле:

$$S_{\text{оп}} = \left(\frac{R}{h_1}\right) \cdot \gamma^2,$$

где γ - нейтральный угол, его величина определяется из уравнения Экелунда.

Момент прокатки, который необходим для преодоления сил деформации прокатываемого металла и являющийся основным электромеханическим показателем, , Н · м

$$M_{\text{пр}} = 2 \cdot P_{\text{ср}} \cdot A_{\text{конт}} \cdot e,$$

где $P_{ср}$ – среднее давление металла на валки, МПа; $A_{конт}$ – площадь горизонтальной проекции поверхности контакта, мм^2; е – плечо приложения усилий прокатки.

На рисунке 2 изображена модель, которая учитывает силовые взаимодействия системы электроприводов трёх смежных клетей, с металлом в межклетевом промежутке. В ней также учтены следующие характерные особенности этого взаимодействия: процесс деформации металла в валках взаимосвязанных клетей, упругие связи между отдельными элементами электромеханической системы.

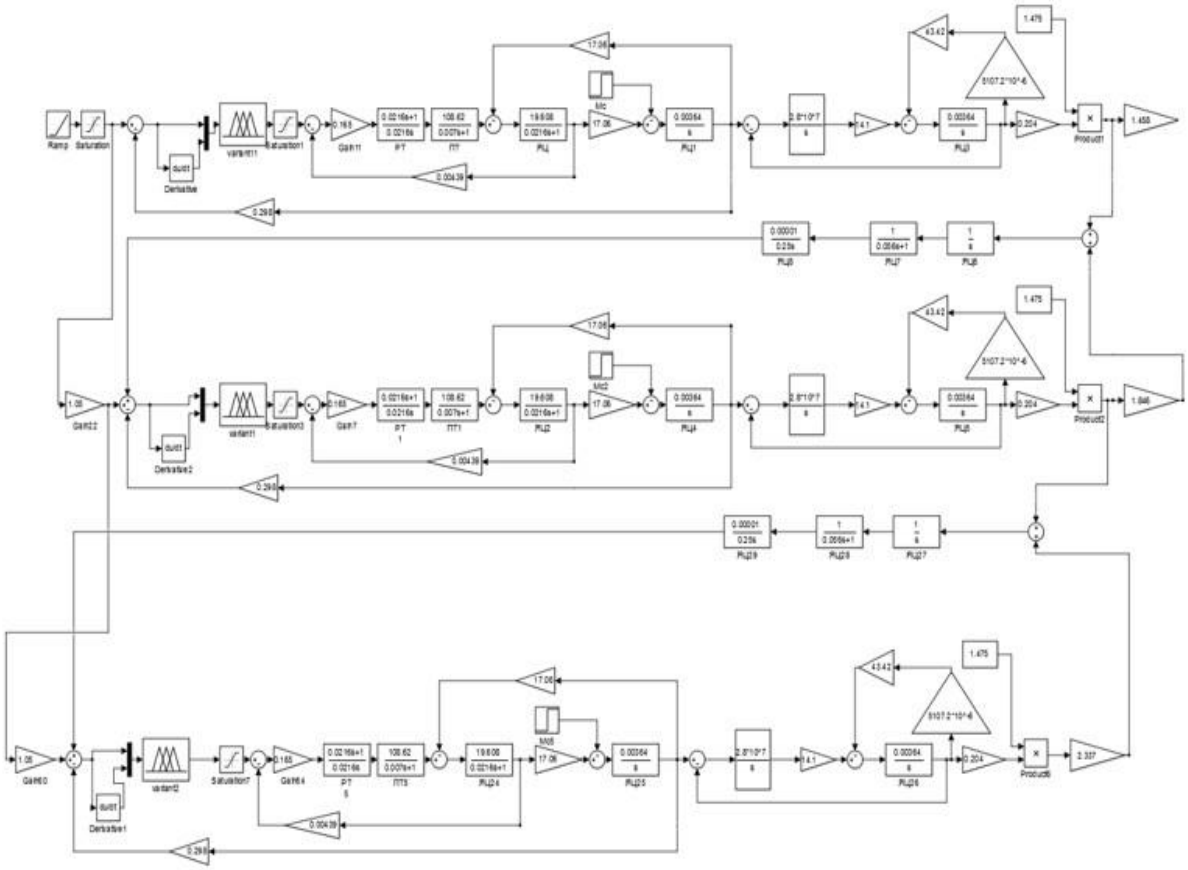


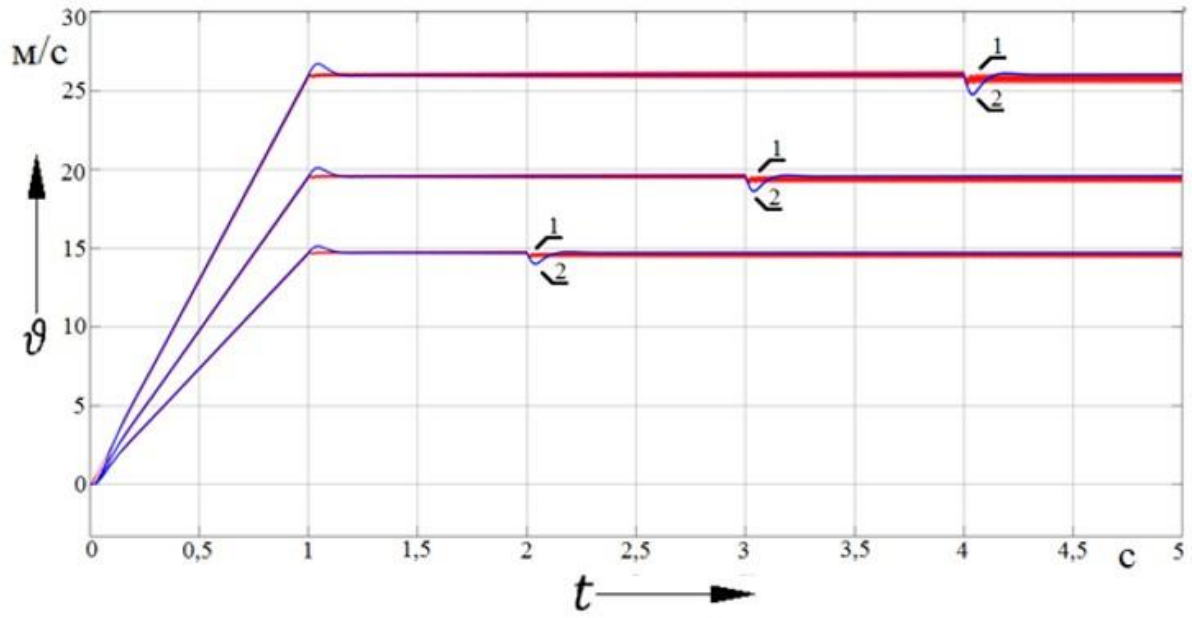
Рисунок 2 – Математическая модель трёх клетей, учитывающая силовые взаимодействия систем электропривода с металлом в межклетевом промежутке

График изменения скоростей, трёх смежных клетей при заполнении металлом межклетевого промежутка представлен на рисунке 3.

Реализация законов управления с применением нечёткого логического регулятора с алгоритмом вывода Сугено позволила снизить перерегули-

рование в системе на 3%, по сравнению с классической системой управления, при этом увеличив её быстродействие.

Разработанная математическая модель с нечетким логическим регулятором позволит с более высокой точностью имитировать поведение системы управления в конкретные промежутки времени технологического процесса.



1 – с нечетким регулятором; 2 – с классическим регулятором

Рисунок 3 – График изменения скоростей, смежных клетей

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Казаков, О.В. Математическая модель процесса прокатки в черновой группе клетей мелкосортно-проволочного стана 320/150 / О. В. Казаков, Н. Е. Дерюжкова // Научно-техническое творчество аспирантов и студентов. – 2017. – С. 468-471.

2. Башарин, А.В. Примеры расчетов автоматизированного электропривода / А.В. Башарин, Ф.Н. Голубев, В.Г. Кепперман. – Л.:Энергия, 1971. – 440 с.

3. Суворов, И.К. Обработка металлов давлением: Учебник для вузов. – 3-е издание, перераб. и доп. / И.К. Суворов. – М.: Высшая школа, 1980. – 364 с.

УДК 621.314
Каплан Илья Александрович, студент; Kaplan Ilya Aleksandrovich
Сериков Александр Владимирович, доктор технических наук, доцент;
Serikov Aleksandr Vladimirovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

СИЛОВОЙ ТРАНСФОРМАТОР С БЛОКОМ НАГРЕВА ЖИДКОСТИ

POWER TRANSFORMER WITH BLOCK OF HEATING LIQUID

Аннотация. Данная работа посвящена исследованию трансформатора с блоком нагрева жидкости в виде трубки. Такое техническое решение позволяет использовать потери короткого замыкания и холостого хода трансформатора для нагрева жидкости. В работе представлены результаты исследования эффективности использования блока нагрева.
Summary. This work is devoted to the study of a transformer with a liquid heating unit, presented in the form of a tube, which should help to use the loss of short-circuit and idle transformer for heating the liquid. The paper presents results research efficiency using heater block and also based on data conclusions were drawn.
Ключевые слова: силовой трансформатор, блок нагрева, тепловая схема замещения.
Key words: power transformer, heating block, thermal scheme of substitution.

Для передачи электрической энергии от места ее производства до точки потребления требуется многократная трансформация с помощью понижающих и повышающих силовых трансформаторов. Только на подстанциях 35...750 кВ в энергосистемах России работает около двух с половиной тысяч силовых трансформаторов общей мощностью более 580 тыс. МВ·А, что почти втрое больше установленной мощности электростанций. Менее мощные трансформаторы в большом количестве обычно устанавливаются близко к потребителю не только электрической энергии, но и тепловой. Причем потери, отнесенные к единице мощности таких устройств, а также стоимость этих потерь возрастают.

В данной работе для повышения энергоэффективности силового трансформатора предлагается использовать блок нагрева жидкости, который позволяет утилизировать часть потерь холостого хода и короткого замыкания для отопления помещений. В исследуемом трансформаторе (рисунок 1), имеющем классические обмотки 1 размещен нагревательный блок 2, состоящий из трёх соединённых между собой труб. Каждая труба имеет один виток, размещенный вокруг соответствующего стержня магнитопровода. Для обеспечения необходимой поверхности теплообмена

оставшаяся часть трубы опоясывает стержни всех трех фаз и выходит из трансформатора соединяясь с трубой другой фазы. Трубы нагревательного блока выполнены из электропроводного немагнитного материала (немагнитная сталь, алюминий и его сплавы). Для создания замкнутого контура в каждой фазе установлены блоки тиристоров 3, включенных встречно-параллельно. Входной и выходной патрубки присоединяются к системе отопления и горячего водоснабжения рядом расположенных объектов.

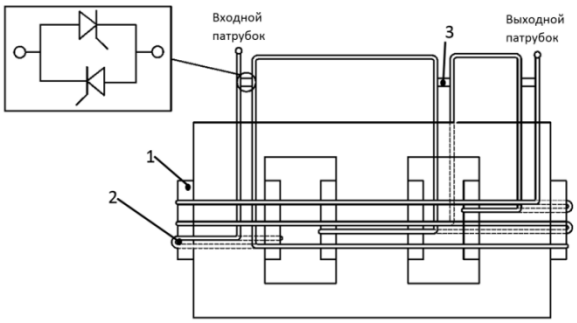


Рисунок 1 – Активная часть трансформатора с блоком нагрева жидкости

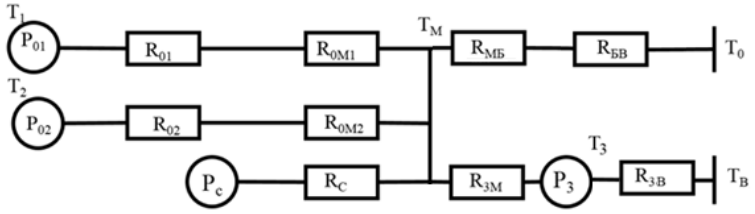
Величина ЭДС наводимая в трубе каждой фазы определяется напряжением витка трансформатора. В закрытом состоянии тиристоры ток не пропускают, следовательно токи в трубах не протекают. В этом режиме тепловая энергия от нагретого трансформаторного масла передается в протекающий по трубе теплоноситель. При необходимости включаются тиристорные блоки, создавая замкнутые контуры для каждой из трех труб. За счет наведенной ЭДС в трубе каждой фазы протекает ток, приводящий к нагреву. Мощность теплопотерь в трубах можно регулировать с помощью управляемых тиристоров.

Для определения эффективности блока нагрева для силового трансформатора типа ТРД-16 000/35 мощностью 16 000 кВА с суммарными потерями 111 кВт составлена тепловая схема замещения [1], представленная на рисунке 2. Использовался нагревательный блок мощностью 100 кВт. Расчет тепловой схемы замещения производился со следующими исходными данными: P_{01} = 49,6 кВт, P_{02} = 35 кВт, $P_{\text{с}}$ = 21 кВт, $P_{\text{З}}$ = 100 Вт, T_0 = 40 ^{0} С, $T_{\text{в}}$ = 72,5 ^{0} С. Тепловые сопротивления в процессе расчета уточнялись в соответствии с тепловым состоянием элементов конструкции. В результате получены температуры: $T_{\text{м}}$ = 77 ^{0} С, T_1 = 102 ^{0} С, T_2 = 92,7 ^{0} С и T_3 = 103 ^{0} С. Расчет показал, что большая часть тепловой мощности от трубки передается в нагреваемую воду.

С целью оценки эффективности нагревательного блока введено понятие теплового КПД нагревательного блока, который определялся по формуле

$$\eta = \frac{Q}{P_{\text{З}}} = \frac{T_{\text{З}} - T_{\text{в}}}{R_{\text{Зв}} P_{\text{З}}}$$

где Q – тепловой поток от трубы нагревательного блока в воду.



R_{01}, R_{02} – тепловые сопротивления теплопроводности изоляции первичной и вторичной обмоток; R_{0M1}, R_{0M2} – тепловые сопротивления теплоотдачи с поверхности первичной и вторичной обмоток в трансформаторное масло; $R_{с}$ – тепловое сопротивление теплоотдачи с поверхности сердечника в трансформаторное масло; $R_{мб}$ – тепловое сопротивление теплоотдачи от масла к стенкам бака; $R_{бв}$ – тепловое сопротивление теплоотдачи от стенки бака в воздух; $R_{ЗМ}$, $R_{ЗВ}$ – тепловые сопротивления теплоотдачи с поверхности нагревательного блока в трансформаторное масло и в воду соответственно; $P_{с}$, P_{01}, P_{02} , – тепловые потери в магнитопроводе, первичной и вторичной обмотках; $P_{З}$ – мощность тепловыделений в нагревательном блоке; T_1, T_2, T_3, $T_{м}$, T_0, $T_{в}$ – температуры первичной и вторичной обмоток, трубки нагревательного блока, средняя температура трансформаторного масла, окружающего воздуха, средняя температура нагреваемой воды

Рисунок 2 –Тепловая схема замещения трансформатора

Расчеты проводились для разного расхода (скорости) нагреваемой жидкости. В ходе исследований было получено, что при увеличении скорости воды в нагревательном блоке уменьшается тепловое сопротивление стенка-вода $R_{ЗВ}$ и как следствие увеличивается тепловой поток Q. Результаты исследований приведены в виде графика (рисунок 3).

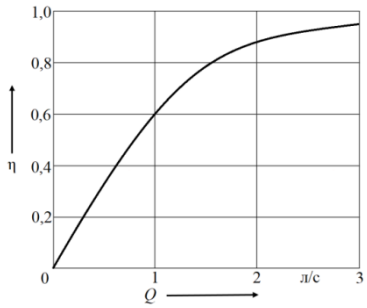


Рисунок 3 – Зависимость КПД нагревательного блока от расхода воды

Таким образом, предложенная конструктивная схема силового трансформатора позволяет использовать тепловые потери в трансформаторе, причем при расходах жидкости более 2 л/с тепловой КПД нагревательного блока составляет более 0,9.

УДК 668.63 (07)
Капустенко Дмитрий Витальевич, студент; Kapustenko Dmitri Vitalyevich
Стельмащук Сергей Валерьевич, кандидат технических наук, доцент;
Stelmashuk Sergei Valerievich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ОСОБЕННОСТИ СОГЛАСОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ТРЕХЗВЕННОГО МАНИПУЛЯТОРА

PECULIARITIES OF THE AGREED MANAGEMENT OF THE ELECTRIC DRIVE SYSTEM OF THE THREE-TWO MANIPULATOR

Аннотация. Данная работа посвящена особенностям согласованного управления системы электропривода трехзвенного манипулятора, который в настоящее время применяется в различных отраслях, особенно в сферах промышленности с вредными условиями труда. В работе представлена функциональная и кинематическая схема трехзвенного манипулятора, а также применение принципов согласованного управления для отработки заданной траектории манипуляторным роботом.
Summary. This work is devoted to the peculiarities of the coordinated control of the electric drive system of the three-link manipulator, which is currently used in various industries, especially in industries with harmful working conditions. The paper presents the functional and kinematic scheme of the three-link manipulator, as well as the application of the principles of coordinated control for the development of a given trajectory of the manipulator robot.
Ключевые слова: согласование, управление, соотношение, манипулятор, схват.
Key words: coordination, management, ratio, manipulator, tong.

Бурное развитие современной техники ставит перед разработчиками автоматических систем, применяемых в промышленности, энергетике и на транспорте, все более сложные, нетрадиционные задачи. К числу последних относится специальный класс задач автоматического управления — так называемые задачи согласованного (координированного) управления многосвязными объектами, в которых стандартная задача обеспечения обычных требований к качеству управляемого процесса дополняется специфической задачей обеспечения требуемой координации (т. е. соблюдения заданных соотношений) управляемых величин объекта.

Согласование переменных осуществляется как путем использования уже имеющихся внутренних перекрестных связей объекта управления, так и за счет подключения связей в системе управления.

Суть согласованного управления заключается в поддержании соотношений регулируемых переменных и в управлении усреднённым движением.

Пусть имеются многоканальная система из m взаимосвязанных ОУ, регулируемые переменные y_i, которых должны удовлетворять заданным регулируемым соотношениям (РС), задаваемых системой m-1 нелинейных уравнений:

$$\varphi_{yj}(y_1, y_2, \ldots, y_m) = 0, \quad j = \overline{1, m-1}, \tag{1}$$

Эти уравнения определяют поведение системы до одной регулируемой переменной, которая называется усредненной. В ряде частных случаев она действительно определяется как среднее арифметическое значение выходов:

$$\bar{y} = \sum_{j=1}^{m} y_j / m \tag{2}$$

Но в общем случае можно задать как произвольную функцию:

$$\bar{y} = \psi_y(y_1, y_2, \ldots, y_m) \tag{3}$$

Функциональная схема системы согласованного управления представлена на рисунке 1.

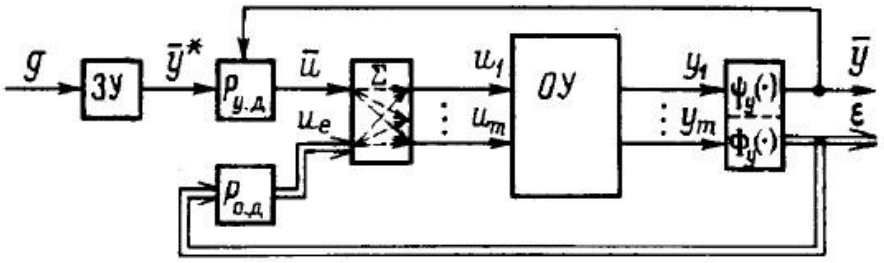


Рисунок 1 – Функциональная схема системы согласованного управления

Согласование каналов осуществляется многосвязным регулятором относительного движения $P_{од}$, а заданное качество усредненного движения обеспечивается регулятором усредненного движения $P_{уд}$. В качестве $P_{уд}$ используется одноканальный регулятор пропорционального, комбинированного, пропорционально-интегрального или релейного типа. Задающее устройство в рассматриваемой схеме управления назначает конечную цель или программу усредненного движения $\bar{y}$ и поэтому также является одноканальным. Для распределения по входам объекта управляющих сигналов u_e и $\bar{u}$ вырабатываемых регуляторами Род и Руд соответственно, в состав системы включается многоканальный сумматор.

В моей работе рассматривается применением принципов согласованного управления для отработки заданной траектории манипуляторным роботом, кинематическая схема которого представлена на рисунке 2.

$$\begin{cases} x_c = [(L_2\cos(q_2) + (L_3\cos(q_2+q_3))]\cos(q_1)) \\ y_c = [(L_2\cos(q_2) + (L_3\cos(q_2+q_3))]\sin(q_1)) \\ z_c = L_1 + L_2 sin(q_2) + L_3 sin(q_2+q_3) \end{cases} \quad (4)$$

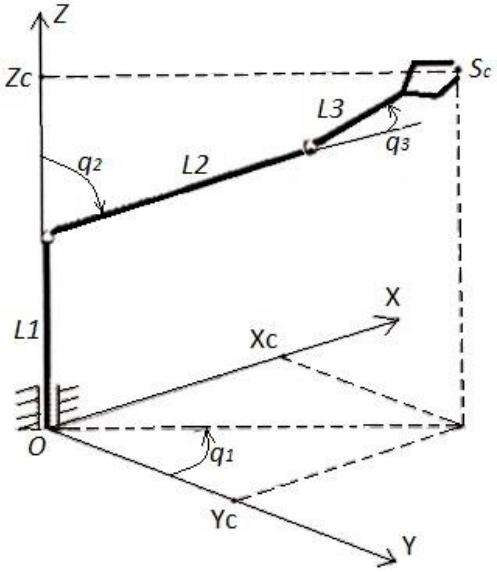


Рисунок 2 – Кинематическая схема манипуляторного робота

Траекторию перемещения схвата манипулятора можно представить как кривую в пространстве, которая определена как геометрическое место точек пересечения двух поверхностей; т.е. такая кривая может быть задана двумя уравнениями двух поверхностей:

$$\Phi_1(x, y, z) = 0, \quad \Phi_2(x, y, z) = 0. \quad (5)$$

Например, для траектории в виде прямой представим системой уравнений

$$\begin{cases} A1\,x + B1\,y + C1\,z + D1 = 0, \\ A2\,x + B2\,y + C2\,z + D2 = 0; \end{cases} \quad (6)$$

Для образования регулируемых соотношений необходимо подставить уравнения обобщённых координат манипулятора в систему уравнений кривой.

Видно, что количество уравнений регулируемых соотношений на 1 меньше чем количество ОУ многоканальной системы приводов манипулятора, что делает применимым принципы согласованного управления.

УДК 621.382
Карсымбаева Алия Алибековна, студентка; Karsymbaeva Aliya Alibekovna
Марущенко Сергей Григорьевич, кандидат технических наук, доцент;
Marushchenko Sergey Grigorevich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОМЕХОУСТОЙЧЕВЫХ КОДОВ

DEVELOPMENT OF A STAND FOR THE STUDY OF NOISE-IMMUNE CODES

Аннотация. Статья посвящена разработке лабораторного стенда для исследования кода Хемминга на платформе NI ELVIS. Основными блоками разрабатываемого стенда являются кодер, декодер, эмулятор канала связи с генератором помех. Аппаратная часть лабораторного стенда будет реализована на микросхеме ПЛИС с использованием отладочной платы Digital Electronics FPGA Board.
Summary. The article is devoted to the development of the laboratory stand for studying the Hamming code on the NI ELVIS platform. The main blocks of the stand being developed are an encoder, a decoder, an emulator of a communication channel with a noise generator. The hardware of the laboratory stand will be implemented on the FPGA chip using the Digital Electronics FPGA Board.
Ключевые слова: код Хемминга, плата Digital Electronics FPGA Board.
Key words: Hamming code, board Digital Electronics FPGA Board

При передаче информации по каналу связи с помехами в принятых данных возможно возникновение ошибки. Наиболее эффективным методом нахождения и исправления ошибки при передаче данных является помехоустойчивое кодирование. В настоящее время существует ряд разновидностей помехоустойчивых кодов, наиболее известным из которых является код Хемминга [1].

Код Хэмминга – это систематический код, состоящий из информационных и корректирующих символов, расположенных по строго определенной системе, имеющих одинаковую длину и всегда занимающих строго определенные места в кодовых комбинациях.

Данный код предназначен для обнаружения и исправления одиночной ошибки. При построении такого кода каждый из k проверочных символов определяется как результат суммирования по модулю 2 определенного сочетания информационных символов. В результате этого сумма проверяемых информационных и контрольного символов всегда является четной. При приеме комбинаций такого кода принятые комбинации подвер-

гаются аналогичным проверкам, охватывающим информационные и контрольный символы [2].

Код Хемминга применяется при передаче и обработке информации в технике связи, телеграфии, телемеханике, вычислительной технике и, где возможны искажения сигнала в результате действия различного рода помех.

Кодеры и декодеры кода Хемминга могут быть реализованы тремя способами: в виде программы на компьютере, программно-аппаратно с использованием микроконтроллера и аппаратно в виде электронной схемы на жесткой логике. Аппаратная реализация наиболее предпочтительна, так как обладает высокой скоростью передачи данных.

Студентами направления 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» в рамках дисциплины «Системы обработки и кодирования информации» изучаются помехоустойчивые коды. В связи с этим возникла необходимость в обновлении лабораторной базы по данной дисциплине. Одной из лабораторных работ является работа по исследованию кода Хэмминга. Предлагаемая структура лабораторного стенда показана на рисунке 1.

Рисунок 1 – Структурная схема лабораторного стенда

Лабораторный стенд включает в себя следующие блоки: кодер, декодер кода Хэмминга, эмулятор канала связи с генератором помех. Все блоки предполагается выполнить на жесткой логике.

Наиболее просто реализовать электронную схему на жесткой логике можно используя программируемую логическую интегральную схему (ПЛИС). Данную задачу можно решить с использованием отладочной платы Digital Electronics FPGA Board от компании National Instruments.

Рисунок 2 – Отладочная плата Digital Electronics FPGA Board

Digital Electronics FPGA Board – это инструмент разработки электронных схем, построенный на основе микросхемы ПЛИС XC3S500E Xilinx Spartan-3E. Помимо ПЛИС отладочная плата содержит интерфейс USB, предназначенный для программирования микросхемы ПЛИС; инструментарий для разработки электронных устройств.

Отладочная плата Digital Electronics FPGA Board может работать в двух режимах: в автономном и режиме NI ELVIS. В автономном режиме отладочная плата работает в качестве независимого устройства. В режиме NI ELVIS отладочная плата используется в качестве дополнительной макетной платы к платформе NI ELVIS [3].

Таким образом, разрабатываемый лабораторный стенд будет реализован на платформе NI ELVIS с использованием отладочной платы Digital Electronics FPGA Board.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Блейхут, Р. Теория и практика кодов, контролирующих ошибки / Р. Блейхут ; пер. с англ. И. И. Грушко, В. М. Блиновский ; под ред. К. Ш. Зигангирова. – М. : Мир, 1986. – 576 с.

2. Питерсон, У. Коды, исправляющие ошибки / У. Питерсон ; пер. с англ. Л. Е. Филиппова ; под ред. И. М. Бояринова. – М. : Мир, 1976. – 593 с.

3. Отладочная плата NI Digital Electronics FPGA Board : руководство по эксплуатации / National Instruments Corporation, 2009. – 50 с.

УДК 620.92
Копанев Никита Максимович, студент; Kopanev Nikita Maksimovich
Кузьмин Роман Вячеславович, кандидат технических наук, доцент; Kuzmin Roman Vyacheslavovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ НА ОСНОВЕ ЭНЕРГИИ ВЕТРА

DECENTRALIZED ENERGY SUPPLY BASED ON WIND ENERGY

Аннотация. В данной статье рассматривается актуальность электроснабжения на базе ВЭС. Выбор ветрового колеса и генератора применяемые в ветровых, плюсы и минусы конструкции.
Summary. In this article, the relevance of power supply on the basis of WPS. The choice of the wind wheel and generator used in the wind, pluses and minuses of the design.
Ключевые слова: ВЭС, децентрализованный, электроснабжение.
Key words: WPS, decentralized, electricity.

В наши дни, электрическая энергия воспроизводится путем применения различных электростанций, производящих электроэнергию при помощи природных ресурсов. Но запасы земли (нефть, газ, уголь и др.) не безграничны и возможно, однажды, их вовсе может не стать. Ограничены и запасы других ископаемых, таких как торий и уран - являющихся реактивным топливом, используемые в реакторах для получения плутония.

Исходя из этого, целесообразно пользоваться альтернативными (возобновляющимися) источниками энерегии. Одним из таких альтернатив может послужить ВЭС.

ВЭС имеет такие преимущества перед централизованными электроснабжениями, как меньшую стоимость строительства и выброс вредных веществ в атмосферу.

Основные виды ветряков и выберем наиболее подходящий для последующих расчетов:

1.Ветроколесо горизонтального типа (крыльчатые)

2.Ветороколесо вертикального типа (карусель)

Основным атрибутом этих ветряков является коэффициент использования энергии ветра (КИЭВ), который в среднем составляет 15-25% у вертикальных ветрогенераторов типа бочки и 30-45% у горизонтальных ветрогенераторов, что на порядок выше.

Типы генераторов:

1.Асинхронный генератор (с к.з. ротором и фазным ротором)

2.Синхронные генераторы (с электромагнитным возбуждением, с магнитоэлектрическим возбуждением, индукторные, с когтеобразным ротором и т.д.)

3.Асинхронизированные синхронные генераторы

Синхронный генератор на постоянных магнитах имеет простую конструкцию, легок в обслуживании, надежен и имеет высокий КПД. Улучшение характеристик (синхронного генератора на постоянных магнитах) СГПМ достигается за счет применения высококоэрцитивных постоянных магнитов. В то же время имеется сложность регулирования и стабилизации напряжения. Стабилизация напряжения осуществляется за счет регулирования реактивной мощности, поступающей в генераторы от конденсаторов. В синхронных генераторах на постоянных магнитах необходим редуктор (т.к. по большей части они высокооборотные, и начинают генерировать ток при 1000 об./мин.), а это дополнительные потери.

Что касается асинхронного генератора, то он так же имеет простую конструкцию, надежность в обслуживании, невысокую стоимость относительно СГПМ. Применение асинхронного генератора (АГ) в автономных ветроустановках ранее было менее распространено из-за отсутствия малогабаритных конденсаторов, обеспечивающих возбуждение генератора и компенсацию реактивной мощности нагрузки, а также из-за сложности стабилизации выходного напряжения. С появлением более компактных конденсаторов и новых систем стабилизации напряжения эти проблемы были решены.

Обе машины имеют одинаковый КПД, но если рассматривать генератор не как отдельный механизм, а как часть ветроустановки, то наиболее эффективен СГПМ, потому что стабилизатор, требующийся для нормальной работы АГ, снижает КПД в большей степени, чем редуктор, необходимый для СГПМ. Если учитывать, что некоторые виды АГ требуют использования не только стабилизатора, но и редуктора, то подразумевается ещё большее снижение КПД. Асинхронный генератор дешевле СДПМ поэтому часто используется в качестве ветрогенератора малой и средней мощности.

Асинхронизированные синхронные генераторы (АСГ) находятся скорее в стадии разработки и моделирования, чем в стадии промышленного применения.

Вывод: В ходе рассмотрения видов ветроколеса и генераторов, была выбрана трехлопастная ветроэлектростанция на базе синхронного генератора.

УДК 004.896
Косичков Артём Олегович, студент; Kosichkov Artem Olegovich,
Бутова Дарья Андреевна, студентка; Butova Darya Andreevna;
Вакаев Олег Юрьевич, студент; Vakaev Oleg Yurievich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА БИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА И КОНТРОЛЯ СПОРТСМЕНА

DEVELOPMENT OF HARDWARE AND SOFTWARE COMPLEX FOR BIOLOGICAL MONITORING AND CONTROL OF ATHLETES

Аннотация. Данная работа посвящена разработке программно-аппаратного комплекса биологического мониторинга и контроля спортсмена. В работе представлено описание технического проекта.
Summary. This work is devoted to the development of a hardware-software complex for biological monitoring and control of an athlete. The paper describes the technical design.
Ключевые слова: Биологический мониторинг, нейросети, электрокимографические и кардио- датчики, интернет вещей, фитнес-устройства
Key words: Biological monitoring, neural networks, electromyography and cardio sensors, Internet of things, fitness devices

Сегодня всё большую популярность приобретают фитнес-клубы. Этот факт обусловлен нарастающей тенденцией к здоровому образу жизни среди россиян. Однако при занятии спортом в первую очередь необходим системный подход. Как известно, разные нагрузки по-разному воздействуют на организм, значит, чтобы добиваться хороших результатов, нужно использовать правильные методы, чтобы программа тренировок была эффективной, она должна быть подготовлена специалистом, который обладает профильным образованием и опытом работы в спорте. Результат спортсмена в первую очередь зависит от квалификации тренера и напрямую влияет на посещаемость и окупаемость фитнес залов.

Разрабатываемое устройство предназначено для мониторинга физио-биологических показателей человеческого в режиме реального времени (см. рисунок 1). Что позволит в оперативном режиме составить полную карту спортсмена с учетом его индивидуальных характеристик. Таким образом, тренер сможет или использовать составленную устройством программу или откорректировать ее с учетом полученных сведений.

Рисунок 1 – Разрабатываемое устройство

В устройстве используются следующие датчики:

- Снятие состояния и активности отдельных групп мышц осуществляется за счет миодатчиков и тензорезисторов растяжения, количество которых составляет 12
- Контроль осанки и положения отдельных частей тела во время выполнения упражнений осуществляется за счет акселерометров 9.
- Контроль сердечного ритма осуществляется за счет датчиков сердцебиения 1.
- Контроль частоты дыхания производиться датчиком дыхания (ВДХ и НДХ) 1.

При необходимости существует возможность подключения нейроинтерфейса для мониторинга психологического состояния спортсмена

Данные передаются между радио модулями по 2.4 Мегагерца или по 433 МГц. Также возможна организация проводных соединений в персонифицированном варианте в виде спортивной умной одежды. В один модуль в ходят несколько датчиков, которые передают всю информацию на главный модуль а потом уже в телефон по средствам Bluetooth (см. рисунок 2).

Такой объем информации является наиболее полным и позволяет тренеру учесть все индивидуальные особенности тренируемого. Информация, собранная с датчиков, агрегируется в вычислительном блоке и передается на телефон через Bluetooth. С использованием накопленной базы знаний (опыт и методические рекомендации других тренеров), а также аппарата нейронных сетей, приложение строит в автоматическом режиме индивидуальную программу тренировок. Тренер при необходимости может откорректировать составленную программу либо принять ее. В приложении сохраняется профиль спортсмена, что позволяет в последствии мониторить прогресс тренировки.

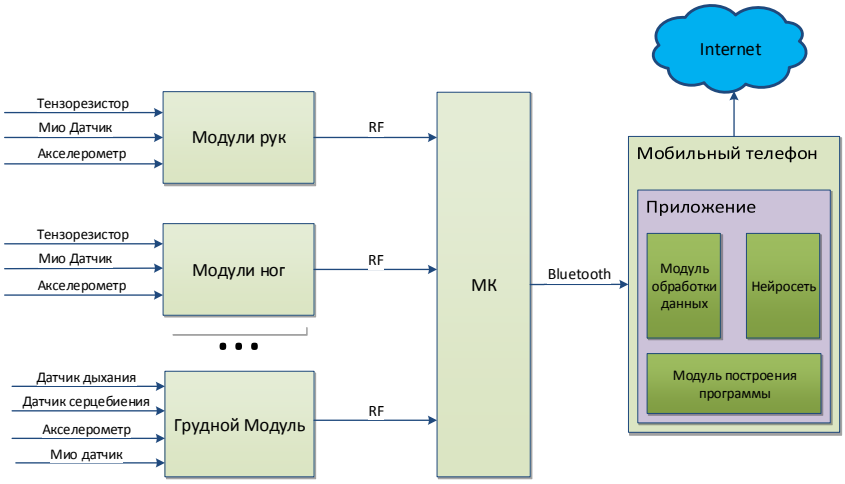


Рисунок 2 – Структурная схема устройства

Обработка данных может осуществляться с использованием различных математических методов: нейронных сетей , нечеткой логики и др. В качестве базовых алгоритмов предлагается использование сверточных сетей (Deep Learning), причем для обучения будет использоваться технология transfer learning, что позволит сэкономить вычислительные ресурсы. Алгоритм, обученный на вычислительном сервере, в дальнейшем переносится на мобильное устройство. За счет такого подхода система сможет собирать статистику и выдавать рекомендации даже в оффлайн режиме. При этом исправления сгенерированных программ тренерами будут аккумулироваться и передаваться на сервер для дальнейшего дообучения сети и корректировки алгоритмов в следующих версиях прошивки и приложения.

За счет подобранного комплекта датчиков устройство способно собирать и обрабатывать наиболее полную информацию о спортсмене, а также контролировать правильность выполнения упражнений.

УДК 004.35
Кулинка Юлия Ивановна, студентка; Kulinka Yuliya Ivanovna
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ СНЯТИЯ ЭЭГ

INVESTIGATION OF THE BRAIN-COMPUTER INTERFACE FOR EEG REMOVAL

Аннотация. Данная работа посвящена исследованию аппаратно-программного комплекса для снятия ЭЭГ. Нами проведен сравнительный анализ существующих аппаратных комплексов и обоснован выбор оборудования. Изучены виды электроэнцефалографических сигналов, их характеристики и методы цифровой обработки. Приведена классификация полученных сигналов.
Summary. This work is devoted to the study of the hardware-software complex for the take off the EEG. We conducted a comparative analysis of the existing hardware systems. The types of electroencephalographic signals, their characteristics and methods of digital processing are studied. The classification of the is given signals is given.
Ключевые слова: биологические сигналы, активность мозга, ЭЭГ, нейроинтерфейс.
Key words: biological signals, cerebral activity, EEG, neurointerface.

ЭЭГ - метод регистрации электрической активности (биопотенциалов) головного мозга через неповрежденные покровы головы, позволяющий судить о его физиологической зрелости, функциональном состоянии, наличии очаговых поражений, общемозговых расстройств и их характере.

Проведение электроэнцефалографического исследования (ЭЭГ) имеет важное диагностическое значение при многих неврологических заболеваниях. Подобные исследования ЭЭГ позволяют исследовать сигналы головного мозга, позволяющие судить о его физиологической зрелости, функциональном состоянии, наличии очаговых поражений, общемозговых расстройств. Исследования проводятся, например, при нарушениях сна, проявлениях элиптических припадков, сосудистых заболеваниях мозга, черепно-мозговых травмах, воспалительных заболеваниях мозга.

ЭЭГ головного мозга считается одним из наиболее доступных методов диагностики, который позволяет определить изменения состояния активности клеток мозга. Благодаря использованию современных методов обработки сигналов есть возможность получить диагностическую информацию при минимальных затратах времени.

Принцип работы большинства неинвазивных нейроинтерфейсов заключается в получении электроэнцефалограммы человеческого мозга в режиме реального времени.

Современные разработки продемонстрировали нам, что для того чтобы получить электроэнцефалографический (ЭЭГ) сигнал от головного мозга с медицинской точностью не ниже 96%, достаточно использовать один сухой датчик плотно прилегающий к передней лобной части черепа.

Нами были рассмотрены следующие аппаратно-программные комплексы для снятия ЭЭГ: EMOTIV Insight, MindWave, MUSE, Brainlink, EMOTIV Epoc, Neural Impulse Actuator. При сравнительном анализе по таким характеристикам как : количество датчиков, удобство, компактность, стоимость , был выбран нейроинтерфейс от компании Macrotellect.

Данный аппаратный комплекс оснащен двумя лобными датчиками, расположенными на внутреннем ремешке, благодаря чему снимается наиболее четкий сигнал. Передача данных осуществляется с помощью Bluetooth, что позволяет применять его даже в развлекательных целях.

К нейроинтерфейсу поставляется комплект для разработчика (SDK) с набором исходных кодов и примеров программ на языке C++. Также производителем предлагается большой набор приложений для различных платформ. На рисунке 1 приведен скриншот программы MindRec, которая будет использоваться при разработке аппаратно-программного комплекса для снятия ЭЭГ.

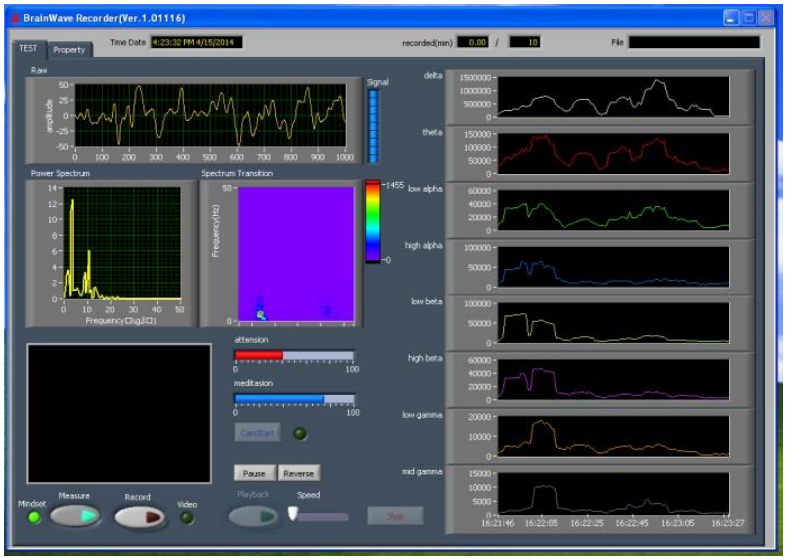


Рисунок 1 - Скриншот из программы MindRec

Данная программа позволяет исследовать исходный сигнал, его спектр и спектр переходов в режиме реального времени. Также можно видеть волны ЭЭГ, такие как дельта, тета, альфа, гамма.

В процессе сессии, в реальном времени, в динамике происходит мониторинг и запись в память компьютера следующей информации, а именно: уровень концентрации, внимательности, уровень медитации, сырой

ЭЭГ сигал, в нескольких видах визуализации единовременно, в диапазоне от 0 до 70Гц. Сигналы, разбитые по частотным диапазонам, составляющим спектр основного сигнала. Разбивка производится на 8 диапазонов: Дельта, Тета, Низкая Альфа, Высокая Альфа, Низкая Бета, Высокая Бета, Низкая Гама, Высокая Гама. Кроме этого записывается видео клиента и звук. Параметры настройки позволяют откорректировать фильтры частот. Записанный материал можно воспроизводить прямо в этой же программе, видя все то, что отображалось в реальном времени во время сессии, естественно в привязке к реальному времени. Записанная информация может быть экспортирована из программы.

Для исследования динамики различных ритмов ЭЭГ в настоящее время активно применяются методы частотно-временного анализа, позволяющие отслеживать изменения структуры ЭЭГ во времени, в том числе и методы искусственного интеллекта.

Постобработка сигналов ЭЭГ позволяет получить следующие данные: сосредоточенность, стресс, уровень внимательности, период запоминания информации, самоконтроль.

Таким образом, дальнейшая работа над ВКР будет посвящена разработке аппаратно-программного комплекса для обработки поступающих сигналов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Амосов, О.С. Локализация человека в кадре видеопотока с использованием алгоритма на основе растущего нейронного газа и нечеткого вывода / О. С. Амосов, Ю. С. Иванов, С. В. Жиганов. // Компьютерная оптика, 2017. - 46-58 с.

2 Иваницкий Г. А. Николаев А. Р. Использование искусственных нейросетей для распознавания типа мыслительных операций по ЭЭГ/ Иваницкий Г. А. - М.: Знания , 1997.- 23-28 с.

3 Интерфейс мозг - компьютер [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://neuromatix.pro. - (Дата обращения 30.04.2015).

4 Амосов, О.С., БаенаС.Г. Иерархический подход построения интеллектуальной информационно-телекоммуникационной системы безопасности вуза // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. – СПб, 2017. – Т. 1. – С.188-191.

УДК 621.389
Купченко Михаил Владимирович, студент;
Kupchenko Mikhail Vladimirovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ЗВУКОВЫЕ ФАЗОВРАЩАТЕЛИ

SOUND PHASER

Аннотация. Данная работа посвящена исследованию звуковых фазовращателей. В работе рассмотрен принцип действия фазера, а также варианты реализации устройств, выполняющих его функцию, и особенности каждого из них.
Summary. This work is dedicated to the exploration of sound phase shifters. The paper deals with the principle of operation of the phaser, as well as variants of realization of the devices performing its function, and the features of each of them.
Ключевые слова: фазовращатель, фаза, спектр, звук, фильтр.
Key words: phaser, phase, spectrum, sound, filter.

В современной аудиоиндустрии профессионалами и любителями используется всё больше различных устройств, помогающих им обрабатывать аудиоматериал и добиваться желаемых интересных звучаний. Перечень этих устройств огромен. Среди них особенно популярен класс устройств модуляции аудиосигнала. Из всего разнообразия модуляционных эффектов особое место занимают следующие. Их называют поразному, обычно это «фазер» или «фэйзер» (от английского слова Phaser), что переводится как «Фазовращатель».

Фазер, обрабатывая звук, создаёт уникальный узнаваемый эффект, почти всегда приятный на слух. Основа принципа действия фазовращателя отражается в его названии – это «вращение», то есть изменение фазы сигнала. Но здесь имеется ряд особенностей. О них поподробнее.

Следует сразу отметить один важный момент. Дело в том, что наш слух не очень восприимчив к изменению фазы звукового сигнала. Иногда этого изменения совсем не слышно. В таком случае можно задаться вопросом: «Почему же устройство называется фазовращателем и как оно вообще работает, если изменения в звучании не должно быть слышно?». Действительно, простое изменение фазы сигнала здесь не поможет. Фазер, как и другие эффекты модуляции, в общем случае работает следующим образом.

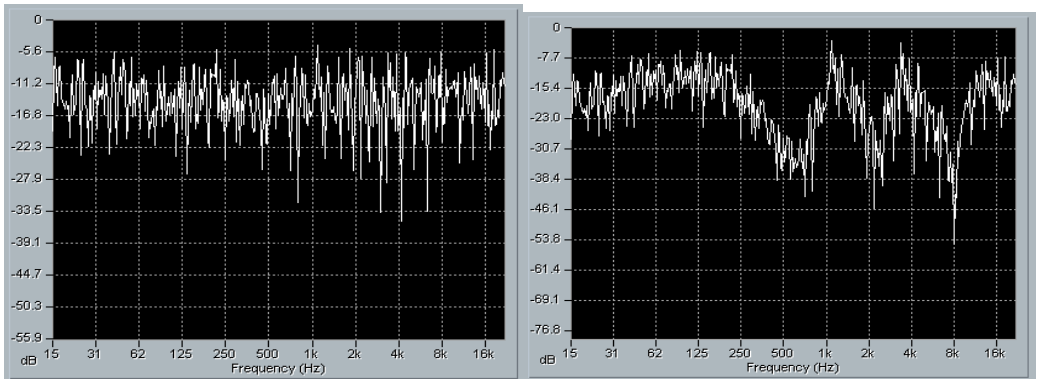
Звук, преобразованный в электрический сигнал, поступает на вход устройства. Этот сигнал копируется, и, оригинал остаётся неизменным, а вот его копия подвергается преобразованию. Она поступает на так называ-

емый всепропускающий фильтр, который изменяет фазу скопированного сигнала в зависимости от его частоты.

Любой звуковой сигнал имеет спектр. То есть, даже если звучит какая-то одна нота с соответствующей ей основной частотой, по факту получается, что кроме этой основной частоты в звуке присутствуют и другие частотные составляющие. Когда звуковой сигнал проходит через всепропускающий фильтр, то какие-то частоты остаются неизменными, а какие-то начинают смещаться по фазе относительно исходного сигнала.

В итоге, оригинальный сигнал (ещё говорят «сухой»), который никак не был обработан, смешивается с преобразованной копией. При смешивании, те частотные составляющие, которые по фазе совпадают – усиливаются; те которые несколько отличаются друг от друга, частично друг друга гасят; а те, что оказались в противофазе друг с другом – полностью гасятся. Таким образом, в спектре сигнала появляются так называемые впадины. И это уже заметно на слух. Но, пока что, это ещё не вращатель. То есть, фильтр настроен так, что для каждого конкретного значения частоты он делает свой конкретный сдвиг по фазе. Это значит, что провалы в спектре «стоят на месте». Таким образом, получился своего рода эквалайзер. Такой фазер называют «стоячим». Чтобы он стал «вращателем», устройства дорабатывают таким образом, чтобы центральная частота, которая в итоге будет иметь сдвиг на 180 градусов, изменяла своё значение с течением времени. Из этого получается такое специфическое «вращающееся» изменение окраса звучания при сохранении основного тона.

Фазеры бывают одноэтапными и многоэтапными. Одноэтапный фазер создаёт в спектре сигнала одну впадину и перемещает её по спектру. Соответственно, двухэтапный фазер создаёт уже два провала в спектре, центральные частоты которых отличаются. И так далее. Ниже, для примера, приведены спектрограммы «сухого» белого шума, и шума, пропущенного через трёхэтапный фазер.



а) б)

Рисунок 1 – Спектрограммы белого шума:
а – «сухого»; б – обработанного фазером

В данном случае использовался трёхэтапный фазер, который образовал в спектре сигнала три впадины. На слух разница в звучании исходного и обработанного фрагментов хорошо заметна. Сами устройства, выполняющие функцию фазера, существуют в трёх вариантах реализации: аналоговые устройства, цифровые устройства и программные продукты (плагины).

Первые фазеры были аналоговыми. Аналоговый фазер – это электронное устройство, электрическая схема которого не содержит вычислительных интегральных схем, а эффект достигается за счёт физических процессов, протекающих в схеме, состоящей из активных и пассивных элементов. Как правило, аналоговые фазеры имеют фиксированное количество этапов, которое нельзя изменить в силу особенностей схемотехники.

С развитием компьютерных технологий стали набирать обороты цифровые фазеры как в формате отдельного устройства, так и как плагины для работы на компьютере. Первые, так же как и аналоговые, являются внешними устройствами. Однако их электрические схемы уже содержат специальные процессоры, которые создают эффект фазовращения путём выполнения математических преобразований над сигналом, полученным с АЦП (аналого-цифрового преобразователя) и отправляют на выход обработанный сигнал через ЦАП (цифро-аналоговый преобразователь).

Программные фазеры (плагины), так же как и внешние цифровые устройства, создают данный эффект посредством математической обработки оцифрованного сигнала. Однако они имеют ряд преимуществ. Во-первых, программный фазер, как правило, имеет гораздо больше возможностей для регулирования параметров. Во-вторых, плагин легко обрабатывает совершенно любой записанный или синтезированный звуковой фрагмент. Внешними устройствами делать это гораздо сложнее из-за их схемотехнических особенностей и требований к согласованию источника и приёмника сигналов. Поэтому так мало кто делает. Эту задачу прекрасно решает программный продукт, который легко настраивается и управляется. Программный фазер имеет «максимальную свободу» применения и регулирования эффекта, по сравнению с внешними устройствами.

Итак, звуковые фазовращатели, как устройства, модулирующие звуковой сигнал, востребованы в аудиоиндустрии во всех вариантах реализации. Каждый вариант по-своему удобен в той или иной ситуации, поэтому, в настоящее, время все они продолжают активно развиваться.

УДК 621.314
Лавренов Александр Сергеевич, соискатель учёной степени;
Aleksandr Sergeevich Lavrenov.
Климаш Владимир Степанович, доктор технических наук, профессор;
Klimash Vladimir Stepanovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

МИКРОКОНТРОЛЛЕРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ IGBT МОДУЛЯМИ ВОЛЬТОДОБАВОЧНОГО КАСКАДА

MICROCONTROLLER CONTROL SYSTEM OF THE IGBT MODULES BOOSTER CASCADE

Аннотация. Работа посвящена построению системы управления (СУ) на базе микроконтроллера STM32F4, реализующая специальный способ регулирования выходного напряжения IGBT модулей вольтодобавочного каскада (ВДК).
Summary. The work is devoted to the construction of a control system based on the microcontroller STM32F4, which implements a special method of regulating the output voltage IGBT modules of the booster cascade.
Ключевые слова: регулирование напряжения, система управления, IGBT модуль, микроконтроллер, вольтодобавочный каскад, вольтодобавочный трансформатор, Matlab/Simulink.
Key words: voltage regulation, control system, IGBT module, microcontroller, booster cascade, booster transformer, Matlab / Simulink.

Регулирование напряжения является одной из необходимых функций в системе электроснабжения. На примере трансформаторных подстанций, регулирование номинального входного или выходного напряжения силового трансформатора (СТ) может производиться в широком (0 ÷ 100 %) или узком диапазоне (± 5 %, ± 10 % и т. д.). Одним из устройств реализующих эту функцию является вольтодобавочный каскад [1], предназначенный для стабилизации напряжения у потребителей через регулирование действующего напряжения питания СТ в диапазоне ± 10 % от номинального значения.

СУ вольтодобавочного каскада [2] формирует добавочное напряжение на выходе IGBT модулей, которое суммируется (вычитается) с напряжением сети через вольтодобавочный трансформатор (ВДТ). В основу формирования выходного напряжения IGBT модулей ВДК, заложен 150-градусный алгоритм с амплитудно-импульсной модуляцией и совместным согласованным управлением ключами. Имитационная модель системы

управления, реализующая специальный способ регулирования напряжения IGBT модулей вольтодобавочного каскада представлена на рисунке 1.

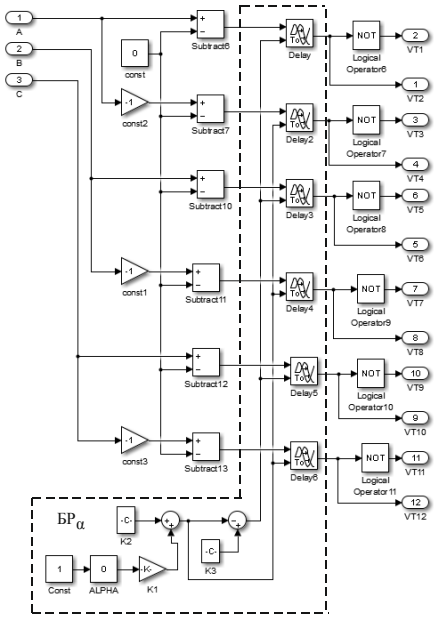
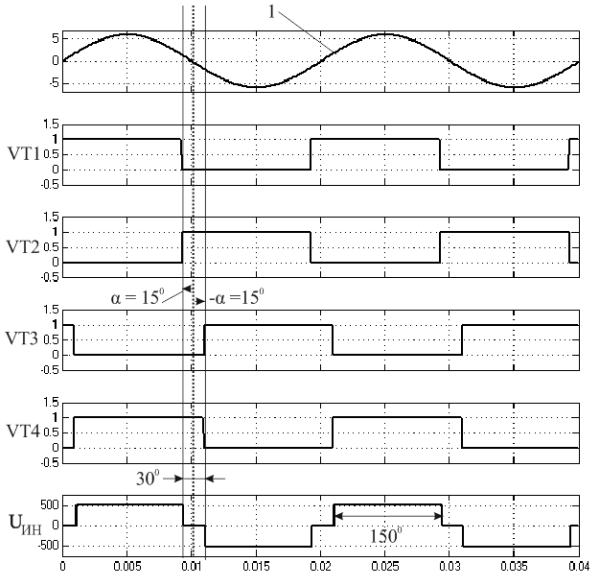


Рисунок 1 – Имитационная схема системы управления в среде Matlab

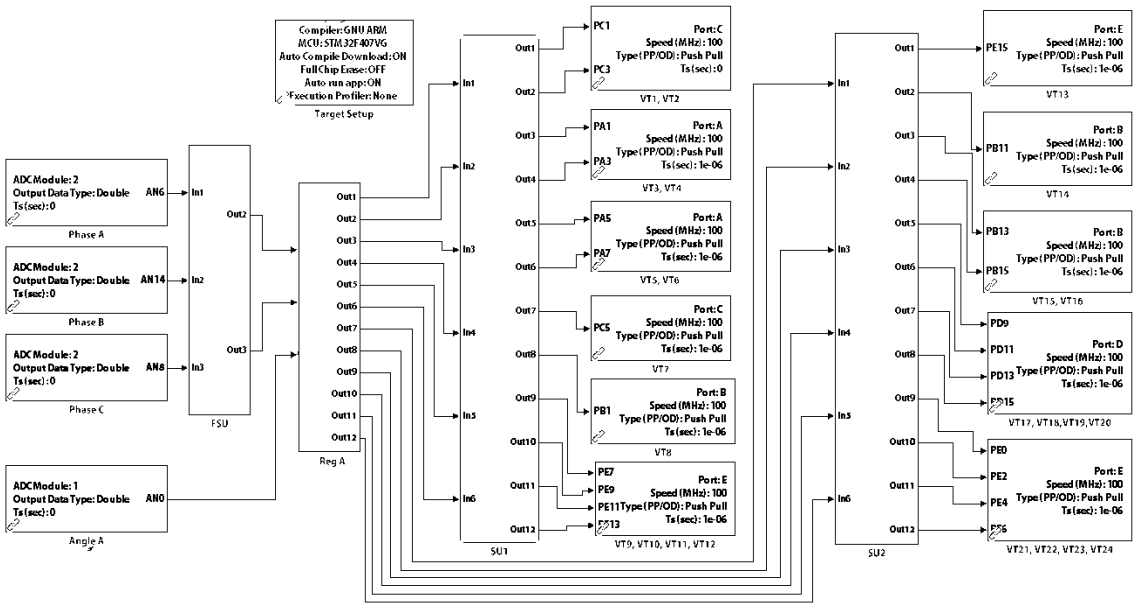
Физический смысл работы блока $БР_{\alpha}$ заключается в совместном согласованном регулировании фаз управляющих импульсов ключей ИН при помощи блоков Transport Delay. Значения RV_{α} с учетом 150-градусного алгоритма ограничены диапазоном $15^0 \leq \alpha \leq 165^0$. Блоки Substract совместно с NOT формируют синхронизированные с сетью управляющие импульсы. Процесс формирования добавочного напряжения на выходе фазного ИН показан на рисунке 2.



1 – сигнал управления; VT 1 ÷ VT 4 – управляющие импульсы для соответствующих ключей однофазного ИН; $U_{ИН}$ – напряжение на выходе ИН

Рисунок 2 – Формирование добавочного напряжения на выходе ИН

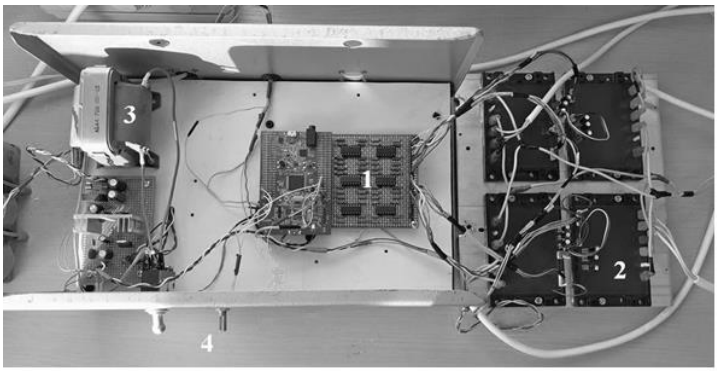
Для реализации макета СУ применён микроконтроллер STM32F4. Блочно-модульная программа для программирования МК создана в среде Matlab/Simulink с применением специальной библиотеки Waijung Blockset, представлена на рисунке 3.



FSU – формирователь сигнала управления; SU1, SU2 – распределители сигналов; VT - V24 – порты вывода управляющих импульсов; RegA блок управления углом α; A, B, C – синхронизирующие входы;
Target Setup – блок настроек МК

Рисунок 3 – Блочно-модульная программа системы управления для STM32F4

Макет системы управления представлен на рисунке 4.



1 – система управления; 2 – инверторные модули IPM Mitsubishi PS12018-A; 3 – блок питания; 4 – регулятор угла α ($U_{y\alpha}$)

Рисунок 4 – Внешний вид макета СУ и IGBT модулей вольтодобавочного каскада

Формирование напряжения амплитудно-импульсным способом является одним из условий для создания многоуровневого добавочного напряжения ВДК [3]. Экспериментальные осциллограммы напряжений на выходе однофазного IGBT модуля при регулировании угла α представлены на рисунке 5.

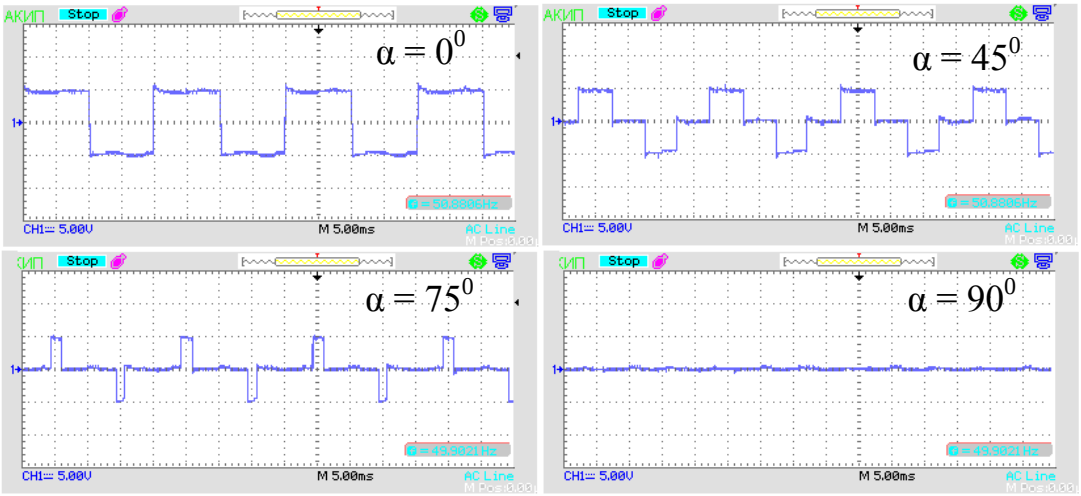


Рисунок 5 – Регулирование напряжения на выходе IGBT модуля

Имитационная модель СУ транспонированная на действующий макет, с учетом особенности функционирования выбранного микроконтроллера, показывает идентичность происходящих процессов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Модель вольтодобавочного каскада с многоуровневым напряжением в среде Matlab: свид. 2016611781 Рос. Федерация / Климаш В.С., Лавренов А.С.; заявитель и патентообладатель Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т. – № 2015619802; заявл. 16.10.2015; опубл. 20.03.2016, Бюл. №3. – 10 с.

2. Климаш, В.С. Исследование и разработка способа и системы управления вольтодобавочным устройством / В.С. Климаш, А.С. Лавренов // Теоретические и практические вопросы науки XXI века: сб. статей Международной научно-практической конференции. – Уфа: РИО МЦИИ ОМЕГА САЙНС, 2015. – С. 39 – 43.

3. Климаш, В. С. Многоуровневое регулирование напряжения трансформаторной подстанции / В.С. Климаш, А.С. Лавренов // Электротехнические системы и комплексы. – 2017. – № 1 (34). – С. 10 –16.

УДК 621. 57.001.891.51
Левченко Владислав Сергеевич, студент; Levchenko Vladislav Sergeevich
Болдырев Владислав Вячеславович, аспирант;
Boldurev Vladislav Vyacheslavovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДА КОМСОМОЛЬСК-НА-АМУРЕ

DEVELOPMENT OF THE SYSTEM OF INFORMATION MAINTENANCE OF PROCESSES OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF THE CITY OF KOMSOMOLSK-NA-AMURE

Аннотация. Рассмотрены вопросы управления проекта на примере разработки системы информационного сопровождения процессов инновационного развития города Комсомольск-на-Амуре. В рамках проекта были также были рассмотрены вопросы, связанные с построение алгоритмов и реализация полученных алгоритмов при помощи нечеткой логики Fuzzy.
Summary. Questions of management of the project on the example of development of the system of information maintenance of processes of innovative development of the city of Komsomolsk-na-Amure are considered. Within the project were also the questions connected about creation of algorithms and realization of the received algorithms by means of fuzzy logic of Fuzzy have been considered.
Ключевые слова: проект, управление, инновации, разработка, алгоритм, логика.
Keywords: Project, management, innovations, development, algorithm, logic.

В наше время наиболее популярными источниками информации являются социальные сети. Информация, которую обозревают жители нашего города, чаще всего не имеющие соответствующего образования, публикуют новостную информацию с субъективной точки зрения, чаще всего придавая негативный оттенок любой информации. Не имея четких стандартов и излагая информацию не всегда придерживаясь литературной речи, паблики создают негативный облик событиям, происходящим в городе, вследствие чего формируется мнение что город не развивается. Молодежь уезжает из города, не видя перспектив развития. Отрицательно воспринимаются программы ТОСЭР`ов и другие различные программы развития города. Отток молодого поколения из города – серьезная проблема. Молодежь – это будущее нашего города, это будущие строители, инженера, врачи, рабочие среднего звена. Не способствуя созданию благоприятной ат-

мосферы в информационном пространстве, город не заинтересовывает молодежь в дальнейшем проживании в городе. В этой связи необходимо создать систему информационного сопровождения, которая будет иметь четкие стандарты и будет публиковать информацию, которую будет отбирать интеллектуальная система посредством нечеткого алгоритма – это главное конкурентное преимущество по сравнению с существующими информационными ресурсами в городе. Система призвана изменить мнение жителей города относительно изменений и будущего облика города соответственно.

В настоящий момент проект находится на этапе формирования команды проекта. На момент конференции уже поставлены цели, проведен подробный анализ идеи проекта, сформирована концепция проекта, определены ограничения и предположения проекта, рассмотрены заинтересованные стороны, сформированы критерии оценки проекта, составлено дерево целей и результатов, получен облик жизненного цикла проекта, построена ССР проекта, а также в рамках проекта планируется разработать интеллектуальную систему оценки поступающей информации, на данный момент в этой части разработки сформирован нечеткий алгоритм и сформирована база данных при помощи Fuzzy Logic.

В дальнейшем планируется разработать систему управления, определяющую категорию информаций и определяющая соответствие информации требуемым стандартам, определить источники сопротивления системе и спрогнозировать риски проекта, определить уровень их возникновения и степень угрозы и реакцию на возможные рисковые события.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Буч, Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на C++ / Г. Буч; пер. с англ. И. Романовского; под ред. Ф. Андреева – М.: Невский Диалект, 2000. – 359 с.

2. РД ФГБОУ ВПО «КнАГТУ» 013-2016. Текстовые студенческие работы. Правила оформления. Введ. 2016-03-10. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2013. – 56 с.

3. Бабаскин С.Н. Инновационный проект: методы отбора и инструменты анализа рисков / Бабаскин С.Н./– М.: «Дело», 2009.

4. Салимова, Т. Управление качеством / Т.А. Салимова. – М.: Изд-во «Высшая школа менеджмента», 2008. – 416 с.

5. Гавра, Д.П. Основы теории коммуникации. / Д.П. Гавра. - СПб.: Питер, 2011. - 288 с.

6. Шунейко, А.А. Основы успешной коммуникации: Учебное пособие / А.А. Шунейко, И.А. Авдеенко. - М.: Флинта, 2016. - 192 с.

УДК 681.5.01:658.5
Лепёхина Светлана Юрьевна, учащаяся лицея; Lepekhina Svetlana Yuryevna
Черный Сергей Петрович, кандидат технических наук, доцент;
Cherny Sergey Petrovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ТЯГОВЫХ ПОДСТАНЦИЯХ С ПРИМЕНЕНИЕМ СЕМАНТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

ANALYSIS OF THE QUALITY OF ELECTRICAL ENERGY ON TRACTION POTENCY USING SEMANTIC NETWORKS

Аннотация. В данной статье рассматривается анализ качества электрической энергии на тяговых подстанциях при помощи семантических сетей.
Summary. In this paper, we analyze the quality of electrical energy in traction substations using semantic networks.
Ключевые слова: Тяговая подстанция, семантическая сеть, анализ качества электрической энергии.
Key words: Traction substation, semantic network, analysis of the quality of electrical energy.

Одним из важнейших устройств системы тягового электроснабжения на железнодорожном транспорте являются тяговые подстанции (ТП) являются. Основным потребителем преобразованной электрической энергии является электроподвижной состав (ЭПС) железных дорог, а питание их осуществляется от системы внешнего электроснабжения (СВЭ). Кроме того, от этих подстанций получают питание и другие потребители, как промышленные так и бытовые.

Все тяговые подстанции классифицируются по целому ряду признаков, например по способу регулирования (телеуправляемые и нетелеуправляемые); по способу обслуживания (с постоянным дежурным персоналом, с дежурством на дому, без дежурного персонала); по возможности транспортировки (стационарные и передвижные); по виду выдаваемого в контактную сеть электрического тока (переменный или постоянный).

Питание тяговой подстанции осуществляется от воздушных или кабельных линий электропередач, снижение внешнего напряжения осуществляет трансформатор и передает его к выпрямителю, с которого электрический ток поступает в контактную сеть.

В настоящее время на электровозах и на других видах электротранспорта широко применяется режим рекуперации. В процессе торможения электровоз становится источником электрической энергии. Электродвигатели переводятся в генераторный режим и переводя кинетическую энер-

гию движения в электрический ток контактной сети, и обеспечивая торможение электротранспорта.

Во многих удаленных населенных пунктах система электроснабжения железнодорожного транспорта является единственным способом энергоснабжения. Таким образом, тяговая подстанция не только используется для энергоснабжения нужд железнодорожного хозяйства, но и снабжает электроэнергией других потребителей, обеспечивая их потребности.

Тяговая подстанция может быть полностью автоматизированной, дистанционно управляемой, а также иметь обслуживающий персонал. Присутствие персонала чаще всего обусловлено экономическими факторами и характерно для небольших станций некрупных городов, где создание систем автоматики является нецелесообразным. Вместе с тем, на крупных тяговых подстанциях, с учетом их существенного значения наличие персонала обязательно. Зачастую персонал присутствует лишь на одной из тяговых подстанций, откуда осуществляется дистанционное управление другими станциями, входящими в общую энергетическую систему. Однако, наличие персонала не исключает использования систем автоматического управления. В таком случае оператор выполняет функции наблюдателя, который может вмешиваться в работу подстанции в аварийных ситуациях и в экстренных случаях.

Аппаратно, тяговые подстанции могут быть выполнены, как одноагрегатными, так многоагрегатными. Наличие нескольких трансформаторов существенно повышает надежность их работы. При выходе одного трансформатора из строя, включается второй, обеспечивая бесперебойную работу. Объединение нескольких подстанций в единую управляемую из одного центра группу дает возможность делать их взаимозаменяемыми, удешевляет возведение и эксплуатационные издержки.

Поскольку главное условие работы тяговой подстанции – бесперебойность, то все они запитываются одновременно от двух различных внешних сетей. При использовании двух отдельных линий, и та и другая должны рассчитываться на максимальную нагрузку подстанции.

Питание подстанции производится, используя линии и перемычки. Это обеспечивает объединение подстанций в отдельные группы. Если выходит из строя один из понижающих трансформаторов в группе, другие перераспределяют на себя его нагрузку.

Задача обеспечения качества отпускаемой электрической энергии в таких сетях представляет собой сложную многофакторную и многокритериальную задачу. Значительное влияние на представленные показатели качества будут оказывать не только объекты с вязанные с железнодорожным транспортом, но и бытовые потребители, подключенные к трансформаторным подстанциям со стороны низкого напряжения. Решение представленной задачи с учетом различных допущений и ограничений представляет

существенную сложность с точки зрения формализации. Наиболее удобной моделью представления для решения концептуальной составляющей задачи математического описания сложного технологического объекта является семантическая сеть.

Рисунок 1 – Семантическая сеть

Представленная на рисунке 1 семантическая сеть показывает наличие различного рода ситуативных связей между различными объектами и критериями в электрических сетях при наличии отдельных классов потребителей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Коломиец Н.В. Режимы работы и эксплуатация электрооборудования электрических станций [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.В. Коломиец, Н.Р. Пономарчук, Г.А. Елгина. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2015. — 72 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/55206.html.

2. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения [Электронный ресурс] / . — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский дом ЭНЕРГИЯ, 2012. — 32 с. — 978-5-98908-081-6. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/22778.html.

УДК 621.3.089.2
Лесков Олег Михайлович, студент; Leskov Oleg Mihailovich
Марущенко Сергей Григорьевич, кандидат технических наук, доцент;
Marushchenko Sergey Grigorevich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

МОДЕРНИЗАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЭЛЕКТРОЖГУТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

MODERNIZATION OF EQUIPMENT FOR CONTROL OF ELECTRIC EQUIPMENT

Аннотация. Целью данной работы является разработка установки для тестирования электрожгутовой продукции на правильность соединения контактов, наличие обрывов или коротких замыканий между жилами, а также измерения сопротивления изоляции. Также устройство способно измерять сопротивление жил для проверки качества пайки контактов. Оборудование построено на современной элементной базе, что позволяет обеспечить высокую отказоустойчивость установки. Система имеет модульную конструкцию, где имеются множество типовых блоков низковольтной измерительной части. Блок измерения сопротивления изоляции расположен отлддельно. Данное оборудование предназначено для применения на заводе филиала ПАО "Компания"Сухой" "КнААЗ им. Ю.А. Гагарина".
Summary. The aim of this work is the development of an installation for testing electrical products for the correct connection of contacts, the presence of breaks or short circuits between the conductors, as well as measuring the insulation resistance. Also, the device is able to measure the resistance of the conductors to check the quality of the soldering of the contacts. The equipment is built on a modern element base, which allows to provide high fault tolerance of the installation. The system has a modular design, where there are many typical blocks of the low-voltage measuring part. The unit for measuring the insulation resistance is located in a row. This equipment is intended for use at the plant of the branch of PJSC "Company" Sukhoi "" KnAAZ them. Yu.A. Gagarin ".
Ключевые слова: самолетостроение, КИП, STM32, сопротивления изоляции.
Keywords: Aircraft construction, STM32, Test equipment, insulation resistance.

Установка контроля электрожгутовой продукции (УКМ-5) предназначена для автоматизации процесса контроля качества, электрических испытаний и целостности электромонтажа кабельной продукции.

Она выполнена на ИМС дискретной логики, которые уже давно не выпускаются производителями электронных компонентов.

Проект направлен на перевод установок УКМ-5 на новую элементную базу с целью повышения их надёжности и добавления нового функционала.

Перед непосредственной установкой готового электрического жгута необходимо убедиться в его исправности.

Кроме проверки правильности пайки жил в разъёме установка должна измерять сопротивление изоляции и контролировать качества пайки при помощи измерения сопротивления жил.

Для выполнения данных условий необходимо разработать модульную систему, в которой каждый из имеющихся модулей будет производить измерения своей группы контактов.

Модули будут объединены в одну общую информационную шину, по которой будет происходить управление и передача данных от задействованных модулей к персональному компьютеру оператора.

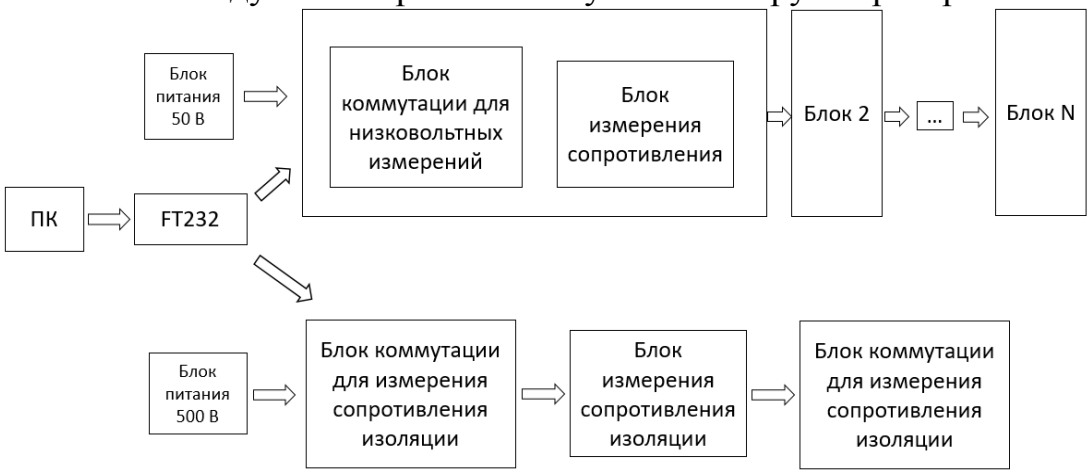


Рисунок 1 – Блок-схема установки

Низковольтная и высоковольтная измерительные части разделены между собой, что повышает надежность (отсутствие вероятности замыкания высоковольтного и низковольтного питания) и упрощает разработку устройства.

Поскольку измерение сопротивления изоляции необходимо выполнять не на всех жгутах, то данный блок будет находиться отдельно, что позволит подключать требуемый жгут.

Алгоритм работы низковольтной измерительной части заключается в следующем:

- Блок коммутации подключает тестируемую жилу с одной стороны к источнику напряжения 50 вольт;

• С другой стороны, все жилы переключаются в режим «прослушивания», в котором система по очереди проверяет наличие напряжения на всех жилах;

• В случае детектирования напряжения проверки только на требуемом контакте система переходит к проверки следующей жилы.

В случае проверки сопротивления контактов добавляется этап подключения требуемой жилы на блок измерения сопротивления, где происходит измерение сопротивления жилы.

В конце процедуры проверки формируется отчет, в котором указываются все выявленные проблемы.

Ядром каждого блока выступает микроконтроллер фирмы ST линейки STM32. Для коммутации жил используются аналоговые мультиплексор MAX388.

Использование аналоговых ключей позволит измерять не только правильность распайки жил, но и измерять их сопротивление.

Выбранная жила будет подключаться на блок измерения сопротивления, состоящий из эталонного низкоомного резистора и измерительной микросхемы INA169NA, измеряющей падение напряжения на резисторе.

Для измерения сопротивления изоляции используется следующий алгоритм:

• Тестируемая жила с одной стороны подключается к «плюсу» источника напряжения в 500 вольт, и к измерительной части с другой стороны;

• Остальные жилы подключаются к «минусу» источника напряжения;

• В течении 1 минуты на испытуемую жилу подается напряжение тестирования, при этом при помощи измерительной части измеряется падение напряжения на эталонном высокоомном резисторе.

Для коммутации жил используются высоковольтные аналоговые мультиплексоры/демультиплексоры MAX378CPE+.

Решено измерять напряжение источника питания и падение напряжения на сопротивлении Rx. Из разности этих напряжений мы можем получить напряжение на образцовом сопротивлении R и вычислить ток в цепи Rx, R.

Для измерения значения падения напряжения на резисторе планируется использовать встроенный в микроконтроллер STM32 АЦП с 12 битным разрешением.

Разрабатываемая установка поможет улучшить качество выпускаемой электрожгутовой продукции и уберет необходимость ручной проверки монтажа, что существенно сократит время, требуемое для проверки качества продукции 55 цехом

УДК 332.1
Ляпустина Юлия Владимировна, студент; Yuliya V. Lyapustina;
Куделько Анатолий Романович, кандидат технических наук, профессор;
Anatoly R. Kudelko
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ИННОВАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ КЛАСТЕР КАК КОМПОНЕНТ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

INNOVATIVE EDUCATIONAL CLUSTER AS A COMPONENT OF THE TERRITORIAL INNOVATION SYSTEM

Аннотация. В статье представлены определения территориальной инновационной системы и его основного компонента, которым является инновационно-образовательный кластер. Рассмотрены структуры и функциональное назначение элементов как территориальной инновационной системы, так и инновационно-образовательного кластера.
Summary. The article presents the definitions of the territorial innovation system and its main component, which is an innovation-educational cluster. The structure and functional purpose of the elements of both the territorial innovation system and the innovation-educational cluster are considered.
Ключевые слова: территориальная инновационная система, подсистемы территориальной инновационной системы, инновационно-образовательный кластер, вуз, технопарк, территориальный кластер, инновационный центр.
Key words: territorial innovation system, subsystems of the territorial innovation system, innovation and educational cluster, university, technopark, territorial cluster, innovation center.

Переход экономики конкретной территории или территориального образования на инновационный путь развития требует формирования и обеспечения эффективного функционирования минимально необходимых компонентов конкурентоспособной территориальной инновационной системы. Территориальную инновационную систему (ТИС) можно определить как комплекс хозяйствующих субъектов, которые находятся на соответствующей территории, инициируют и осуществляют производство новых знаний, реализуют их распространение и использование, а также способствуют финансово-экономическому, правовому и информационному обеспечению инновационных процессов. Упомянутые хозяйствующие субъекты взаимосвязаны между собой и имеют постоянные устойчивые взаимоотношения.

В представленном на рисунке 1 упрощенном варианте структуры территориальной инновационной системы выделены основные минимально необходимые укрупненные подсистемы ТИС, взаимодействие которых способно реализовать полный нелинейный инновационный процесс. Как следует из рисунка 1, к таким компонентам относятся блок функциональных подсистем, обеспечивающая инфраструктура и инновационно-образовательный кластер.

Рисунок 1 – Упрощенный вариант структуры ТИС

В настоящей работе более подробно рассмотрен один из ключевых компонентов ТИС, в данном случае – ТИС Комсомольского-на-Амуре территориально-промышленного комплекса (ТПК) – это инновационно-образовательный кластер Комсомольска-на-Амуре на базе Комсомольского-на-Амуре государственного университета. При этом инновационно-образовательный кластер можно представить как системное объединение заинтересованных хозяйствующих субъектов, позволяющее использовать преимущества внутрикластерного взаимодействия с целью более быстрого и эффективного распространения новых знаний, стимулирующих инновации для роста конкурентоспособности экономики территории. В структуре таких хозяйствующих субъектов, как правило, представлены образовательные и научные учреждения, промышленные предприятия, организации инвестиционно-инновационной инфраструктуры, органы государственного управления, органы местного самоуправления, общественные организации и другие компоненты. Инновационно-образовательный кластер располагается на пересечении функциональных подсистем и обеспечивающей инфраструктуры (рис. 1). Заметим также, что границы между подсистемами достаточно размыты, а это значит, что один и тот же элемент каждого из компонентов ТИС может входить одновременно в разные подсистемы. Объектом инновационно-образовательных кластеров выступают не отдельные хозяйствующие субъекты, а их внутрикластерное взаимодействие,

реализуемое в форме программ и проектов эффективного распространения новых знаний, подготовки и профессиональной переподготовки специалистов в соответствии с потребностями рынка труда соответствующей территории.

Основная цель рассматриваемого инновационно-образовательного кластера ориентирована на развитие и обеспечение эффективного функционирование научно-технологического потенциала Комсомольского-на-Амуре ТПК. Это должно обеспечить реализацию приоритетных направлений развития науки, техники и технологий, внедрение результатов интеллектуальной деятельности в практику работы предприятий и организаций реального сектора экономики территории, направленные на повышение конкурентоспособности производства и создание условий для расширенной диверсификации.

Основу инновационно-образовательного кластера составляют организации довузовского образования и инновационный вуз. В организации довузовского образования входят базовые школы, школы-партнеры, опорные школы, специализированные классы в школах, лицей вуза и инженерная школа. Помимо перечисленных организаций к инновационно-образовательному кластеру также можно отнести вузы-партнеры (заинтересованные, профильные), учреждения среднего профессионального образования, межрегиональный центр компетенций, научно-исследовательские институты (заинтересованные, профильные), малые инновационные предприятия, бизнес-инкубаторы.

Взаимодействие кластера осуществляется с бизнес-средой, а также с различными ассоциациями, фондами, общественными институтами и с органами власти. Бизнес-среду представляют профильные предприятия, венчурные фонды, инвестиционные компании, финансово-кредитные организации. В качестве инновационного вуза в городе Комсомольске-на-Амуре выступает ФГБОУ ВО «КнАГУ».

Организацию и сопровождение научно-исследовательских работ в вузе осуществляет Управление научно-исследовательской деятельности (УНИД), в состав которого входят: научно-исследовательский отдел, отдел организации и сопровождения научно-исследовательской деятельности научный центр социально-экономических и гуманитарных проектов и отдел защиты интеллектуальной собственности. Инновационную инфраструктуру вуза составляют: центр коллективного пользования «Новые материалы и технологии» (ЦКП), технопарк КнАГУ, центр информационных технологий в строительстве (ЦИТС), и учебно-научный инновационный центр энергосбережения (УНИЦЭ).

ЦКП обеспечивает на современном уровне проведения исследований, а также оказание услуг (измерений, исследований и испытаний) на имеющемся научном оборудовании в форме коллективного пользования

заинтересованным пользователям. Одной из основных задач технопарка ФГБОУ ВО «КнАГУ» является создание условий, благоприятных для организации, развития и деятельности малых инновационных предприятий (в том числе и на базе вуза). Кроме того в перечень задач вуза и его технопарка входят передача технологий и результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, изобретений и открытий ученых, преподавателей, аспирантов и студентов ГОУ ВО «КнАГУ» из вузовского сектора науки в сектор промышленности. В структуре технопарка представлены центр «Цифровое производство», ресурсный центр, лаборатория автоматизации, механосборочный участок, лаборатория «Лазерных технологий и техники» и совместная с ПАО «АСЗ» научно-исследовательская лаборатория «Композиционные материалы и наукоемкие технологии».

Основными задачами ЦИТС являются оказание консультационных услуг по всем вопросам, связанным с применением информационных технологий в строительстве, организация семинаров и вебинаров совместно с ведущими компаниями по разработке наиболее широко применяемых программных продуктов в строительной отрасли с целью получения актуальной информации, проектирование и расчеты несущих конструкций – железобетонных, металлических, деревянных.

УНИЦЭ при ФГБОУ ВО «КнАГУ» имеет многолетний успешный опыт работы в электро- и теплоэнергетике и может помочь на высоком квалифицированном уровне решить проблемы экономии и эффективного использования энергетических ресурсов. Ключевым фактором эффективности инновационно-образовательного кластера является глубокая интеграция образовательных учреждений, исследовательских институтов и бизнеса. Сотрудничество отраслевых предприятий с университетами должно выступать и выступает важнейшим фактором кадровой и научно-технической политики этих предприятий. Принципиальной особенностью инновационно-образовательного кластера в рамках ТИС Комсомольского-на-Амуре ТПК является максимальное сближение образовательных и производственных целей, эффективное использование кадрового и научно-технического потенциала региона. Таким образом, в условиях глобализации национальной экономики конкурентное преимущество будет переходить к тем регионам, которые проявят инновационную активность. При этом важную роль в ТИС играет территориальный инновационно-образовательный кластер - инструмент формирования инновационной экономики, ускорения инновационного цикла посредством массового распространения и передачи наукоемких технологий, генерирования новых знаний и их коммерциализации.

УДК 536.2
Ляпустина Юлия Владимировна, студент; Yuliya Vladimirovna Lyapustina;
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ТЕПЛА ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

AUTOMATED CONTROL SYSTEM OF HEAT DISTRIBUTION OF REFRIGERATED UNITS

Аннотация. Данная статья посвящена системе автоматизированного управления распределением тепла холодильных установок, которая позволит в будущем любым предприятиям, где присутствуют промышленные холодильные установки, сократить затраты на тепловую энергию, за счет рекуперации тепла непосредственно с исправителя внутрь помещения
Summary. This article is devoted to the automated control system for the distribution of heat from refrigeration plants, which will allow in the future any enterprises in which industrial refrigerators are present to reduce the cost of heat energy, by recycling heat directly from the rectifier to the interior
Ключевые слова: автоматизированная система, холодильные установки, рекуперация, отопление, фреон, контроллер, тепловая энергия
Key words: automated system, refrigeration, recovery, heating, freon, controller, heat

Рост цен на энергоносители, стремление к снижению эксплуатационных расходов, а также вопросы экологической безопасности приводят к необходимости использования различных систем энергосбережения в различных сферах жизнедеятельности человека, в том числе, в области холодильной техники и систем кондиционирования. Для снижения энергозатрат при работе холодильного оборудования в современных супермаркетах наряду с использованием менее энергоемкого торгово-холодильного оборудования, а также специальных компонентов автоматики и электронных систем управления все более широкое распространение находят системы утилизации тепла. Температура нагнетаемых паров хладагента в холодильных контурах достаточно высока, что приводит к образованию большого количества теплоты, которое чаще всего сбрасывается в атмосферу. Использование систем рекуперации тепла позволяет использовать эту теплоту для нагрева различных теплоносителей (воздуха, воды и т. п.).

Холодильное оборудование специализированных предприятий для длительного хранения скоропортящейся продукции, магазинов вырабатывает достаточно большое количество тепла, которое складывается из тепла, отведенного из охлаждаемого объема, и тепла, присоединенного в процес-

се сжатия хладагента в многокомпрессорных агрегатах. Чаще всего это тепло сбрасывается в атмосферу. Система рекуперации тепла позволяет использовать это тепло для обогрева помещения от +10 до +60 °С, используя около 20 % тепла, вырабатываемого холодильным оборудованием. Нагрузка на холодильные машины представленных ситуаций в течение года остается практически постоянной. Для низкотемпературной системы колебания нагрузки составляют около 10 %, а для среднетемпературной — около 20–25 %. Таким образом, в некоторых случаях система рекуперации тепла позволяет полностью отказаться от тепловой энергии на объекте.

Система рекуперации тепла — это, переводя на разговорный язык, по сути, возвращение тепла обратно. В системах холодоснабжения образуется некоторое количество тепла в процессе сжатия компрессором паров хладагента (фреона), поступающего из испарительной системы. В дальнейшем этот нагретый и сжатый пар по трубопроводам поступает в конденсатор, где охлаждается и сжижается.

Фреон (хладагент) от испарителя холодильной установки в газообразном состоянии поступает на конденсатор, где переходит в жидкое состояние, выделяя тепло. Предлагается установить в вентиляции дополнительный конденсатор и провести два дополнительных канала для подачи фреона в конденсатор, установленный в вентиляции. Регулировка подачи осуществляется при помощи соленоидальных клапанов. Основная задача устройства – подогрев воздуха помещения за счет использования тепла, выделяемого хладагентом от конденсатора. Регулировка открытия клапана осуществляется в автоматическом режиме за счет контроллера, в котором присутствует возможность регулировки температурного режима в помещении (рисунок 1).

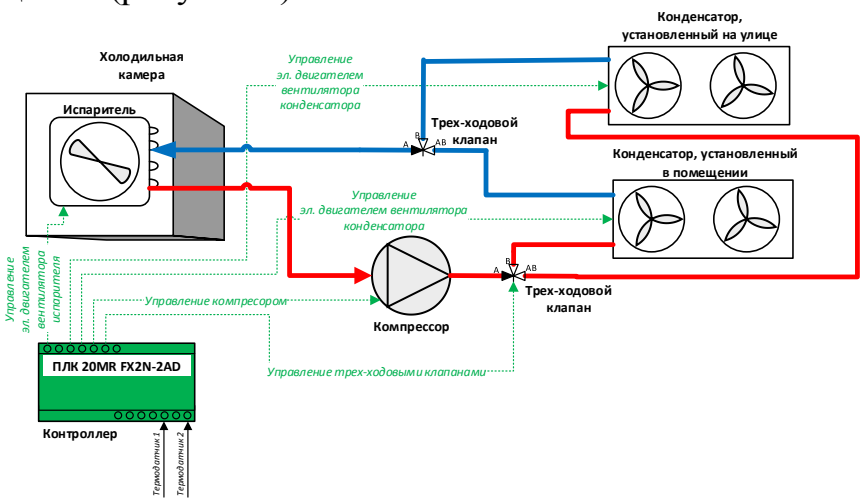


Рисунок 1 - Принципиальная схема системы автоматизированного управления распределением тепла холодильных установок

Система перераспределения тепла холодильных установок состоит из морозильной камеры с установленным холодильным испарителем, ком-

прессора, 2-х конденсаторов (один установлен на улице, второй в помещении), 2-х клапанов, отвечающих за движение хладагента, датчиков температуры воздуха в камере и в помещении, и системы автоматизированного управления.

Система автоматизированного управления с помощью клапанов управляет движением хладагента от испарителя к конденсаторам. В зависимости от показаний датчиков внутри камеры и помещении, согласно установкам температуры в камере и помещениях (устанавливается пользователем системы) автоматизированная система управления направляет хладагент от испарителя к необходимому конденсатору. В случае, когда температура в помещении ниже установленной, система задействует конденсатор, установленный в помещении, переводя тепло из холодильной камеры внутрь отапливаемого помещения. В противном случае, система утилизирует тепло из холодильной камеры в окружающую среду с помощью конденсатора, установленного на улице. Направление хладагента задается системой с помощью трехходовых клапанов с электромагнитными соленоидами.

Для реализации проекта был выбран программируемый логический контроллер (ПЛК) 20MR FX2N-2AD. В результате анализа рынка было принято решение его приобретения на глобальной торговой площадке AliExpress. Данный контроллер был выбран, так как в настоящее время серия FX2N – один из наиболее мощных процессоров. Он является полностью расширяемым и может управлять до 256 точками ввода-вывода. ПЛК включает 3072 маркеров, 256 таймеров, 234 счетчика, 8000 регистров данных, и до 21 высокоскоростного счетчика.

С точки зрения программирования, ПЛК 20MR FX2N-2AD является клоном ПЛК Mitsubishi Melsec FX2N. Поэтому программировать 20MR FX2N-2AD можно как в родной среде программирования Wecon PLC Editor, так и в среде GX Works2 для контроллеров Митсубиси.

В ходе проделанной работы за первый год, была разработана принципиальная схема устройства, служащая для передачи с помощью условных графических и буквенно-цифровых обозначений (пиктограмм) связей между элементами электрического устройства, необходимая для отображения функционирования автоматизированного управления распределением тепла холодильных установок.

Так же была спроектирована система автоматизированного управления (АСУ). Термин «автоматизированная», в отличие от термина «автоматическая», подчёркивает сохранение за человеком-оператором некоторых функций, либо наиболее общего, целеполагающего характера, либо не поддающихся автоматизации.

Для реализации проекта был выбран и приобретен один программируемый логический контроллер (ПЛК) 20MR FX2N-2AD. Проектирование

программного обеспечения под выбранный контроллер для управления образцом позволит в дальнейшем осуществлять действия по управлению и контролем разрабатываемой системы.

Разработка конструкторской документации образца системы для перераспределения тепла холодильных установок позволяет определить состав и устройство системы и содержит необходимые данные для его разработки, изготовления, контроля, эксплуатации, ремонта и утилизации.

Кроме того, был спроектирован корпус под образец системы, состоящий из 2 частей (крышки и основания), скрепленных болтами М4. Процесс проектирования осуществлялась в Технопарке ФГБОУ ВО «КнАГУ» на 3D принтере.

Все выполненные этапы НИР позволят в дальнейшем осуществить разработку образца системы перераспределения тепла с холодильных установок. Принципиальная схема послужит визуальным отображением принципа работы системы. Электрическая схема системы автоматизированного управления позволяет определить полный состав приборов, аппаратов и устройств (а также связей между ними), действие которых обеспечивает решение задач управления, регулирования, защиты и измерения образца разрабатываемой системы. Разработанный корпус позволяет защитить программируемый логический контроллер от внешних воздействий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бабкин, Б. С. Совершенствование холодильной техники и технологии (на примере предприятий мясной и молочной промышленности) / Б. С. Бабкин, Ю. М. Юрчинский. – М.: Галактика-ИГМ, 1992. – 175 с.

2. Бадылькес, И. С. Рабочие вещества холодильных машин / И. С. Бадылькес. – М.: Госторгздат, 1962. – 279 с.

3. Ужанский, В. С. Автоматизация холодильных машин и установок. – 2-е изд., перераб. и доп. / В. С. Ужанский. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 304 с.

УДК 621.313
Максимов Андрей Витальевич, магистрант; Maksimov Andrey Vitalevich
Янченко Андрей Вячеславович, канд. техн. наук, доцент;
Yanchenko Andrey Vyacheslavovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОНОМНОГО ЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ КОТТЕДЖА

DEVELOPMENT OF A SYSTEM OF AUTONOMOUS POWER SUPPLY OF COTTAGE

Аннотация. В работе представлена автономная система электроснабжения небольшого коттеджа. Обосновано применение основных и вспомогательных источников энергии. Представлены преимущества ветроустановок турбинного типа.
Summary. The report presents the Autonomous power supply system of a small cottage. Use of the main and auxiliary power sources is proved. The advantages of turbine-type wind turbines are presented.
Ключевые слова: система электроснабжения, ветроагрегат турбинного типа, жидкотопливный генератор, аккумуляторные батареи
Key words: power supply system, turbine type wind turbine, liquid fuel generator, batteries

Одной из задач строительства загородных бытовых объектов, таких как дача или коттедж, является их электроснабжение. Задача решается достаточно просто при наличии рядом с коттеджем низковольтной линии электропередачи (ЛЭП). Но при отсутствии такой ЛЭП или значительном расстояния до нее встает задача снабжения коттеджа автономной системой электроснабжения, которая по стоимости будет меньше прокладки ЛЭП. Для повышения эффективности, надежности и экологичности предлагается в качестве основных источников энергии использовать наиболее современный гибридный комплекс из ветро- и фотогенераторов, а в качестве вспомогательного или резервного - обычный жидкотопливный генератор. В этом случае стоимость автономной системы электроснабжения определяют основные элементы этого комплекса - ветрогенератор, солнечные фотомодули, аккумуляторные батареи, инвертор, контроллер, выпрямитель, дизель-генератор (Рисунок 1). Приоритет того или другого источника альтернативной энергии зависит от места расположения потребителя [1]. На это влияют несколько факторов: количество солнечных дней в году в точке установки, положение относительно экватора, средняя годовая скорость ветра, среднее количество ветра за год, наличие текучей воды (море,

река, ручей), наличие геотермальных источников. Для большинства мест расположения коттеджей наиболее вероятными и надежными источниками являются ветро- и фотогенераторы. Это характерно и для города Комсомольска-на-Амуре и для Комсомольского района в целом.

Солнечные элементы в модулях, установленные на крыше коттеджа, преобразуют солнечный свет непосредственно в постоянный ток. Компонент, который называется "инвертор", преобразует постоянный ток аккумуляторной батареи в переменный ток, который может быть использован в коттедже. Часть электроэнергии, вырабатываемой фотопанелями и ветрогенератором, в течение дня используется для заряда батарей, которые обеспечивают мощность при наибольших нагрузках, как правило в вечернее время.

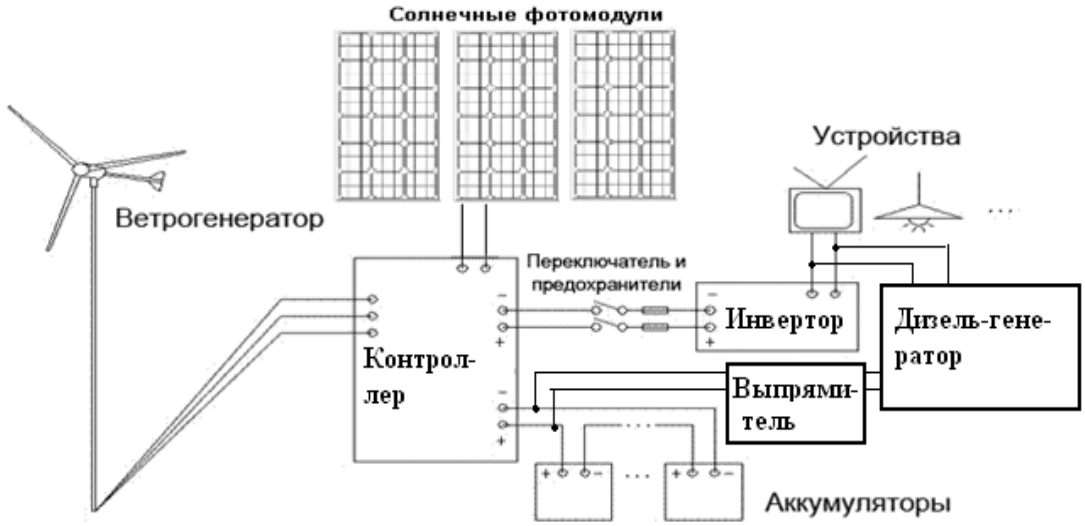


Рисунок 1 - Схема гибридной системы электроснабжения

Количество солнечных панелей зависит от среднего количества использования электроэнергии, климата, времени года, угла наклона крыши, затенения и многих других факторов.

Важно понимать, что солнечная электрическая система не должна вырабатывать такое количество электроэнергии, чтобы покрыть все потребности. Небольшая система, которая вырабатывает в среднем от одной четверти до половины всего вашего спроса на электроэнергию, уменьшает энергозатраты.

Второй источник - ветроагрегат, основное преимущество которого в экологичности. При использовании ветроагрегата турбинного типа с внешним обтекателем и с низкооборотным электрогенератором на неодимовых магнитах можно обходиться без поворотного устройства, без по-

вышающего редуктора, что минимизирует потери, многократно увеличивая надежность [2].

Ветрогенератор турбинной конструкции имеет существенные преимущества над ветряками других конструкций.

- Минимальная скорость ветра для приведения лопастей в движение от 2 м/с; ветрякам иного типа нужна скорость ветра от 4 м/с.
- Ветроогенератор способен работать при ураганных скоростях ветра (до 60 м/с). Большинство других ветряков работает до 25-30 м/с.
- Коэффициент полезного действия ветряного турбогенератора почти вдвое превышает КПД ветряка, имеющего незащищенные лопасти.
- Турбоустановка безопасна для птиц и летучих мышей. Ветроустановку турбинной конструкции летучие мыши и птицы идентифицируют как единое препятствие и успешно ее огибают.
- Турбинные установки не продуцируют инфразвук, губительный для людей и животных. Их можно устанавливать рядом с жилым домом.

В качестве резервного источника электроснабжения в фотоэлектрическую или ветросолнечную систему может вводиться дизель- или бензогенератор. ЖТГ (жидкотопливный генератор) может использоваться как резервный источник электроснабжения, когда вырабатываемой мощности не хватает, например в часы пиковой нагрузки, либо в вечернее время. Кроме этого, от ЖТГ можно производить экстренный заряд аккумуляторной батареи, в случае ее разрядки до опасного уровня. Если требуется кратковременно подключить нагрузку большой мощности (стиральную машину, станок) и др., то на это время целесообразно подключить жидкотопливный генератор и питать нагрузку от него. При этом одновременно происходит подзарядка аккумуляторов. Остальное время нагрузка питается, как обычно, через инвертор от аккумуляторной батареи. Для максимального использования энергии, в случаях включения в систему ЖТГ, возможно помимо электроэнергии получать дополнительное тепло, производимое работой ЖТГ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Энергия солнца и ветра [Электронный ресурс]: Электронная библиотека - Режим доступа: http://mig-energo.ru/diod/, свободный.

2. Достоинства и принцип работы ветрогенератора турбинного типа [Электронный ресурс]: Электронная библиотека - Режим доступа: https://tcip.ru/blog/wind/dostoinstva-i-printsip-raboty-vetrogeneratora-turbinnogo-tipa.html, свободный.

УДК 62 - 83 (075)
Мельниченко Маркел Андреевич, студент; Melnichenko Markel Andreevich
Горькавый Александр Иванович, доцент; Gorkaviy Aleksandr Ivanovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА С МОДАЛЬНЫМ РЕГУЛЯТОРОМ

INCREASING THE ACCURACY OF THE ELECTRIC SYSTEM WITH MODAL REGULATOR

Аннотация. В статье рассмотрена система электропривода с модальным ПИ – регулятором с двойным интегрированием, приведён расчет этой системы и результаты моделирования в среде MathLab. Анализ переходных процессов показал, что система обладает высокими показателями качества функционирования как в динамических, так и в статических режимах работы по задающему и возмущающему воздействиям.
Summary. The article deals with the system of the electric drive with the modal PI - regulator with double integration is considered, the calculation of this system and the results of modeling with the MathLab programming are given. The analysis of transient processes has shown that the system has high performance indicators in both dynamic and static modes of operation for the driving and disturbing effects.
Ключевые слова: точность, модальный регулятор, ПИ – регулятор, двойное интегрирование
Keywords: accuracy, modal regulator, PI - regulator, double integration

Расчет предлагаемой системы производился методами пространства состояний на принципах модального управления [1,2]. На рисунке 1 представлена структурная схема системы электропривода ТП-Д с двигателем 4ПО80А2 мощностью 370 Вт с предложенным модальным ПИ – регулятором с двойным интегрированием.

Система в данном примере настраивалась на биномиальную стандартную форму пятого порядка:

$$p^5 + 5\omega_0 p^4 + 10\omega_0^2 p^3 + 10\omega_0^3 p^2 + 5\omega_0^4 p + \omega_0^5 = (p + \omega_0)^5 \qquad (1)$$

Чтобы сохранить реакцию системы на задающее воздействие (такое же, как и при отсутствии ПИ – регулятора с двойным интегрированием) передаточная функция по задающему воздействию должна быть в виде:

$$\frac{\omega(p)}{U_з(p)} = \frac{\omega_0^3}{(p+\omega_0)^3}. \qquad (2)$$

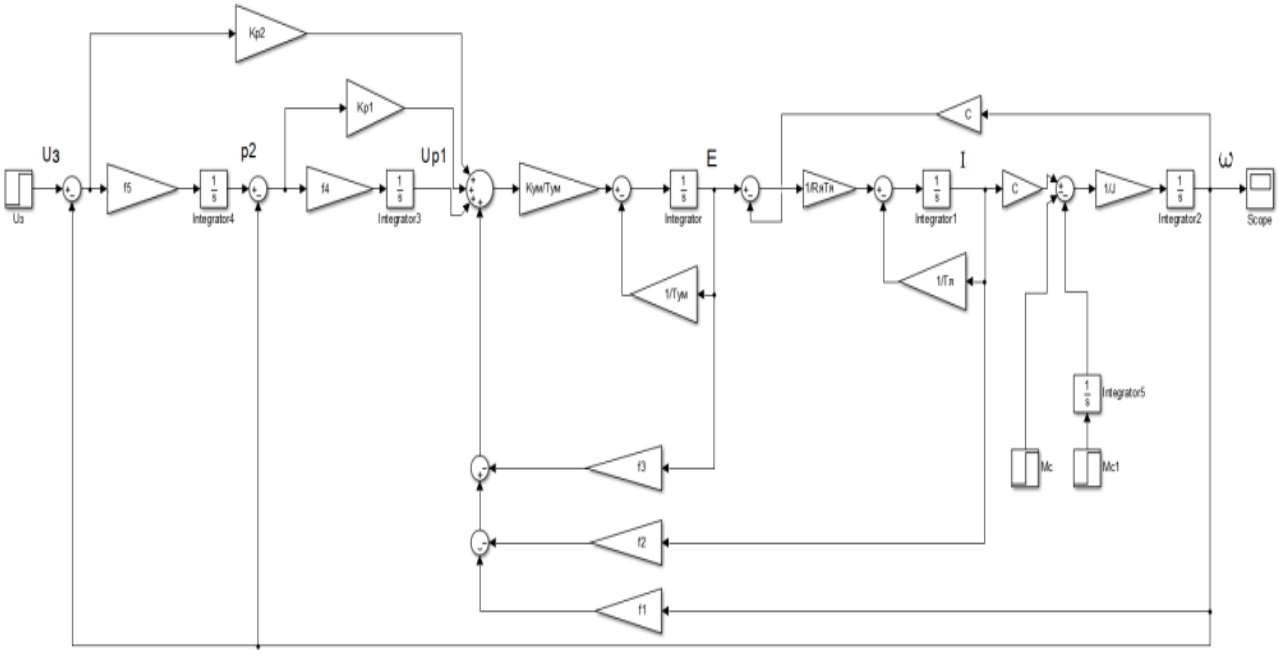


Рисунок 1 – Структурная схема электропривода с модальным ПИ – регулятором с двойным интегрированием

За счет соответствующего выбора K_{p1} и K_{p2} можно получить в числителе передаточной функции системы с модальным ПИ – регулятором полином второго порядка с двумя нулями равными ω_0

$$\frac{\omega(p)}{U_з(p)} = \frac{\frac{Ck_{ум}k_{p2}}{R_я T_я T_{ум} J_\Sigma}\left(p^2+\frac{k_{p1}f_5}{k_{p2}}p+\frac{f_4 f_5}{k_{p2}}\right)}{(p+\omega_0)^3\left(p^2+2\omega_0 p+\omega_0^2\right)} \qquad (3)$$

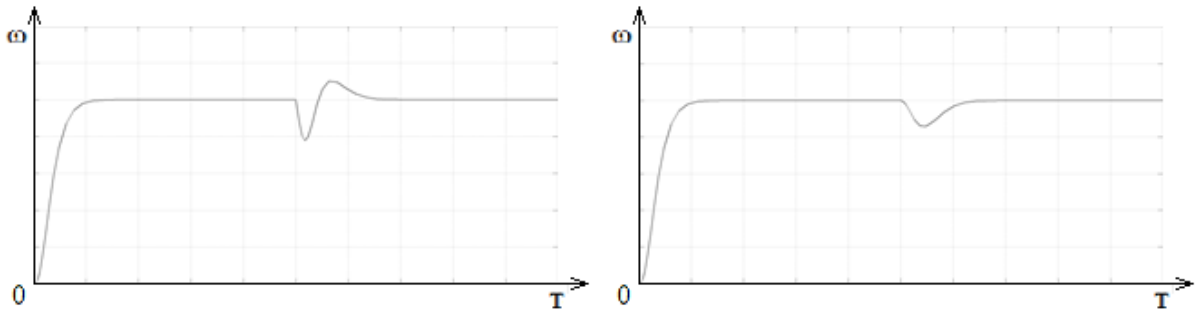
Сформируем систему уравнений для нахождения K_{p1} и K_{p2}:

$$\begin{cases} 2\omega_0 = \dfrac{k_{p1}f_5}{k_{p2}} \quad => \quad k_{p1} = \dfrac{k_{p2}\cdot 2\omega_0}{f_5} \quad => \quad k_{p1} = \dfrac{f_4 f_5 \cdot 2\omega_0}{\omega_0 f_5} = \dfrac{2f_4}{\omega_0} \\ \omega_0^2 = \dfrac{f_4 f_5}{k_{p2}} \quad => \quad k_{p2} = \dfrac{f_4 f_5}{\omega_0} \end{cases}$$

Численные значения коэффициентов K_{p1} и K_{p2} определяются после нахождения коэффициентов модального регулятора.

При соответствующем сокращении в числителе и знаменателе получаем желаемую передаточную функцию (2). И система пятого порядка по задающему воздействию ведет себя как система третьего порядка (при отсутствии двойного интегрирования).

На рисунке 2 показана реакция системы на задающее ступенчатое воздействие и последующие ступенчатое (а) и линейно – нарастающее (б) возмущающие воздействия:



а) б)

Рисунок 2 - Реакция системы на ступенчатое (а) и линейно-нарастающее (б) возмущающие воздействия

Из полученных графиков видно, что при введении двойного интегрирования реакция системы на задающее воздействие аналогична реакции системы без двойного интегрирования. При этом статическая ошибка по возмущению отсутствует при подаче как ступенчатого, так и линейно – нарастающего возмущающего воздействия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кузовков, Н. Т. Модальное управление и наблюдающие устройства/ Н. Т. Кузовков – М.: Машиностроение, 1976

2. Горькавый, А. И. Математические основы элементов, систем и процессов управления/ А. И. Горькавый, М. А. Горькавый – Учебное пособие, 2016

УДК 681.5.01:658.5
Милютин Илья Вячеславович, учащийся лицея при ФГБОУ ВО «КнАГУ»;
Milyutin Ilya Vyacheslavovich
Чёрный Сергей Петрович, кандидат технических наук, доцент;
Cherny Sergey Petrovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОДУКЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ПРИ ФОРМАЛИЗАЦИИ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ МАГИСТРАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДА

APPLICATION OF PRODUCTION MODELS FOR FORMALIZATION OF COMPLEX CONTROL OBJECTS USING THE EXAMPLE OF THE MAIN PIPELINE

Аннотация. в этой статье приведён пример использования продукционной системы для формализации сложного объекта управления на примере магистрального трубопровода.
Summary. this article gives an example of using a productive system for formatting a complex control object using the example of a trunk pipeline.
Ключевые слова: база данных, продукционная система, магистральный трубопровод.
Key words: database, production system, main pipeline.

На сегодняшний день добывающая и перерабатывающая промышленность является ведущей отраслью, которая напрямую влияет на экономику РФ. От постоянной и бесперебойной работы транспорта по своевременной доставке сырья и готовой продукции зависит эффективность работы всего добывающего предприятия. Под магистральным газо- и нефтепроводом следует понимать комплекс сооружений, предназначенных для транспортировки природного или попутного нефтяного газа от газовых или нефтяных промыслов к потребителям (городам, поселкам, промышленным предприятиям и электростанциям) Магистральный газопровод представляет собой сложное инженерное сооружение в состав которого входят: головные сооружения; стальной трубопровод с ответвлениями, запорной арматурой и линейными сооружениями; компрессорные станции (КС); газораспределительные станции (ГРС); дома линейных ремонтеров и аварийно-ремонтные пункты (АРП); устройства линейной и станционной связи; устройства катодной, протекторной и дренажной защиты; подземные хранилища газа (ПХГ); вспомогательные сооружения[1].

Существует множество проблем, связанных с транспортными магистралями, перемещение грунта в ходе длительной эксплуатации месторож-

дений, что в свою очередь приводит к неравномерному оседанию земной поверхности, из-за чего происходит прорыв магистрали, аварии трубопроводов и станций, отказы систем энергоснабжения. Также, из-за морального и физического износа эксплуатируемого оборудования происходят утечки газа или нефти, которые приводят к изменению общего состояния почвы и развитию экзогенных геологических процессов. Формализация магистрали, как сложного объекта управления, позволит своевременно регистрировать и предотвращать неисправности и прорывы магистральной линии транспорта, что в свою очередь повысит эффективность работы всего добывающего и перерабатывающего комплекса.

Для формализации можно использовать продукционные модели.

Классической системой продукций является некоторый набор правил вида «если… то…», где антецедентами являются утверждения о содержимом некой базы данных, а консеквентная часть представляет собой процедуры, которые могут совершать действия над содержимым базы данных. Двумя наиболее важными требованиями к информации, хранящейся в базе данных интеллектуальной системы, являются: достоверность конкретных и обобщённых сведений, имеющихся в базе данных, и релевантность информации, получаемой с помощью правил вывода базы данных[2]. В Базе данных содержатся известные данные о некоторой предметной области. Продукции содержат набор специфических для данной области знаний о том, какие дополнительные факты могут быть допущены, если специфические данные найдены в базе данных.

Как правило, классические продукционные системы не содержат сведений о том, какие использовать условия для достижения цели. Именно данная проблема и определяет основной недостаток таких систем и приводит к значительному снижению их эффективности. С учетом того, что в каждой итерации может быть активизировано только одно продукционное правило, должны быть проверены посылки всех правил. Для существенного количества правил это может потребовать значительного расхода ресурсов. Для решения подобных проблем предлагались алгоритмы, связанные со структурными совершенствованиями баз данных и антецедентов в продукциях. Эти методики частично позволили повысить эффективность функционирования систем продукций. На каждой итерации все правила, условия которых удовлетворяют содержимому баз данных, считаются определенными. В случае, когда существует несколько таких правил, вопрос выбора, решается с помощью стратегии «разрешения конфликтов». Все следствия, связанные с выбранным правилом, выполняются и влекут соответствующие вариации в базе данных[3].

Существуют два типа продукционных систем с учетом направления выводов – условие выводимые и следствие выводимые. Прямые системы продукций работают по принципу «от фактов к заключениям». В случае с

антецедент выводимой системой выдвигаются гипотезы заключений, которые либо подтверждаются, либо опровергаются [4].

Именно возможности, представляемые продукционными системами, в части направления выводов позволяют применять подобные модели представления знаний при описании таких сложных технологических объектов как газотранспортные системы. Качество формализации такой системы будет связано с количеством правил в базе знаний, но вместе с тем расширение объема влечет существенные сложности при определении траектории вывода. Кроме того, как антецедентная так консеквентная части могут содержать различные связки и модификаторы. Приведенные ниже правила являются фрагментом продукционной системы, реализующей описание возможных аварийных режимов для магистральных трубопроводов:

Правило 1: ЕСЛИ на участке снижено давление, ТО проверить целостность сегмента;

Правило 2: ЕСЛИ обнаружен выход сырья И, обнаружен выход продукта, ТО остановить транспортировку;

Правило 3: ЕСЛИ обнаружена неисправность на пункте приёма сырья, ТО остановить транспортировку И, запросить диагностику сегмента;

Продукционные системы в большинстве своем отражают все достоинства и недостатки, характерные, как для декларативно-процедуральных моделей представления знаний, так и ситуационных систем управления. Качество формализации таких систем будет напрямую связано с увеличением количества правил, но это также существенно затрудняет решение проблемы сходимости. Кроме того, качество организации выводов в продукционной система будет ограниченно лучшими показателями которые может реализовать эксперт в конкретной предметной области.

УДК 656.6
Мин Ту, студент; Min Thu
Соловьев Вячеслав Алексеевич, доктор технический наук, прфессор;
Solovyov Vyacheslav Alekseevich
Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет

НЕЧЕТКАЯ КОРРЕКЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ СУДНА

FUZZY CORRECTION OF SHIP MOTION CONTROL SYSTEM

Аннотация. В докладе рассмотрим принцип коррекции системы управления движением судна путем использования нечеткого корркектирующего устройства, включаемого как в прямой канал управления, так и в канал обратной связи. Показанно, что такой подход обеспечивает снижение величины перерегулирования системы и повышение её быстродействия.
Summary. In this paper presents the principle of correction of the ship's motion control system by using fuzzy correcting device, included both in the direct control and feedback channel. It is shown, that this approach reduction of system over-regulation and improving its performance.
Ключевые слова: Нечёткая логика, система управления, движение судна, нечеткая коррекция
Key words: Fuzzy logic, control system, ship, fuzzy correction

Описание объекта управления

Динамика судна, как и любого физического тела, подчиняется второму закону Ньютона. Силы и моменты, действующие на судно, в свою очередь, описываются законами гидродинамики. Соотношения между кинематическими параметрами движения (φ - угол рыскания, ω - угловая скорость рыскания, β - угол дрейфа, δ - угол перекладки руля) показаны на рисунке 1.

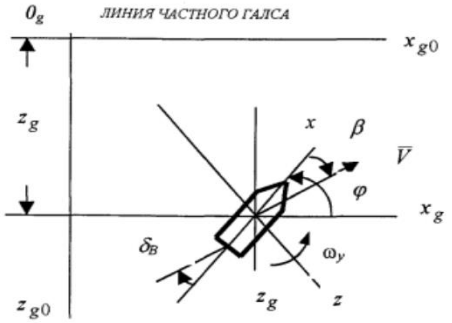


Рисунок1 – соотношения между кинематическими параметрами движения

В общем случае, зависимость сил и моментов, действующих на судно от параметров движения носит нелинейный характер. Однако предположение о малых значениях угла дрейфа и угловой скорости рыскания и постоянстве линейной скорости движения судна позволяют линеаризовать эти зависимостии описать динамику в виде системы линейных дифференциальных уравнений относительно углов рыскания, дрейфа, угловой скорости рыскания, угла перекладки руля и одного нелинейного соотношения, отражающего тот факт, что руль не может поворачиваться на произвольный угол при произвольном сигнале управления. Для большинства современных судов максимальный угол перекладки руля равен $35^{\bullet}$ градусов. В докладе рассматривается задача стабилизации судна по курсу и траектории. Движение судна под влиянием ветро-волновых возмущений, вследствие несимметрии корпуса, неравномерности работы главных механизмов и т.п. сопровождается постоянным уходом с заданного курса. Математическая модель возмущенного движения рыскания судна (без учета динамики рулевого привода) имеет вид:

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + B\delta(t) + CW(t)$$

$$x = \begin{bmatrix} \omega_y \\ \beta \\ \varphi \end{bmatrix}, A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & 0 \\ a_{21} & a_{22} & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} b_{11} \\ b_{21} \\ 0 \end{bmatrix}, C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} \\ c_{21} & c_{22} \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, W = \begin{bmatrix} w \\ \theta_y \end{bmatrix},$$

где $\varphi_$ значение истиного курса;

$\omega = \frac{d\varphi}{dt}$ – угловая скорость рыскания;

β, δ – углы дрейфа и перекладки вертикального руля;

θ_y – поперечная составляющая приведенного угла волнового склона;

w – вектор ветровых возмущений;

$a_{11}, a_{12}, a_{21}, a_{22}, b_{11}, b_{21}, c_{11}, c_{12}, c_{21}, c_{22}$– параметры модели судна;

Для решения проблем качества, в докладе рассмотрен подход построения СУДС с применением нечеткой логики. Последующий синтез СУДС и ее исследования проводились для судна, имеющего следующие измерения: объемное водоизмещение 5315 M^3; длина по ватерлинии 99.6 M; ширина по ватерлинии 16 M. В качестве среды моделирования использовался инженерный Matlab. Система управления курсом судна с нечетким регулятором представлена на рисунке 2.

Рассмотрим реализацию нечетких принципов управления на примере системы, представленной на рисунке 2. Для удобства проведения сравнительной оценки на рисунке приведены три варианта реализации системы управления движением судна. Первый вариант соответствует системе управления с пропорциональным регулятором ошибки по курсу судна (верхняя часть рисунка). Второй вариант отвечает системе управления движением судна при использовании нечеткого регулятора в цепи ошибки по курсу судна (средняя часть рисунка). Третий вариант – системе управ-

ления, в которой нечеткий регулятор включен в цепь обратной связи по углу дрейфа (нижняя часть рисунка). Во втором варианте нечеткий регулятор используется в системе в качестве традиционного регулятора и имеет 1 вход и 1 выход. Причем на вход нечеткого контроллера поступает ошибка по курсу. В третьем варианте нечеткий регулятор используется в качестве корректирующего и использует 1 вход и 2 выхода. На первый вход нечеткого контроллера поступает ошибка по курсу. Сигналы ошибок сначала поступают на блоки нечеткого логического регулятора (FLC), по средствам которых происходит управление этими сигналами координирующим регулятором.

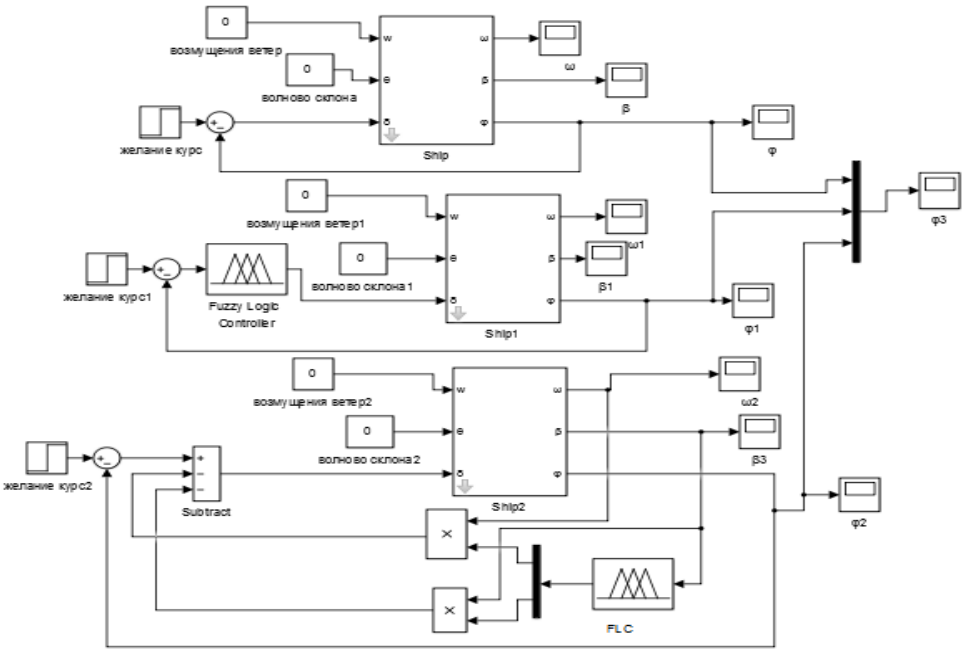


Рисунок 2 – модель судна движения управления пропорционального регулятора и с помощью нечетким регулятором.

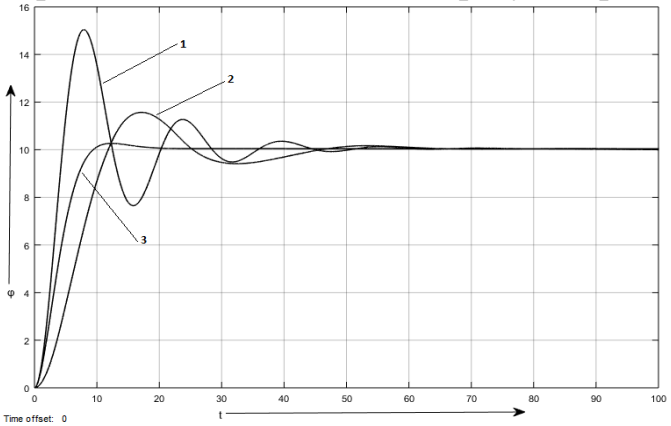


Рисунок 3– Динамические характеристики систем управления(1– пропорциональный регулятор; 2– с нечетким логическим регулятором (один вход и один выход) 3–с нечетким логическим регулятором (один вход и два выход)).

Реализация законов управления с применением первого нечеткого логического регулятора(1 вход и 1 выход средняя часть рисунка) с алгоритмом вывода Мамдани позволила снизить перерегулирование в системе в 7 раз, по сравнению с пропорциональными регуляторами системного управления, сохранив при этом её быстродействие. Реализация законов управления с применением второго нечеткого логического регулятора (1 вход и 2 выхода нижняя часть рисунка) с алгоритмом вывода Мамдани позволила снизить перерегулирование в системе много меньше чем, пропорциональный регулятор системного управления, сохранив при этом её быстродействие.

В соответствии основным техническим требованиям, предъявляемым к системе управления движением по курсу судна, величина перерегулирования при маневрировании должна быть не более 10% заданого курса.

Эффективность работы регуляторов оценивалась при изменении влияния внешней среды и загрузки судна с учетов аддитивного возмущения (случайный процесс со спектором типового волнения с ветром 1,2,3,4 балла) показанна на рисунке 4.

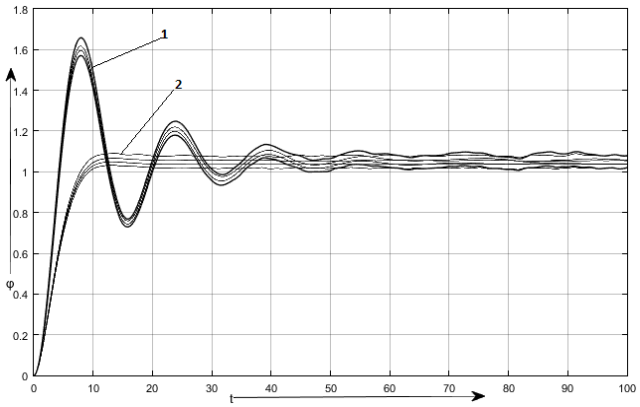


Рисунок 4 – Переходные характеристики системы при изменении условий плавания судна с грузом

Заключение

Результаты исследования показали, что использование нечетких принципов коррекции позволило снизить реакцию на отработку возмущения, при этом отработка управляющих сигналов происходит практические без перерегулирования. Величины перерегулирования по сравнению с детерминированным системы управления (П регулятором) снижается на 30%, а быстродействия системы возрастает примерно 4 раза.

УДК 629.5(571.62)
Михайлов Никита Юрьевич, студент;
Mikhaylov Nikita Ur’evich
Егорова Валерия Павловна, ассистент кафедры УИПП;
Egorova Valeria Pavlovna
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ЦЕНТР ИНТЕГРАЦИИ ИННОВАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ

CENTER FOR THE INTEGRATION OF INNOVATIVE SOLUTIONS

Аннотация. С использованием системы оценки P2M производится автоматизированная оценка компетенций кандидата в команду проекта. Результат такой оценки, используется для компетентности всей команды проекта.
Summary. Using the P2M evaluation system, an automated assessment of the applicant's competencies in the project team is carried out. The result of this evaluation is used for the competence of the entire project team.
Ключевые слова: оценка, компетенция, автоматизация, команда проекта.
Keywords: evaluation, competence, automation, project team.

При работе с множеством инновационных проектов возникает проблема обработки данных представленных комиссии для рассмотрения. В данные представленные комиссии для рассмотрения входят: интегральные расчетные показатели; степень выполнения научно-исследовательских работ; степень выполнения опытно-конструкторских разработок; бизнес-план; сведения о компетентности команды; календарный график выполнения работ; структура разбиения работ.

Как видно из фрагмента списка документов их достаточно много и каждый из них имеет свою структуру. Обработка такого количества документов расходует временные ресурсы экспертов.

Проблема, разрешаемая данным проектом, является отсутствие единого центра, где собраны проекты, команды, инвесторы, а также отсутствует систематизированный контроль за проектами.

Для таких целей предлагается разработать платформу интеграции инновационных решений.

Платформа – веб-сайт через который возможно осуществлять полноценную оценку проекта и выполнять контроль за его реализацией.

Задачи, которые ставятся при выполнении платформы следующие:

- автоматизировать алгоритмы оценки проекта;
- автоматизировать алгоритмы оценки команды;

– повысить качество предоставляемых услуг за счет практических занятий над действующими проектами;
– создать синергетический эффект в высшем учебном заведении.

Принцип работы платформы – оценка и ранжирование проектов, команд и отдельных людей, желающих участвовать в проекте по входным данным.

Рассмотрим принцип оценки члена команды в автоматизированном режиме. Для симуляции автоматизации используется программный продукт Matlab, инструмент Simulink. Из рисунка 1 видно, что система многоуровневая и содержит в себе 2 уровня. Оценка члена команды происходит по девяти параметрам:

– целостное мышление;
– стратегическое мышление;
– интегральное мышление;
– лидерство;
– способность планирования (компетенция планирования);
– способность выполнения (компетенция выполнения);
– способность координировать;
– навыки взаимоотношений;
– нацеленность на достижение результата.

Данные критерии определяют степень компетенции участников не только при формировании команды инновационного проекта, но и служат индикаторами успешности его реализации на протяжении всего жизненного цикла проекта.

При формировании оценки с помощью данных критериев мы можем выделить 3 лингвистические переменные:

– группа оценки способностей;
– группа оценки типов мышления;
– группа оценки лидерских качеств.

Первая группа оценки – оценка способностей. Группа сформирована по принципу оценки компетенций, и состоит из трех критериев оценки:

– компетенции выполнения;
– компетенции планирования;
– навыки взаимоотношений.

При недостатке компетенций, возможно им обучится в ходе выполнения проекта. Однако, при низкой оценке навыков взаимоотношения кандидат не сможет набрать проходной балл.

Вторая группа оценки - оценка мышления. Группа сформирована по принципу оценки типов мышления, и состоит из трех критериев оценки:

– развитость стратегического мышления;
– развитость интегрального мышления;

– развитость целостного мышления.

При низкой оценке стратегического или интегрального мышления кандидат сможет набрать установленный проходной балл. Однако, при низкой оценке развитости целостного мышления кандидат не сможет набрать установленный проходной балл.

Третья группа оценки – оценка лидерских качеств. Группа сформирована по принципу оценки лидерских качеств и состоит из трех критериев:

– способность координировать;
– нацеленность на результат;
– лидерство – оценка кандидата в роли лидера, по мнению эксперта.

При низкой оценке первых двух критериев у кандидата есть возможность набрать установленный проходной балл. Однако, если по мнению эксперта кандидат не подходит на роль лидера и его оценка ниже 0.4 баллов, то кандидат не сможет преодолеть проходной балл всей системы.

Состав такой системы представлен на рисунке 1.

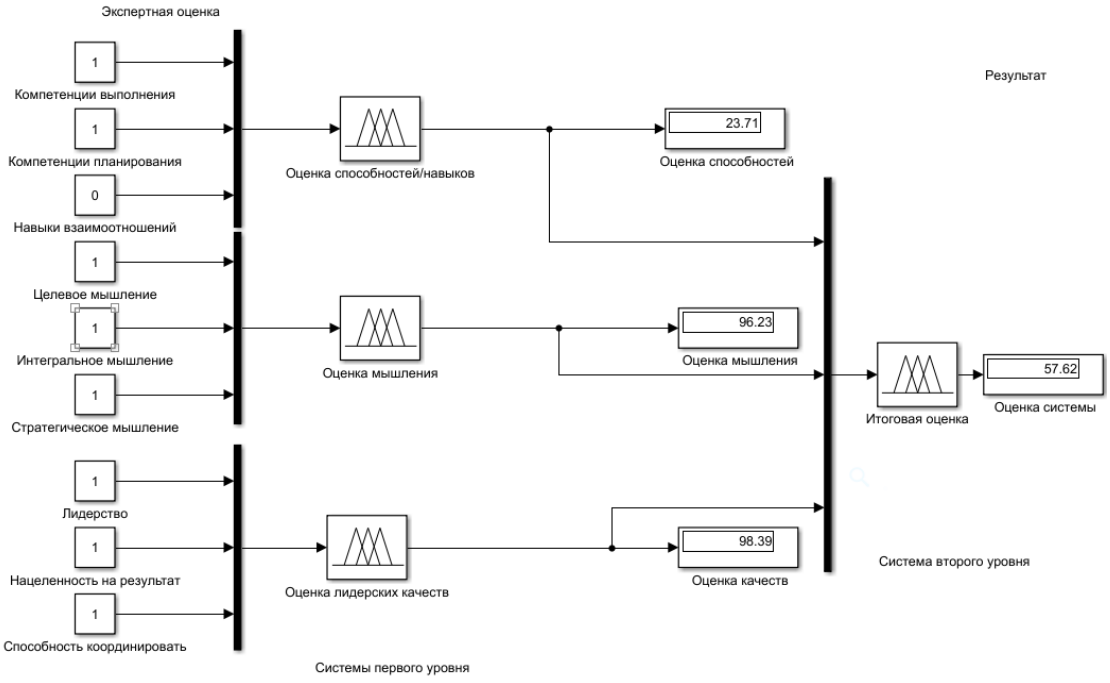


Рисунок 1 – Система оценки компетенций и способностей кандидата

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Андреев В. А. Прогнозирование коммерческой успешности российских инновационных проектов \\ ФорсАйт - т. 4. - № 4 , 2010

УДК 612.3.05
Муллоев Джахоншок Мадхакимович, студент;
Mulloev Dzhahonshok Madhakimovich
Васильченко Сергей Александрович, кандидат технических наук, доцент;
Vasilchenko Sergey Aleksandrovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПЕНСАТОРА РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

SIMULATION COMPENSATOR REACTIVE POWER

Аннотация: Путем имитационного моделирования показана целесообразность применения при относительно медленно изменяющихся реактивных нагрузках сети конденсаторных компенсаторов реактивной мощности с синхронизацией фазового угла включения конденсаторов.
Summary: By means of modelling the expediency of application at a relatively slowly changing reactive load network capacitor reactive power compensator with synchronization phase angle of inclusion of capacitors.
Ключевые слова: реактивная мощность, мощность токов высших гармоник, конденсаторные компенсаторы реактивной мощности, имитационное моделирование.
Keywords: reactive power, capacitor compensators of reactive power, simulation.

Широко используемые в промышленности электрические двигатели переменного тока, трансформаторы, выпрямители с фазовым управлением, электродуговые сталеплавильные печи, сварочное электрооборудование и другие электротехнологические установки в силу происходящих в них физических процессов должны потреблять из питающей сети переменного напряжения реактивную мощность.

Для уменьшения потерь в элементах системы электроснабжения целесообразно обеспечивать потребителей реактивной мощностью не из системы централизованного электроснабжения, а от местных источников реактивной мощности, расположенных вблизи этих электроприемников. Таким образом, аналогично графику активных нагрузок в графике реактивных нагрузок цеха, применительно к скорости их изменения, можно выделить базовую, полупиковую и пиковую части.

Для обеспечения относительно медленно изменяющейся реактивной мощностью полупиковой части графика реактивных нагрузок возможно применение батарей косинусных конденсаторов с регулированием их результирующей емкости в соответствии с требуемой генерируемой реак-

тивной мощностью. При этом для переключения секций конденсаторов батарей надо применять коммутирующие аппараты и хорошим быстродействием, например, полупроводниковые выключатели.

Компенсирующие установки на основе батарей конденсаторов отличаются небольшой стоимостью и надежностью в работе. Известные недостатки таких компенсирующих установок – это ступенчатое регулирование генерируемой ими реактивной мощности и качество переходных процессов сопровождающих подключение конденсаторов к сети переменного напряжения, существенно зависящее от угла включения конденсатора относительно фазового угла напряжения сети. При неблагоприятных углах включения апериодическая составляющая в токе переходного процесса может наблюдаться несколько периодов напряжения питающей сети.

Также известно, что угол включения конденсаторной батареи по отношению к фазе напряжения сети, при котором в токе переходного процесса, сопровождающем это включение, будет отсутствовать апериодическая составляющая, зависит от комплексного сопротивления цепи тока подключаемых конденсаторов. В цепь этого тока входят не только сопротивления компенсирующей установки и линии ее подключения к шинам подстанции, но и эквивалентное комплексное сопротивление распределительной подстанции. При регулировании реактивной мощности конденсаторной компенсирующей установки происходит изменение емкости подключаемых к сети конденсаторов и соответственно комплексного сопротивления цепи их тока. Также в течение времени из-за изменений, в том числе и случайных, режимов работы электрических сетей, питающих цеховые распределительные подстанции, будет изменяться и эквивалентное сопротивление этих подстанций. Таким образом, точное определение комплексного сопротивления цепи тока конденсаторов с целью определения требуемого точного угла включения секций конденсаторных батарей, исключающего в токе переходного процесса апериодическую составляющую, затруднительно.

При определении угла включения конденсаторов можно воспользоваться следующим упрощающим допущением – сопротивление компенсирующей установки на основе батареи конденсаторов считать только емкостным в силу того, что потери активной мощности в конденсаторной установке незначительны, а полная мощность электрических сетей, питающих распределительную цеховую подстанцию, достаточно большая и соответственно ее эквивалентное сопротивление близко к нулю. При таком допущении, угол включения конденсаторов по отношению к моменту перехода напряжений сети от положительных значений к отрицательным значениям может оставаться неизменным и равным π. В программной среде Matlab была разработана имитационная модель трехфазной конденсаторной компенсирующей установки. В модели предусмотрены блоки

синхронизации, которые независимо от сигнала задания генерируемой реактивной мощности разрешают подключение конденсаторов фазы через угол π после перехода напряжения этой фазы от отрицательных значений к положительным значениям. Моделируется установка, конденсаторы которой переключаются электронными быстродействующими выключателями.

Результаты моделирования переходных процессов в цеховой системе электроснабжения напряжением 35 кВ при подключении и отключении конденсаторной установки генерирующей 100 МВАр реактивной мощности приведены на рис. 1. При отключенной компенсационной установке результирующая нагрузка распределительной подстанции составляла 100 МВт активной и 150 МВАр реактивной мощности. На графиках приняты обозначения: i_c, $i_к$ – мгновенные фазные токи сети и компенсатора, I_c – действующий ток сети.

При подключении конденсаторов компенсирующей установки наблюдается снижение фазных токов распределительной подстанции примерно на 37 % при хорошем качестве переходных процессов, что определяет целесообразность применения в системе управления выключателями таких установок устройств синхронизации углов включения конденсаторов с напряжением сети.

УДК 602
Мурашкина Екатерина Владимировна, студентка;
Ekaterina Vladimirovna Murashkina
Киба Дмитрий Анатольевич, кандидат технических наук, доцент;
Kiba Dmitriy Anatolevish
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

БУКСИР ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ КАТАЛОК

THE TOW FOR MEDICAL WHEELCHAIRS

Аннотация. Работа посвящена созданию буксировочного устройства для больничных каталок. Устройство представляет собой электрифицированное шасси, управляемое вручную. Особое внимание уделено безопасности пациента при буксировке каталки. Внедрение буксировочного устройства позволит решить проблему избыточной физической нагрузки на медицинский персонал.
Summary. Work is devoted to creation of the towing device for hospital wheelchairs. The device represents the electrified chassis operated manually. Special attention is paid to safety of the patient at towage of the wheelchair. Introduction of the towing device will allow to solve a problem of excess physical activity on medical personnel.
Ключевые слова: медицинская каталка, буксировочное устройство, управление, джойстик, мотор-колесо.
Key words: medical wheelchair, towing device, management, joystick, motor wheel.

Сложно представить современную больницу или машину скорой помощи без медицинской каталки. Медицинская каталка необходима для безопасного перемещения пациентов, самостоятельное движение которых затруднено. Благодаря медицинским каталкам осуществляется перевоз пациентов по территории лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ) и при транспортировке с помощью машины скорой помощи в ЛПУ.

Медицинские каталки имеют различные габариты и область применения. В зависимости от области применения каталки имеют различный вес. Минимальный вес медицинской каталки составляет 15 кг, а так как на ней находится человек, то вес каталки значительно увеличивается, что для медицинского персонала является достаточно большим весом. В большинстве больниц и машинах скорой помощи работают медицинские сестры, которые перевозят по несколько десятков человек за свою рабочую смену, что является большой нагрузкой для них.

Для снижения физической нагрузки на сестринский персонал предлагается создать буксировочное устройство для медицинских каталок. В дальнейшем буду называть его буксиром. На рисунке 1 представлен вид буксира.

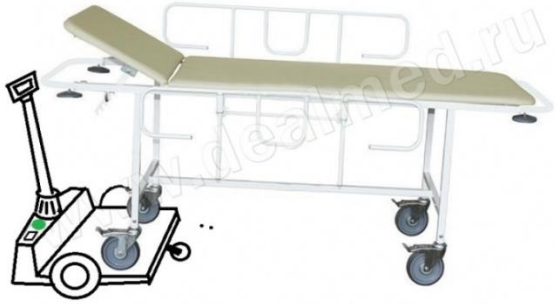


Рисунок 1 – Вид буксира для медицинских каталок

Буксир будет подводиться под переднюю часть каталки и принимать на себя часть её веса. Такой способ используется при буксировании автомобильных полуприцепов. Передние колёса каталки при этом не касаются пола и не мешают буксировке. Модернизация каталок не требуется.

Разрабатывается электронная система управления, электроснабжения и индикации для буксира. Устройство должно представлять собой тележку на двух или более колесах. Как минимум два колеса являются ведущими, каждое из них приводится во вращение отдельным двигателем. Таким образом, разнотяг колёс буксира позволяет ему маневрировать.

Для упрощения конструкции и исключения механических передач это будут мотор-колёса, аналогичные тем, что используются в гироскутерах и электросамокатах. В качестве источника энергии для буксира предполагается использовать лёгкий и долговечный литий-ионный, или более современный – литиево-железофосфатный аккумулятор. Управление двигателями должно обеспечивать плавный пуск, регулирование скорости, торможение. Буксир будет иметь стояночный тормоз, который активируется без использования электроэнергии и деактивируется при подаче напряжения на мотор-колёса. Управление устройством должно осуществляться с помощью удлинённого джойстика. Медицинская сестра тянет джойстик в сторону, куда должна поехать каталка, датчики положения джойстика вырабатывают сигналы для контроллера, контроллер определяет возможность безопасного и безаварийного включения мотор-колёс и выдаёт команды на силовую часть схемы управления. Мотор-колёса приводятся во вращение с такими скоростями и в таких направлениях, которые были заданы положением джойстика.

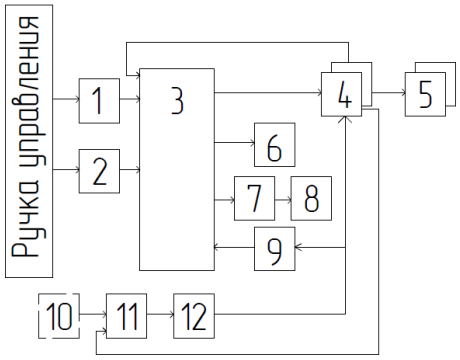
В рукоятке джойстика будет предусмотрена кнопка, которая разрешает работу буксира лишь в то время, когда рука медсестры нажимает на эту кнопку. Как только медсестра отпустит джойстик, кнопка отожмётся и буксир быстро, но плавно остановится.

Функции, которые должна выполнять система управления, определены исходя из условий использования буксира. Поскольку младший медперсонал, как правило, не имеет технического образования и не должен проходить обучение для работы с буксиром, управление им должно быть интуитивно понятным.

Поэтому, кроме выключателя питания и джойстика, других органов управления буксиром не предусматривается.

Также предлагается концепция минимального объёма информации для персонала: буксир готов к работе, буксир не готов к работе, буксир неисправен. Исходя из этого, предлагается минимум средств индикации (светодиоды и десятисегментный индикатор заряда батареи). Трактовка сигналов от этих индикаторов происходит на интуитивном уровне.

На рисунке 2 представлена структурная схема буксира для медицинских каталок.



1 – блок герконов «вперед-назад»; 2 – блок герконов «направо-налево»; 3 – система управления; 4 – привод двигателя; 5 – двигатель; 6 – индикатор исправности; 7 – драйвер тормоза; 8 – тормоз; 9 – преобразователь напряжения; 10 – адаптер питания; 11 – контроллер заряда аккумуляторной батареи; 12 – аккумуляторная батарея

Рисунок 2 – Структурная схема буксира

Внедрение буксировочных устройств для медицинских каталок позволит снизить нагрузку на медицинский персонал. А это, в свою очередь приведёт к тому, что больше внимания медицинские сестры будут уделять работе медицинского характера, а не работе грузчиков и носильщиков. В конечном итоге, от внедрения таких буксировочных устройств выиграют и больницы, и пациенты.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Карабанов С. М. Магнитоуправляемые контакты (герконы) и изделия на их основе/ С. М. Карабанов, Р. М. Майзельс, В. Н. Шоффа. – Интеллект, 2011. – 212 с.

УДК 621.314
Мшвениерадзе Лилия Сергеевна, студент; Msveneradze Lilia Sergeevna
Сериков Александр Владимирович, доктор технических наук, доцент;
Serikov Alexander Vladimirovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

СПЕЦИАЬНЫЙ ТРАНСФОРМАТОР ДЛЯ СИСТЕМЫ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ

SPECIAL TRANSFORMER FOR THE SYSTEM OF ENERGY SUPPLY

Аннотация. Работа посвящена разработке силового трансформатора с нагревательным элементом в виде короткозамкнутой обмотки, который используют для отопления и горячего водоснабжения объектов. Приведен способ полезного использования тепловых потерь. Показана конструкция трансформатора и разработана тепловая схема замещения.
Annotation. The work is devoted to designing a power transformer with a heating element in the form of a short-circuited winding, which is used for heating and hot water supply of objects. The article gives a method for the useful use of heat losses. The design of the transformer is shown and the thermal scheme of substitution is developed.
Ключевые слова: трансформатор, нагревательный блок, потери, конструкция, схема замещения.
Keywords: transformer, heating block, loss, design, replacement circuit.

Несмотря на высокий коэффициент полезного действия силового трансформатора, общие потери электрической энергии с учетом необходимости многократной трансформации напряжения на пути от генератора до потребителя являются большими. Основными потерями энергии в трансформаторе являются потери холостого хода и короткого замыкания. Все эти потери в виде тепла от активных частей трансформатора с помощью системы охлаждения рассеиваются в окружающую среду.

В работе предложено повысить энергоэффективность силового трансформатора за счет полезного использования части потерь для целей отопления и горячего водоснабжения объектов, расположенных вблизи трансформаторного оборудования [1]. Для этих целей в конструкции трансформатора, состоящего из плоской трехстержневой магнитной системы 1 и обмоток 2 (рисунок 1), предусмотрен дополнительный нагревательный контур 3, входящий в нагревательный блок 4. Нагревательный блок состоит из боковины 5, охватывающий все три стержня обмотки, двух торцов 6 и 7 и трех цилиндров 8, охватывающих катушку первичной обмотки 2. Для включения и отключения нагревательного блока используют-

ся силовые полупроводниковые вентили 6. Все части бака герметично соединены между собой. Первичная обмотка и магнитопровод охлаждаются трансформаторным маслом. Теплоноситель, протекая внутри нагревательного блока, нагревается за счет высокой температуры трансформаторного масла и за счет тепловыделений в нагревательном контуре.

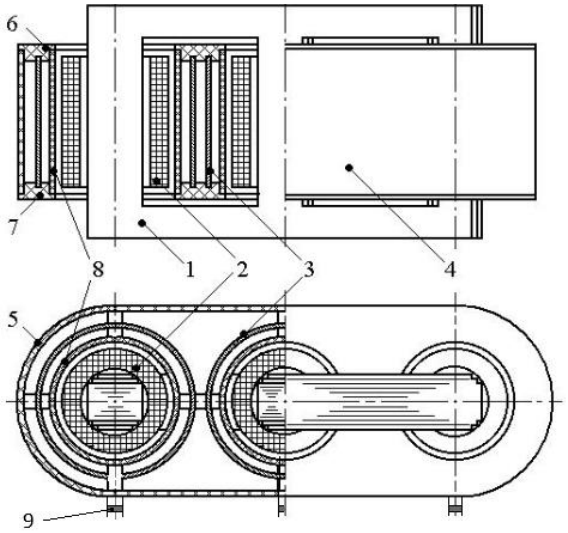
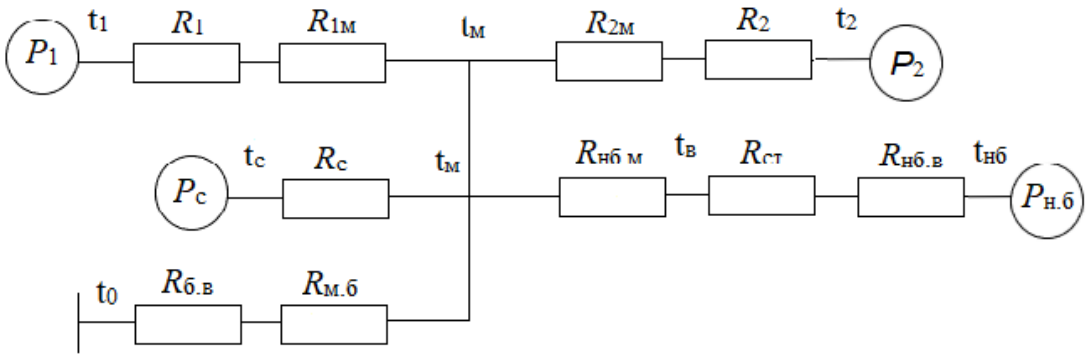


Рисунок 1 – Силовой трансформатор с блоком нагрева жидкости

Так как рассматриваемая конструкция отличается от конструкции силового трансформатора наличием нагревательного блока, то целесообразно для расчета использовать известные методики [2], которые включают в себя следующие этапы: определение основных электрических величин и размеров, расчет обмоток высокого напряжения и низкого напряжения, расчет нагревательного блока, расчет магнитной системы, определения параметров холостого хода и короткого замыкания, оценка теплового состояния [3].

Особенностью расчета является оценка теплового состояния, так как часть тепловых потерь трансформатора идет на нагрев воды, циркулирующей по нагревательному блоку. Для этого разработана тепловая схема замещения трансформатора с нагревательным блоком (рисунок 2).

Анализ тепловой схемы позволяет сделать вывод, что часть тепловых потерь не рассеивается в окружающую среду, а идет на нагрев теплоносителя находящегося в нагревательном блоке. Причем для нагрева теплоносителя до температуры 85°С необходимо включать с помощью тиристорных ключей нагревательный контур.



P_1, P_2 – потери в первичной и вторичной обмотках; $P_с$ – потери в сердечнике; $P_{н.б}$– мощность нагревательного блока; R_1, R_2 –сопротивление теплопроводности изоляции первичной и вторичной обмотки; $R_{1м}$, $R_{2м}$ – сопротивление конвективной теплоотдачи с поверхности первичной и вторичной обмотки в масло; $R_с$ – сопротивление с поверхности сердечника в масло; $R_{нб.в}$ – сопротивление с поверхности стенки в воду; $R_{м.б}$ – сопротивление от масла к стенке бака; $R_{нб.м}$ – сопротивление с поверхности нагревательного блока в масло; $R_{б.м}$ – сопротивление от стенки бака в окружающую среду; t_0 – температура воздуха; t_1, t_2 – средняя температура первичной и вторичной обмоток; $t_м$ – средняя температура масла; $t_с$ – температура сердечника; $t_в$ – средняя температура воды; $t_{нб}$ – температура нагревательного контура

Рисунок 2 - Тепловая схема замещения

Таким образом, предложена конструкция специального трансформатора повышенной энергоэффективности для электроснабжения и теплообеспечения объектов. Выявлены особенности расчета такого трансформатора. Построена тепловая схема замещения для оценки теплового состояния устройства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Литовец, А.В. Силовой трансформатор с блоком нагрева жидкости / А.В. Литовец, А.В. Сериков // Энергетика, электромеханика и энергоэффективные технологии: материалы IV российской молодежной научной школы-конференции. – Томск : Томский политехнический университет, 2016. – С. 36-38.

2. Тихомиров, П.М. Расчет трансформатора / П.М. Тихомиров. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 528 с.

3. Зар, Н.Н Методика электромагнитного расчета нагревательного элемента трансформаторного типа с пространственной магнитной системой / Н.Н. Зар, А.В. Сериков, Л.С. Мшвениерадзе. // Известие вузов. Электромеханика. – 2018. – № 2. – С. 59-64.

УДК 621.315.175
Назаров М.Н. студент; Nazarov M.N.
Дальневосточный государственный университет путей сообщения.

ЗОНЫ ИНТЕНСИВНОСТИ ГОЛОЛЕДООБРАЗОВАНИЯ НА ПРОВОДАХ ЛЭП 220, 110 КВ О. САХАЛИН

ZONES OF INTOLERANCE OF SURGICAL EDUCATION ON THE WIRES OF THE 220, 110 KV ISLAND SAKHALIN ISLAND

Аннотация. В данной статье будет рассмотрено интенсивность гололедообразования на проводах ЛЭП напряжением 220, 110 кВ, с построением географической карты. Данные были взяты с системы телеметрии гололедно-ветровых нагрузок на ВЛ, ПАО «Сахалинэнерго» филиала «Распределительные сети».
Summary. In this paper, we will consider the intensity of ice formation on the wires of power lines with a voltage of 220, 110 kV, with the construction of a geographic map. The data was taken from the telemetry system of glaze-wind loads on the overhead line, PJSC "Sakhalinenergo" of the branch "Distribution Networks".
Ключевые слова: ВЛ (воздушная линия), ЛЭП (линия электропередач)
Keywords: overhead line (overhead line), power line (power line)

Введение

Существующие объекты электроснабжения Сахалинской области были построены в 70-80 годах прошлого века, по усредненным климатическим нормам и не учитывали реальных ветровых и гололедных нагрузок островного региона. Кроме того большая часть системных воздушных ЛЭП проходят вдоль побережья и подвержены воздействию солевых отложений на конструкциях опор. Указанные факторы привели к повышенному износу несущих конструкций, а несоответствие реальным ветровым и гололедным нагрузкам к частым обрывам проводов и падению опор.

Наибольшая проблема наблюдается в Южной части острова. Практически ежегодно в период образования гололеда (октябрь-ноябрь) происходят отключения системообразующих ВЛ 110-220 кВ. В результате Невельский МО, Анивский, Южно-Сахалинский, Корсаковский районы на длительное время остаются без электроэнергии. Указанные проблемы нарушают нормальную жизнедеятельность жителей и являются сдерживающим фактором развития экономики Сахалинской области.

Анализ данных для построения карты.

Данные были собраны благодаря системе мониторинга состояния провода «САТ-1». На территории Сахалинской области данная система

устанавливается на линии 110, 220 кВ. Учитываться будет информация собранная только с линий 220 кВ, так как не на всех линиях 110 кВ установлена данная система. На всех ЛЭП 220 кВ используется провод типа АС (сталеалюминевый провод). [2]

Климатические условия острова Сахалин.

Большая протяженность территории Сахалинской области предопределяет существенное разнообразие климатических условий.

Климат острова Сахалин формируется под влиянием муссонов умеренных широт, системы морских течений и особенностями рельефа и отличается холодной сухой зимой и теплым влажным летом.

Степень благоприятности климатических условий для хозяйственного освоения и проживания населения увеличивается по мере продвижения с севера на юг и с запада на восток острова.

Продолжительность солнечного сияния в среднем за год колеблется по территории Сахалина от 1800-1900 часов – на юге, до 1500-1600 часов – на севере острова. Продолжительность благоприятного периода летом составляет по острову от менее 10 дней на севере, до 40 дней на юге.

Продолжительность дискомфортного периода зимой уменьшается по острову с 50 дней на севере, до менее 10 дней на западном побережье.

Территория Севера Сахалина и Курильские острова отнесены к районам Крайнего Севера, остальная территория Сахалина – к районам, приравненным к районам Крайнего Севера.

Средняя температура января на Сахалине изменяется от -23°С на северо-западе и в глубине острова, до -8°С на юго-востоке. Абсолютный минимум колеблется по территории в том же направлении от -49°С до -25°С.

Для зимнего периода характерно повышенные скорости ветра и преобладание северных и северо-западных ветров. Наибольшими скоростями ветра в январе отличаются северная оконечность острова и выделяющиеся в море участки суши (7-10 м/сек), на западном побережье средние скорости ветра 5-7 м/сек, на восточном побережье – 3-5 м/сек, в Тымовской долине 1,5-3,0 м/сек. В летний период преобладают юго-восточные и южные ветры, средние скорости ветра в августе по всему острову изменяются от 2 до 6 м/сек.

Сочетание температуры и скорости ветра в зимний сезон играет наибольшее значение, так как при сильном ветре резко увеличивается суровость погодных условий.

Годовая сумма осадков колеблется от 500-600 мм на севере до 800-900 мм в долинах и 1000-1200 мм в горных районах на юге. Количество осадков, выпадающих в теплый период, от 300 мм на севере до 600-650 мм в долинах и 800 мм на юге Сахалина.

Треть осадков выпадает в холодный период, иногда в виде мощных снегопадов и мокрого снега. Характерны частые и длительные метели с мощными заносами. [1]

Режим работы схемы ЛЭП 220 кВ.

Нормальный режим работы линий 220 кВ – это параллельная (кольцевая) работа всех линий. Вся система делится на два кольца: северное и южное. В основном гололедообразование происходит в период перепадов температур от положительного до отрицательного значения. Такие перепады чаще всего происходят на территории южной части острова, соответственно в южной части образование происходит более интенсивно, чем в северной, но так же и фиксируется достаточно интенсивное гололедообразование на отдельных участках острова. [3]

Сбор и мониторинг данных проводился с января 2016 года по настоящее время.

Карта интенсивности гололедообразования на проводах ЛЭП 220 кВ, на территории Сахалинской области.

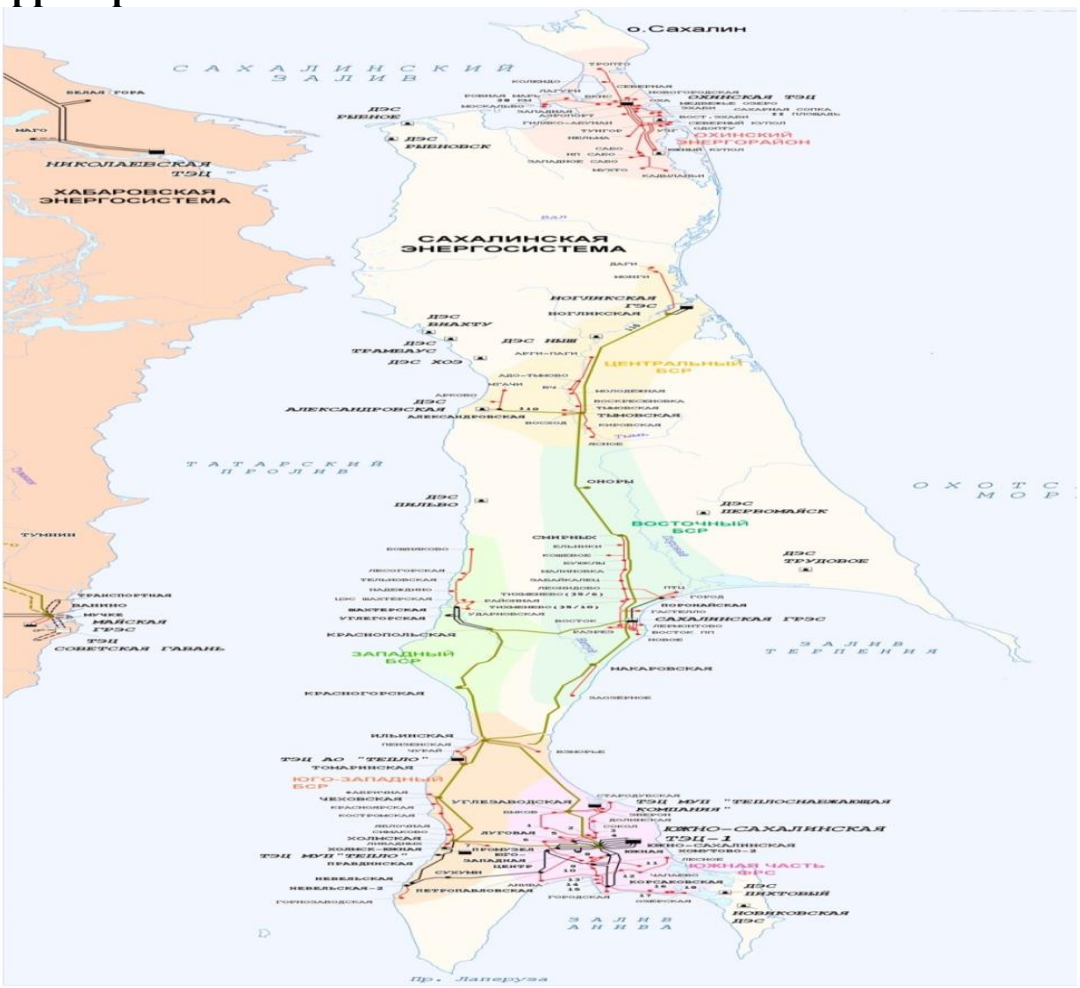


Рисунок 2. Карта интенсивности гололедообразования.

Учитывается максимальная нагрузка льда на провод в одном пролете опор за осенне-зимний период:

- в данной зоне налипание льда приравнивается к 200 и более кг.

- в данной зоне налипание льда от 170 до 200 кг.

- в данной зоне налипание льда от 130 до 160 кг.

- в данной зоне налипание льда от 80 до 120 кг.

- в данной зоне налипание льда от 40 до 70 кг.

- в данной зоне налипание льда от 10 до 60 кг.

Заключение.

Данная карта и собранная информация должны облегчить работу Сахалинской энергетики в осенне-зимний период, так как в данной статье выявлены участки на которых стоит заострить внимание при борьбе с гололедообразованием, и учесть где в первую очередь необходимо производить замену провода АС на AERO-Z.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Информация о климате острова Сахалин ttps://sakhalin.gov.ru/index.php?id=18.

2. Техническая документация ПАО «Сахалинэнерго».

3. Акты расследований причин аварий, перечень отказов по ФРС ПАО «Сахалинэнерго» филиала «РС».

4. Характеристика провода АС https://e-kc.ru/cena/provod-as-240-32.

УДК 621.385.1
Ненюк Вероника Владиславовна, студентка; Nenyuk Veronika Vladislavovna
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

УСИЛИТЕЛИ НА ВАКУУМНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРАХ

VACUUM TUBE AMPLIFIERS

Аннотация. Данная работа посвящена исследованию способов применения вакуумных электронных приборов в составе различных усилителей. В работе представлены несколько способов применения вакуумных электронных приборов в усилителях, приведены их достоинства и недостатки.
Summary. This work is devoted to the investigation of applications of vacuum tubes as parts of different amplifiers. The paper presents several applications of vacuum tubes in amplifiers, their advantages and disadvantages are listed.
Ключевые слова: усилитель, вакуумный электронный прибор, лампа, транзистор, звук, гармоника.
Key words: amplifier, vacuum tube, valve, transistor, sound, harmonic.

Усилители на электровакуумных приборах, появившиеся в 20-х годах прошлого века, как ни странно, не собираются уходить на покой из-за стремительного развития технологий.

В настоящее время есть несколько основных сфер применения таких усилителей: в радиосвязи и радиолокации (радиопередающие станции сверхвысокой мощности и радиолокационные станции (РЛС)), металлургической и металлообрабатывающей промышленности (генераторы индукционного нагрева) и звуковом оборудовании (гитарные усилители и УНЧ).

В первых двух случаях использование вакуумных электронных приборов диктуется требованиями к частотным свойствам и большой мощности, которые не могут обеспечить полупроводниковые приборы.

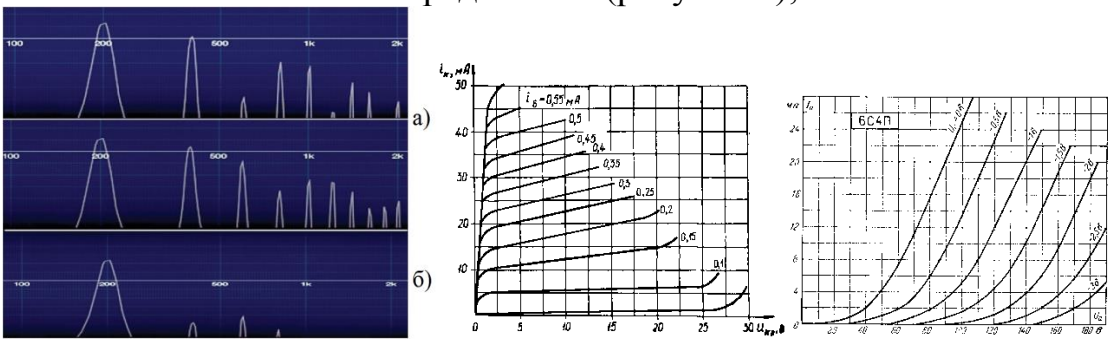
С акустическим же оборудованием ситуация особая. Рассмотрим его поподробнее. По объективным техническим характеристикам ламповые звуковые усилители сильно проигрывают транзисторным. У них меньше ширина диапазона передаваемых частот, больше уровень нелинейных искажений, больше выходное сопротивление и меньше КПД, а также большие габариты и тепловыделение.

Главное достоинство данных усилителей – характерный звук, приятный, по мнению искушенных аудиофилов, человеческому слуху.

В 1960-х годах, одновременно с появлением транзисторных звуковых усилителей, появился так называемый «феномен транзисторного звучания». Он заключается в следующем: несмотря на впечатляющие техни-

ческие характеристики, их субъективное звучание было намного хуже, чем у ламповых. Проводились различные исследования, в ходе которых выяснились преимущества ламповых усилителей перед транзисторными:

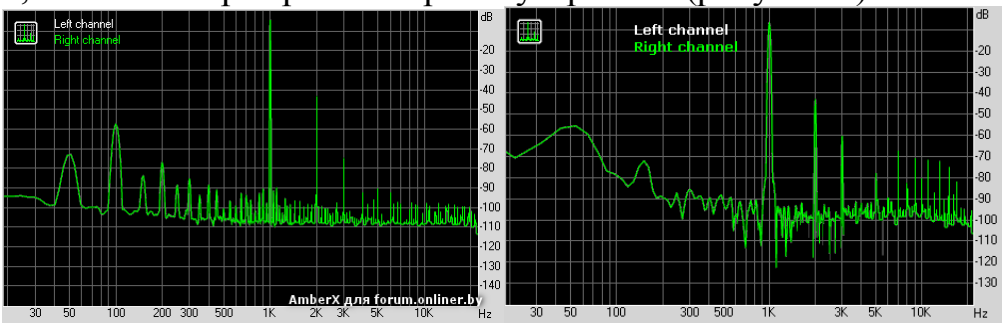
- неглубокие или полностью отсутствующие обратные связи;
- управление напряжением;
- насыщенность звука четными гармониками, которые воспринимаются человеком, как более благозвучные;
- более линейные ВАХ радиоламп (рисунок 1);



в) г)

Рисунок 1 – Спектры усилителей:
а – лампового; б – транзисторного;
ВАХ:
в – транзистора; г – радиолампы

- ограниченное количество гармоник – в спектре сигнала ламповых усилителей гармонических составляющих не более пяти, что существенно меньше, чем в спектре транзисторных устройств (рисунок 2).



а) б)

Рисунок 2 – Спектры усилителей:
а – лампового; б – транзисторного

В ходе исследований в области психоакустики было выявлено, что заметность на слух какой-либо гармоники прямо пропорциональна квадрату ее номера и что присутствие одних гармоник способно маскировать другие. Из этого следует, что у ламповых усилителей, в отличие от полупроводниковых, высшие гармоники не «перекрывают» остальные, что можно считать большим достоинством.

У гитарных ламповых усилителей есть следующие достоинства: большой динамический диапазон и плавный переход в амплитудное огра-

ничение (более мягкий и «музыкальный» перегруженный звук) (рисунок 3);

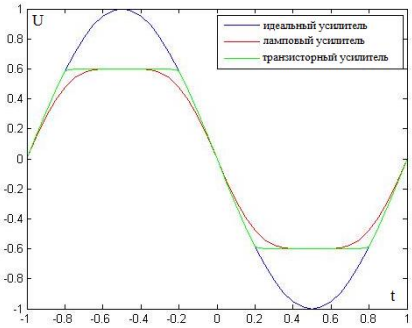


Рисунок 3 – Амплитудное ограничение в различных типах усилителей

Что интересно, само понятие «перегруза» появилось благодаря использованию в первых усилителях для электрогитар именно радиоламп. Первые транзисторные гитарные усилители делали его слишком резким и «немузыкальным», за что их и невзлюбили гитаристы.

Конечно, в настоящее время проблема «транзисторного звучания» уже решена, и современные полупроводниковые звуковые усилители звучат ничуть не хуже ламповых. Но тут вступает в силу второй фактор популярности ламповых усилителей – психологический.

Во-первых, некоторые аудиолюбители считают, что проблема «транзисторного звука» неразрешима.

Во-вторых, ламповые усилители гораздо эксклюзивнее транзисторных. Хороший усилитель приравнивается к старинному музыкальному инструменту, за который можно выложить целое состояние.

В-третьих, ламповые усилители в высшей степени эстетичны. Внешний вид работающих радиоламп, распространяющих вокруг себя теплое оранжевое свечение, завораживает и привлекает внимание.

Итак, усилители на вакуумных электронных приборах не теряют своей актуальности, но, наоборот, переживают ренессанс и становятся лишь ценнее.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Батушев, В. А. Электронные приборы: Учебник для вузов / В. А. Батушев. – М.: Высшая школа, 1980. – 383 с.

2. Пикерсгиль, А. Феномен «транзисторного» звучания / А. Пикерсгиль, И. Беспалов // Радио. – 1981. – № 12. – С. 36-38.

3. Keeports, D. The warm, rich sound of valve guitar amplifiers / D. Keeports // Physics Education. – 2017. – № 52. – С. 52-60.

УДК 004.8
Осипчук Мария Андреевна, студент. Osipchuk Maria Andreevna
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

РАЗРАБОТКА АППАРАТАНО-ПРОГРАММНОЙ ПЛАТФОРМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО ДОСТУПА

DEVELOPMENT OF APPARATANO PROGRAM PLATFORM FOR RECOGNITION OF PERSONS IN THE SYSTEM OF AUTOMATIC ACCESS

Аннотация. Данная работа посвящена разработке аппаратно-программной платформы распознавания лиц в системе автоматического доступа. Предлагается структурная схема для реализации системы автоматического доступа людей в помещение. Проведен эксперимент по применению современных технологий распознавания лиц для системы доступа людей в помещение с повышенной опасностью.
Annotation. This work is devoted to the development of the hardware-software face recognition platform in the automatic access system. Structural for the implementation of the system of automatic access of people in the room is proposed. The conducted experiment on application of modern technologies.
Ключевые слова: система автоматического доступа (САД), биометрическая система, распознавание лиц.
Key words: automatic access system (SAD), biometric system, face recognition.

Система автоматического доступа (САД) – это совокупность специализированного оборудования и программного обеспечения, предназначенного для ограничения, регистрации и контроля доступа людей через «точки прохода» [1].

Биометрическая система контроля доступом позволяет распознавать людей по их физическим индивидуальным особенностям, в нашем случае по изображению лица. Таким образом, качество контроля и безопасности системы значительно повышается, снижается риск несанкционированного проникновения и обмана системы.

По сравнению с традиционными методами идентификации личности, биометрические методы имеют ряд преимуществ: в силу уникальности биометрических признаков, их очень трудно фальсифицировать, поэтому достоверность такой идентификации очень высока.

Распознавание лиц - практическое приложение теории распознавания образов, в задачу которого входит автоматическая локализация лица

на фотографии и, в случае необходимости, идентификация персоны по лицу.

Целью работы является разработка аппаратно-программной платформы для распознавания лиц в системе автоматического доступа.

Для достижения поставленной цели были выделены следующие задачи:

1. Изучить теоретические данные на тему систем автоматического доступа.
2. Изучить существующие методы распознавания лиц.
3. Изучить готовые системы автоматического доступа по распознаванию лиц.
4. Разработать аппаратную платформу.
5. Разработать программную платформу.
6. Протестировать работу системы.

В нашем случае – необходимо ограничить доступ в помещение с повышенной опасностью университета КнАГУ. Структурная схема САД представлена на рисунке 1.

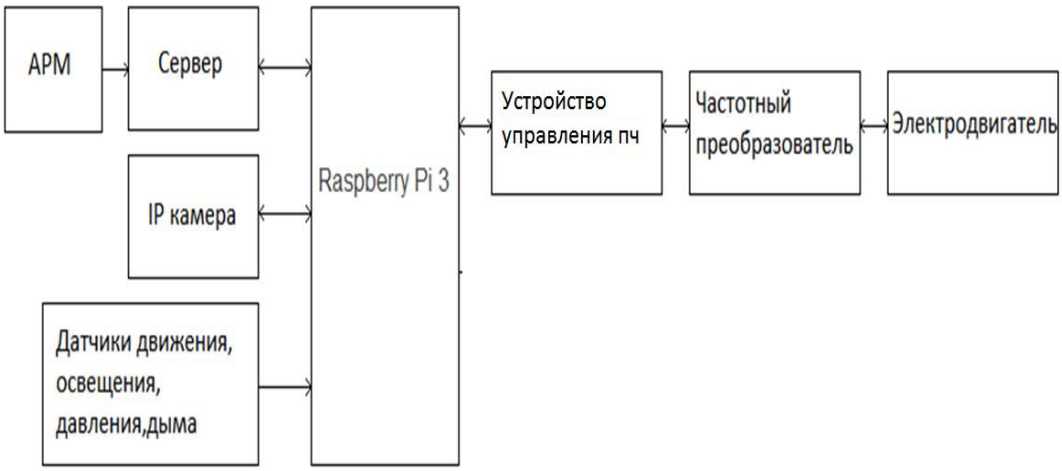


Рисунок 1 – Структурная схема системы автоматического доступа

Используемое программное обеспечение должно обеспечивать защищенный обмен данными между всеми структурными элементами САД.

Аппаратная часть необходима для мониторинга, видеонаблюдения и технической реализации контролируемого доступа в помещение.

Видеоизображение с видеокамеры поступает на микрокомпьютер, после чего Raspberry Pi 3 передает поступающий сигнал на физический сервер для дальнейшей обработки и распознавания изображения. Информация о допуске/не допуске сотрудника, формирующаяся на сервере, поступает на Raspberry Pi 3. Соединение сервера с микрокомпьютером осуществляется через порт Ethernet.

Через порт USB type-A к микрокомпьютеру подключено устройство управления преобразователем частоты (USB type-B).

Так же для более точной работы системы и предотвращения нештатных ситуаций, необходимо использовать различные датчики: давления, освещения, движения.

На сервере хранятся и обрабатываются базы данных.

Распознавание лица производится с помощью библиотек OpenCV, Dlib и нейронной сети, на языке программирования Python.

Имеется кадр видеопоследовательности, представляющий собой цифровое изображение. С помощью программы происходит сжатие изображения, для лучшей работы.

Распознавание производится в несколько этапов:

1) Определение лица. Поиск лиц производится библиотекой Dlib методом Виолы-Джонса.

2) Распознавание лица, для которого используется (сверточная нейронная сеть). В результате работы алгоритм определяет 128 признаков, характерные для распознаваемого объекта и сравнивает со 128 характеристиками изображений из базы данных.

3) Сравнение с базой данных.

4) Вывод

После чего, с помощью нечеткой логики, формируется сигнал о допуске/не допуске.

Система автоматического доступа на основе распознавания по биометрическим признакам позволяет обеспечить надежный контроль и исключить возможность несанкционированного доступа в помещение с повышенной опасностью.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Амосов, О.С., Баена, С.Г., Иванов, Ю.С., Хтайк, Со, Система автоматического управления шлагбаумом с использованием технологий нечеткого вывода и компьютерного зрения // Интернет-журнал Науковедение. – 2017. – Т. 9., № 1. – С. 42.

2. Пащенко, Ф.Ф., Амосов, О.С., Иванов, С.Н. Синтез систем управления электромеханическими преобразователями // Датчики и системы. – 2006. – № 8. – С. 18-22.

3. Амосов, О.С., Иванов, Ю.С. Модель, алгоритмы и аппаратно-программный комплекс для управления освещением на основе системы охранного телевидения // Информатика и системы управления. – 2013. – №1 (35). – С. 156-166.

4. Амосов, О.С., БаенаС.Г. Иерархический подход построения интеллектуальной информационно-телекоммуникационной системы безопасности вуза // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. – СПб, 2017. – Т. 1. – С.188-191.

УДК 615.816
Патраков Владислав Александрович, студент;
Patrakov Vladislav Alexandrovich
Шибеко Роман Владимирович, старший преподаватель;
Shibeko Roman Vladimirovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ИСКУССТВЕННАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ ЛЕГКИХ

ARTIFICIAL VENTILATION OF LUNGS

Аннотация: В тезисах указывается разновидность исскуственной вентиляции легких (ИВЛ) и аппаратов ИВЛ. Приведена обобщенная схема аппарата ИВЛ. Указываются перспективы ИВЛ.
Abstract: In the theses a type of AV and ventilator apparatus is indicated. The generalized scheme of the ventilator is presented. The prospects of mechanical ventilation are indicated.
Ключевые слова: ИВЛ, вдувание, наружный способ, объем легких, автоматизация ИВЛ.
Key words: AV, injection, external method, lung volume, automation of mechanical ventilation.

Существует два основных способа ИВЛ: способ вдувания и наружный (внешний) способ. При первом способе ИВЛ осуществляется путем подачи газовой смеси непосредственно в верхние дыхательные пути; при втором - в результате наружного воздействия на стенки грудной полости: грудную клетку или диафрагму.

В зависимости от того, к какой части тела прилагаются колебания давления, аппараты наружного действия можно разделить на следующие типы:

- аппараты для воздействия на все тело - железные легкие;
- аппараты для воздействия нагрудную клетку - с кирасой;
- аппараты для воздействия на область диафрагмы - с пневмопоясом;
- аппараты, в которых вентиляция легких достигается путем смещения диафрагмы под действием массы органов, находящихся в брюшной полости, когда тело пациента качают вокруг поперечной оси: так называемая качающаяся кровать.

В настоящее время выпуск аппаратов, реализующих наружный способ, прекращен, поскольку они малоэффективны.

Важным признаком является способ переключения фаз дыхательного цикла. Выбор типа переключения, особенно со вдоха на выдох, оказывает

глубокое влияние на эксплуатационные свойства аппаратов. Их можно классифицировать следующим образом:

- аппараты с переключением по давлению, где вдох сменяется выдохом вследствие достижения заданного давления в какой-то точке пневмосхемы аппарата, желательно расположенной как можно ближе к дыхательным путям пациента. Поэтому в них можно непосредственно устанавливать и поддерживать на заданном уровне этот сравнительно второстепенный параметр ИВЛ, а изменение почти любой характеристики аппарат - пациент изменяет первоначально установленные минутную вентиляцию и дыхательный объем;

- аппараты с переключением по объему, где выдох наступает вследствие подачи пациенту заданного объема газа. Здесь соответственно этот объем можно непосредственно устанавливать и стабильно поддерживать при изменении характеристик системы аппарат - пациент;

- аппараты с переключением по времени, где вдох сменяется выдохом по истечении заданного интервала времени. В моделях этого типа легко регулировать временные параметры дыхательного цикла, которые стабильно поддерживаются во время работы.

В схемах каждого аппарата всегда можно выделить основные структурные блоки:

- источник газа, подаваемого пациент (генератор вдоха);

- распределительное устройство, задающее требуемое направления движения газа в различны фазах дыхательного цикла;

- механизм управления распределительным устройством.

Приведем обобщенную структурную схемы многофункционального аппарата. На рисунке обозначено: 1 - пациент; 2 - нереверсивный клапан; 3 - распределительное устройство; 4 - переключающий механизм; 5 - генератор вдоха; 6 - ввод сжатого газа; 7 - увлажнитель; 8 - волюметр: 9 - наркозный блок; 10 - разделительная емкость; 11 - регулятор минутной вентиляции.

Для получения реверсивного и нереверсивной дыхательных контуров в этой модели применена разделительная емкость, с помощью которого газ, циркулирующий в дыхательном контуре, отделен от газа, используемого в линии приводе. Распределительное устройство коммутирует потоки газа в линии привода и в дыхательном контуре. Управляется оно механизмом, задающим определенный ход мехов, т.е. дыхательный объем. Генератором вдоха является воздуходувка, работающая от электродвигателя. В схеме предусмотрены устройства для нагрева, увлажнения и очистки вдыхаемого газа, а также средства для измерения характеристик режима ИВЛ.

Основными проблемами при автоматизации ИВЛ являются: правильная оценка объема легких пациента; учет 25% «неприкосновенного

запаса» объема легких; настройка «глубины» вдоха и «глубины» выдоха; отсутствие герметичности в «контуре»; учет попыток (иногда бессознательных) попыток пациента начать естественное дыхание; накапливание углекислого газа при работе ИВЛ по закрытому контуру при непригодном или старом абсорбенте.

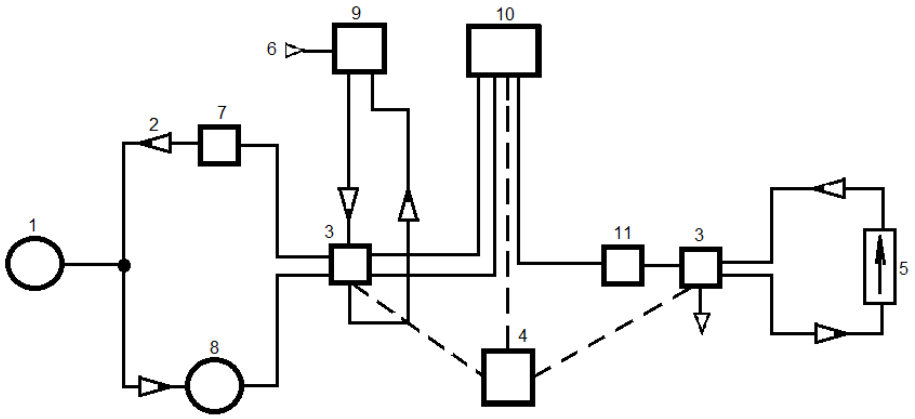


Рисунок 1 - Обобщенная схема аппарата ИВЛ

Автоматизация ИВЛ может идти двумя путями:

– автоматическое управление ИВЛ с использованием биологической информации (чаще всего уровень углекислого газа);

– автоматизация аппаратов ИВЛ без использования биологической информации.

Перспективы ИВЛ:

1. В последнее время в легочной хирургии нашла применение ВЧ ИВЛ. Первый опыт ее использования показал, что при таких операциях, как лобэктомия, пульмонэктомия и в особенности резекция трахеи и бронхов с их пластикой, ВЧ ИВЛ позволяет обеспечить удовлетворительный газообмен при условии практически полного обездвиживания легкого, облегчая работу хирурга.

2. Струйным принято называть такой метод, при котором линейная скорость потока газа при его поступлении непосредственно в дыхательные пути больного или в какую-либо трубку, введенную в дыхательные пути, в десятки раз превышает линейную скорость ламинарного потока газа при обычных методах ИВЛ. Для достижения высокой линейной скорости потока газ должен быть пропущен через газопровод с очень малым внутренним диаметром.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бурлаков, Р.И. Искусственная вентиляция легких (принципы, методы, аппаратура) / Р.И. Бурлаков, Ю.Ш. Гальперин,. В.М. Юревич - М.: Медицина, 2007. - 240 с.

УДК 681.5.01:658.5
Петрова Алена Константиновна, учащаяся лицея;
Petrova Alyona Konstantinovna
Чёрный Сергей Петрович, кандидат технических наук, доцент;
Cherny Sergey Petrovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ МНОГОКАСКАДНОГО НЕЧЕТКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ

APPLICATION OF MULTI-STAGE FUZZY CONTROL TECHNOLOGY IN SOLVING THE PROBLEM OF PATTERN RECOGNITION

Аннотация. В данной статье рассматривается возможность решения задачи распознавания образов с помощью многокаскадного нечеткого управления.
Summary. This article considers the possibility of solving the problem of pattern recognition using multi-stage fuzzy control.
Ключевые слова: многокаскадное нечеткое управление, нечеткая логика, задача распознавания образов.
Keywords: fuzzy control technology, fuzzy logic, the task of pattern recognition.

Системы распознавания образов предназначены для определения принадлежности объекта к одному из классов. Функционально системы распознавания имеют общую структуру и могут быть разделены на ряд этапов: вектор входных данных, образ подлежащий распознаванию, подается на вход системы и подвергаются предварительной обработке с целью их компиляции в вид необходимый для следующего этапа или для классификации во входной выборке характерных признаков. Затем на этапе принятия решения внутри преобразованного массива данных производится ряд манипуляций и на основе их результатов проводится вывод, содержащий необходимые или заранее определенные сведения от системы о векторе входных образов. Содержание входных и выходных данных, а именно объем и форма обучающей выборки определяется назначением системы. Теория нечетких множеств помогает описывать нечеткие понятия и знания, оперировать ими и делать нечеткие выводы. Нечеткое управление оказывается особенно полезным, когда технологические процессы оказываются слишком сложными для анализа с помощью общепринятых способов синтеза информации или когда источники информации оказываются слишком нечеткими или непонятными. Нечёткая логика ,на которой бази-

руется нечеткое управление намного ближе к человеческому мышлению чем классическая логика. Наличие математических средств отражения нечеткости исходной информации позволяет построить модель, адекватную реальности.

Для повышения интеллектуальности системы введем многокаскадность, что позволит расширить диапазон применения нечетких систем. Функциональная схема такой интеллектуальной системы представлена на рисунке 1. Необходимо отметить что структурно нечеткий многокаскадный регулятор реализован по некоторой аналогии со слоистой нейронной сетью. Такое решение продиктовано, тем что задача распознавания является классическим примером применения теории нейронных сетей. Однако, существенная алгоритмическая сложность нейросетевого подхода определила необходимости в поиске альтернативных методик решения подобного класса задач.

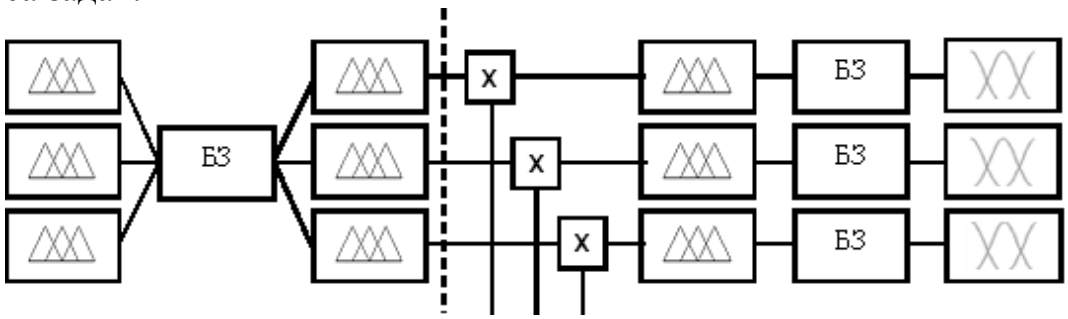


Рисунок -1. Функциональная схема многокаскадного нечеткого регулятора.

Введём два каскада. Внешний каскад в такой структуре выполняет функцию интеллектуального приключающего устройства и по аналогии с теорией нейронных сетей реализует функции входного слоя нейронов. Внутренний каскад в зависимости от предметной области решаемой задачи может содержать как набор простейших нечетких регуляторов, отличающихся друг от друга лишь диапазонами распределения функций принадлежности, так совершено различные виды нечетких элементов настроенных на аппроксимацию различных векторов обучающей выборки.

Классическим примером реализации задачи распознавания в рамках решения задачи управления техническим объектом можно считать моделирование ПИД-закона регулирования. Первый каскад в таком интеллектуальном модуле можно рассматривать как систему, которая на основе имеющихся данных производит управление регуляторами, которые находятся во втором каскаде, и представляет собой внешний интеллектуальный переключатель, как часть пропорционально-интегрально-дифференцирующего регулятора — устройства в управляющем контуре с обратной связью. Такая структура используется в системах автоматического управления для формирования управляющего сигнала с целью получения необходимых точности и качества переходного процесса. Второй кас-

кад представляет собой набор простейших нечетких модулей, отличающихся между собой диапазоном формализации составляющих управляющего сигнала, и ориентирован на аппроксимацию отдельных составляющих этого сигнала.

Нечеткий регулятор, который распложен в первом каскаде на входе содержит одну лингвистическую переменную, три на выходе. Эти лингвистические переменные описываются наборами нечетких переменных, которые отличаются распределением функций принадлежности. Моделирование внешнего каскада целесообразнее проводить с использованием алгоритма нечеткого логического вывода Сугено. Нечеткий логический регулятор, который находится во втором каскаде представляет собой одну переменную на входе и на выходе и заменяет заданную составляющую из особых признаков тестового образа. В технических системах таким примером могут служить пропорциональная, интегральная и дифференциальная компоненты ПИД-регулятора.

Такое решение проблемы распознавания образов за счет расширения интеллектуальности системы с помощью введения нечетких многокаскадных модулей, позволяет повысить функциональность системы, а также приблизить ее к модели человеческого мышления, что является одной из главных проблем задачи распознавания образов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Маткасым Н. Н. Распознавание образов с помощью нейронных сетей / Н. Н. Маткасым ; науч. рук. С. В. Аксёнов // Технологии Microsoft в теории и практике программирования : сборник трудов XIII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, г.Томск, 22-23 марта 2016 г. — Томск : Изд-во ТПУ, 2016. — [С. 23-25].

2. Черный, С.П. Нечеткая многокаскадная система управления электроприводом постоянного тока // С.П. Черный, Д.А. Новак. – Электротехнические комплексы и системы управления, Воронеж: Издательский дом «Кварта», 2012. – №4 (28). – С. 56-60.19.

3. Соловьёв, В.А. Искусственный интеллект в задачах управления. Интеллектуальные системы управления технологическими процессами: учебное пособие / В.А. Соловьёв, С.П. Чёрный. – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 267с.

УДК621.314.(5)
Петухов Александр Владимирович, магистрант;
Petukhov Alexander Vladimirovich
Климаш Владимир Степанович, доктор технических наук, профессор;
Klimash Vladimir Stepanovich
Комсомольский – на - Амуре государственный университет

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЁЖНОСТИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

IMPROVING THE RELIABILITY AND ENERGY PERFORMANCE OF THE DRIVE

Аннотация. В статье рассматривается система электропитания электропривода, применение которой позволяет повысить эксплуатационную надёжность и энергетические показатели оборудования. Повышение эксплуатационной надёжности и энергетических показателей электропривода достигается за счёт использования схемы, в которой автономные инверторы подключены к источнику постоянного тока через общее звено постоянного напряжения. Применение рассматриваемой системы электропитания позволяет экономить электроэнергию за счёт исключения из схемы тормозных резисторов, использовать энергию, вырабатываемую асинхронными электродвигателями в режиме генераторного торможения, нормализовать тепловой режим в электронной системе управления и повысить надёжность оборудования.
Summary. The article deals with the power supply system of the electric drive, the use of which allows to increase the operational reliability and energy performance of the equipment. The increase in operated and-utational reliability and energy performance of the actuator to-result is achieved by the use of the schema in which stand-alone inverters connected to a DC power source via a common DC voltage. Application of the considered power supply system allows to save the electric power at the expense of an exception of the scheme of brake resistors, to use the energy generated by asynchronous electric motors in the mode of generator braking, to normalize a thermal mode in electronic control system and to increase reliability of equipment.
Ключевые слова: преобразователи частоты, выпрямитель, автономные инверторы напряжения, двигательный режим, режим торможения, общее звено постоянного напряжения.
Keywords: frequency converters, rectifier, Autonomous voltage inverters, motor mode, braking mode, the total link of DC voltage.

В настоящее время частотно-регулируемый электропривод используется во всех отраслях промышленности, аграрном комплексе, на элек-

трофицированном транспорте. Существуют две модификации преобразователя частоты со звеном постоянного напряжения:

1.Преобразователи частоты на основе диодного выпрямителя, С-фильтра, инвертора напряжения с ШИМ и блока динамического торможения с тормозными резисторами.

2. Преобразователи частоты на основе транзисторного выпрямителя с двухсторонним обменом энергии, LC-фильтром, инвертором напряжения и блоком регулирования с обеспечением интенсивного торможения и рекуперации энергии в сеть.

Основной недостаток первой модификаций - потеря электрической энергии в процессе динамического торможения. Наличие тормозных резисторов не только приводит к потерям электроэнергии, но и к нарушению температурного режима в электронной части электроприводов, что приводит к снижению надёжности электронного оборудования. Во второй модификации потеря электроэнергии исключена за счёт усложнения схемы преобразователя частоты, имеющего по два комплекта систем управления и силовых частей. Недостатком второй модификации является сложность системы управления и как следствие высокая вероятности отказа оборудования в процессе эксплуатации.

В результате проведённой научно исследовательской работы было найдено техническое решение, позволяющее устранить перечисленные недостатки за счёт применения схемы электропитания электропривода в которой автономные инверторы имеют общее звено постоянного напряжения, и один источник постоянного тока, рисунок 1.

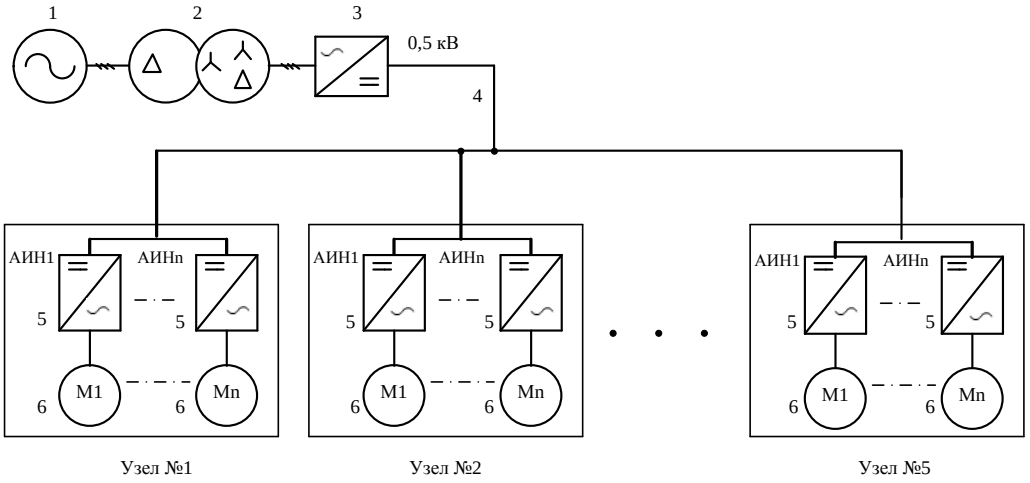


Рисунок 1 – Структурная схема электропривода с общим звеном постоянного напряжения.

Отличительной особенностью рассматриваемой схемы электропитания от других, является использование общего звена постоянного напря-

жения4 к которому подключены все автономные инверторы 5 с асинхронными электродвигателями 6, получающими электропитание от общего источника постоянного тока, состоящего из выпрямителя 3, понижающего трансформатора 2 подключенного к системе электроснабжения 1.В процессе работы электропривода через общее звено постоянного напряжения происходит энергообмен между асинхронными электродвигателями, вырабатывающими электрическую энергию в режиме торможения и электродвигателями, находящимися в двигательном режиме.

Рассмотренная схема электропитания позволяет обеспечить экономию электроэнергии и нормализацию теплового режима за счёт исключения из схемы тормозных резисторов. Нормализация теплового режима, упрощение системы управления, повышает надёжность силового электронного оборудования и системы управления.

Исключение из схемы тормозных резисторов и транзисторов, предназначенных для снижения напряжения на конденсаторах С фильтров в момент динамического торможения, возможно за счёт использования энергообмена, происходящего между электродвигателями электропривода через общее звено постоянного напряжения. При переходе отдельных асинхронных двигателей 6 в режим генераторного торможения происходит потребление энергии через общее звено 4 постоянного напряжения другим асинхронным двигателям 6, работающими в двигательном режиме. Суммарная ёмкость конденсатора образованного параллельным соединением конденсаторов С-фильтров подключенных параллельно входам автономных инверторов, позволяет демпфировать переходные процессы и поддерживать значение напряжения в звене постоянного напряжения, при котором не происходит срабатывания электронных и электрических защит автономных инверторов. На рассмотренное техническое решение получен патент на полезное изобретение: заявка № 2017130399/13(052972) РФ, МПК: B27L 5/02 “Электропривод деревообрабатывающей линии по производству шпона” / Климаш В.С., Петухов А.В. Решение ФИПС о выдаче патента от 26.03.2018.

Предлагаемая схема комплекса внедрена в эксплуатацию в г.Амурске, Хабаровского края на ООО “Амурский центр по глубокой переработке древесины” и работает с декабря 2016 года по настоящее время.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Белов М. П. Автоматизированный электропривод – современная основа автоматизации технологических процессов / М. П. Белов, В. А. Новиков, Л. Н. Рассуцов, А. А. Сумников // Электротехника - 2003. - №5. - С. 12-16.

УДК 621.313
Плетников Денис Владимирович,студент; Pletnikov Denis Vladimirovich
Иванов Сергей Николаевич, доктор технических наук, доцент;
Ivanov Sergey Nikolaevich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОХРАННОГО КОМПЛЕКСА

DEVELOPMENT OF ELECTROMECHANICAL SYSTEM OF SECURITY COMPLEXES

Аннотация. Повышение эффективности электрических приводов связано с разработкой и исследованием надежности механизмов подачи. Совершенствование этих элементов может быть реализовано как за счет процессных или системных изменениями, вариации программно-аппаратных средств управления, так и создания совмещенных преобразователей энергии, в которые интегрированы приводные, передаточные, исполнительные, а в ряде случаев и другие механизмы. При этом за счет технических решений, направленных на объединение исполнительного устройства и привода, обеспечивается решение задачи повышения не только надежности, но и коэффициента полезного действия. В данной статье приведены результаты проектирования, оценки надежности исполнительного элемента и реализации совмещенного электропривода, предназначенного для использования в качестве автоматизированного механизма возвратно-поступательного перемещения различных типах исполнительных механизмов охранных комплексов.

Summary. Improving the efficiency of electric drives is associated with the development and study of the reliability of feed mechanisms. Improvement of these elements can be realized as due to process or system changes, variations of hardware and software controls, and the creation of combined energy converters, which are integrated drive, gear, Executive, and in some cases, other mechanisms. At the same time, due to technical solutions aimed at combining the actuator and actuator, a solution is provided to improve not only reliability, but also the efficiency. This article presents the results of the design, evaluation of the reliability of the actuator and the implementation of the combined electric drive intended for use as an automated mechanism of reciprocating movement of various types of actuators security systems.

Ключевые слова: электромеханический преобразователь, надежность, совмещенный электропривод, механизм подачи.

Key words: eelectromechanical converter, reliability, combined electric drive, feed mechanism.

Введение. В последнее время все более актуальным становятся вопросы как энерго- и ресурсосбережения, так и создания новых многофункциональных устройств. Одним из возможных путей решения таких задач является создание совмещенных электроприводов, которые обеспечивают возможность энерго- и ресурсосбережения, экономичное и точное поддержание требуемых эксплуатационных показателей и отвечают не только современным требованиям технологичности, электробезопасности и надежности, но и экологичности. Предлагаемая разработка относится к системам, использующим электромагнитное преобразование электрической энергии в управляемое механическое перемещение исполнительного элемента. Она может быть использована практически во всех сферах деятельности, в качестве примера приведем некоторые из них: промышленные приводные механизмы технологического оборудования; сельскохозяйственные объекты; строительное оборудование; транспортные объекты; автоматические исполнительные элементы гидросооружений; исполнительные элементы систем комплексной безопасности.

Очевидные преимущества таких устройств связаны со следующими факторами:

- отсутствие промежуточных механических редукторов, трансмиссий, вариаторов, мультипликаторов, цепных и ременных передач, и, что также важно - уплотнений;
- оптимизация конструкции без снижения качества основных характеристик за счет совмещения и/или снижения количества их элементов;
- улучшение регулировочных и динамических характеристик;
- повышение эффективности оборудования (экономичности, надежности и т.д.) на всех этапах жизненного цикла (конструирования, производства, транспортирования, хранения и техническом обслуживании, эксплуатации, утилизации);
- улучшение весогабаритных показателей.
- практически любое тяговое усилие, которое ограничивается только механической прочностью элементов системы;
- самоторможение;
- возможность дистанционного автоматического управления и мониторинга.

Примерами такого оборудования является совмещенный электропривод (СЭ) на основе электромеханических преобразователей.

Основной проблемой при проектировании СЭ является сложность исследования и моделирования нелинейных процессов преобразования энергии в рассматриваемых устройствах, требующих одновременного учета динамики электромагнитных, гидравлических, тепловых и механических процессов. Поэтому, для определения диапазона выполнимости СЭ необходим учет теоретических и практических разработок в области меха-

ники, теплотехники, электромеханики и использование современного математического аппарата, численных методов, методов планирования эксперимента и проектирования с привлечением интегрированных САПР (CAD/CAE-систем). Причем последние в настоящее время являются универсальным инструментом разработки современных технических систем, вследствие чего широко используются для решения задач вариативного проектирования, моделирования сложных физических процессов и многофакторной оптимизации.

Критериями работоспособности исполнительного механизма, состоящего из тороидального вращающегося ротора с внутренней резьбой и перемещающейся в горизонтальном направлении тяги являются: прочность элементов резьбовой части ротора и тяги; устойчивость тяги при продольных изгибающих усилиях в случаях его нагружения изгибающими и растягивающими силами; скорость износа резьбового сопряжения в реальных условиях эксплуатации.

Целью как проектного, так и проверочного расчетов является определение и обеспечение параметров механизма, соответствующих заданным критериям при заданных размерах механизма подачи. Исходными данными для проектного расчета являются: величина наибольшего осевого перемещения тяги относительно ротора, наибольшая осевая нагрузка с учетом направления ее приложения. В случае электромеханического привода должна быть заданной линейная скорость перемещения тяги относительно ротора в осевом направлении. Эксплуатационные требования к приводу, например, такие как необходимость выполнения условия электромагнитного торможения, задаются дополнительно.

Заключение. В статье рассмотрена постановка задачи моделирования механизма подачи совмещенного электропривода с использованием компьютерных технологий и методика расчета его основных эксплуатационных параметров с учетом критериев работоспособности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Пат. № 2 651 531 C1 Российская Федерация, МПК[7] B61L 29/04. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ПРОПУСКНАЯ СИСТЕМА / О.С. Амосов, С.Г. Баена, С.Н. Иванов, Ю.С. Иванов; заявитель и патентообладатель Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т.- № 2017113804; заявл. 20.04.2017; опубл. 19.04.2018. Бюл. № 11. -2 с.

УДК 62-83-526
Плотников Евгений Викторович, студент; Plotnikov Yevgeniy Viktorovich
Егоров Владислав Алексеевич, кандидат технический наук, доцент;
Egorov Vladislav Alekseevich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

АВТОНОМНЫЙ ИНВЕРТОР НА БАЗЕ ОДНОКРИСТАЛЬНОГО МИКРОКОНТРОЛЛЕРА

SELF-EXCITED INVERTER ON THE BASIS OF A SINGLE-CHIP MICROCONTROLLER

Аннотация. Приводится функциональная схема и принцип реализации широтно-импульсной модуляции автономного инвертора на базе однокристального микроконтроллера.
Summary. The functional circuit and the principle of realizing the pulse-width modulation of an self-excited inverter on the basis of a single-chip microcontroller are given.
Ключевые слова: Микроконтроллер, широтно-импульсная модуляция, автономный инвертор, асинхронный двигатель, таймер, силовой драйвер.
Key words: Microcontroller, pulse width modulation, self-excited inverter, induction motor, timer, power driver.

Автономные инверторы в сочетании с асинхронным двигателем являются основным типом промышленного электропривода.

Работа посвящена разработке автономного инвертора на базе однокристального микроконтроллера. На рисунке 1 представлена функциональная схема разрабатываемой системы.

Автономный инвертор, работающий на статорную обмотку асинхронного короткозамкнутого двигателя включает в себя: цепь ограничения тока заряда (ЦО), выпрямитель (В), звено постоянного тока (ЗПТ), схему определения завершения заряда звена постоянного тока (СО), блок питания (БП), охлаждение драйвера (ОД), микроконтроллер (МК), силовой драйвер (СД).

Цепь ограничения тока заряда, представляет собой RC цепочку, включаемую последовательно с ёмкостью звена постоянного тока, для ограничения зарядного тока этой ёмкости. Когда напряжение на ёмкости DC звена близко к номинальному, срабатывает схема определения завершения заряда (СО), шунтирующая токоограничивающую RC цепочку цепи ЦО. Этот же сигнал сообщает микроконтроллеру, о завершении заряда звена постоянного тока. После чего, микроконтроллер начинает генерацию ШИМ-модулированного синусоидального сигнала.

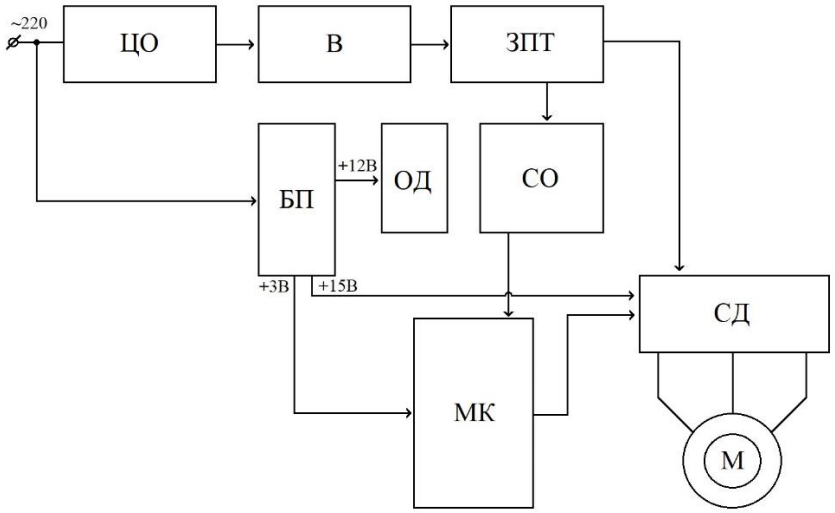


Рисунок 1 – Функциональная схема автономного инвертора

Для реализации проекта выбран микроконтроллер STM32F407VG. Он имеет два специализированных таймера TIM1 и TIM8, предназначенных для управления силовыми ключами 3-х фазного моста автономного инвертора напряжения.

Для получения 3-х фазного ШИМ-модулированного синусоидального сигнала использованы три массива с расчетными точками функции синус с фазовым сдвигом расчетных значений, в каждом из массивов на 120^0. Значения элементов соответствующего массива выводятся в регистры сравнения CCR соответствующего канала таймера в прерывании от таймера TIM6 (рисунок 4). Это позволяет получить на выходе таймера 3-х фазный ШИМ-модулированный синусоидальный сигнал. Этот сигнал поступает на входы силового драйвера и позволяет получить трёхфазное синусоидальное напряжение на выходе инвертора.

Таким образом, частоту ШИМ-модулированного синусоидального сигнала на выходе можно регулировать при помощи изменения интервала задержки в таймере TIM6. Сам интервал можно рассчитать по формуле:

$$T = \frac{f\text{оп}}{N * K}\frac{1}{fsin} \qquad (1)$$

где T – содержимое счётного регистра таймера T6; fоп - частота на входе таймера T6; N – коэффициент предделителя таймера T6; K- число элементов массива SIN; $fsin$ - частота трёхфазного синуса на выходе инвертора.
Линии PC9, PC11 и PC13 определены как выходы фаз A, B и C таймера TIM1 (рисунок 2).

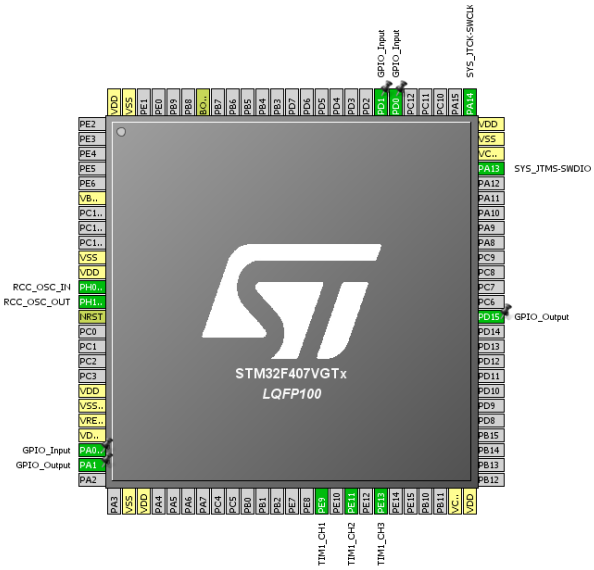


Рисунок 2 – Распределение линий микроконтроллера

Настройки проекта в конфигураторе микроконтроллера STM32CubeMX приведены на рисунке 3.

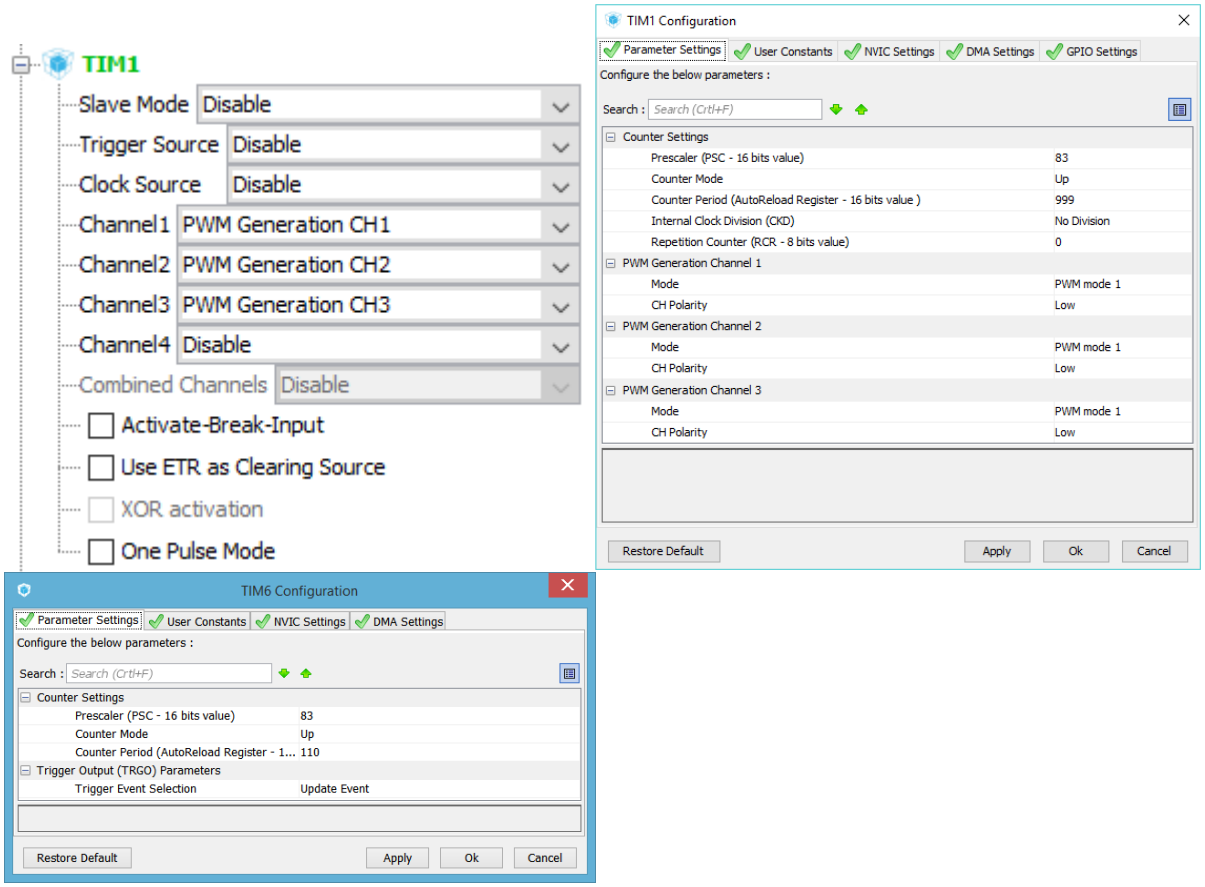


Рисунок 3 – Настройки таймеров TIM1, TIM6

Фрагмент программы, генерирующей 3-х фазный ШИМ-модулированный синусоидальный сигнал представлен на рисунке 4.

Для проверки работоспособности 3-х фазного ШИМ-модулятора синусоидального сигнала, линии микроконтроллера PC9 PC11 PC13 были

подключены ко входам осциллографа, через RC фильтры первого порядка, с частотой среза 100Гц. Сигналы фаз A и B показаны на рисунке 5.

```
#include "stm32f4xx_hal.h"
#include "stm32f4xx.h"
#include "stm32f4xx_it.h"

uint16_t sin3[180] =
{76,
66, 59, 51, 43, 36, 30, 24, 19, 15, 11,
8, 5, 3, 1, 0, 0, 0, 1, 3, 5,
8, 11, 15, 19, 24, 30, 36, 43, 51, 59,
66, 76, 85, 95, 106, 117, 128, 140, 153, 165,
179, 192, 206, 220, 235, 250, 265, 281, 297, 313,
329, 345, 362, 379, 396, 413, 430, 448, 465, 482,
500, 517, 535, 552, 569, 587, 604, 621, 638, 655,
671, 687, 703, 719, 735, 750, 765, 779, 794, 808,
821, 835, 847, 859, 872, 883, 894, 905, 915, 924,
933, 941, 949, 956, 964, 969, 976, 981, 985, 989,
992, 995, 997, 998, 999, 1000, 999, 998, 997, 995,
992, 989, 985, 981, 976, 969, 964, 957, 949, 941,
933, 924, 915, 905, 894, 883, 872, 859, 847, 834,
821, 808, 794, 779, 765, 750, 735, 719, 703, 687,
671, 655, 638, 621, 604, 587, 569, 552, 535, 517,
500, 482, 465, 448, 430, 413, 396, 379, 362, 345,
329, 313, 297, 281, 265, 250, 235, 220, 206, 192,
179, 165, 153, 140, 128, 117, 106, 95, 85};
```

```
void TIM6_DAC_IRQHandler(void)
{
  HAL_TIM_IRQHandler(&htim6);
  TIM1->CCR1=sin1[i1];
  TIM1->CCR2=sin2[i1];
  TIM1->CCR3=sin3[i1];
  i1++;
  if(i1>=180) i1=0;
}
```

Рисунок 4 – Фрагмент программы, генерирующей 3-х фазный ШИМ-модулированный синусоидальный сигнал

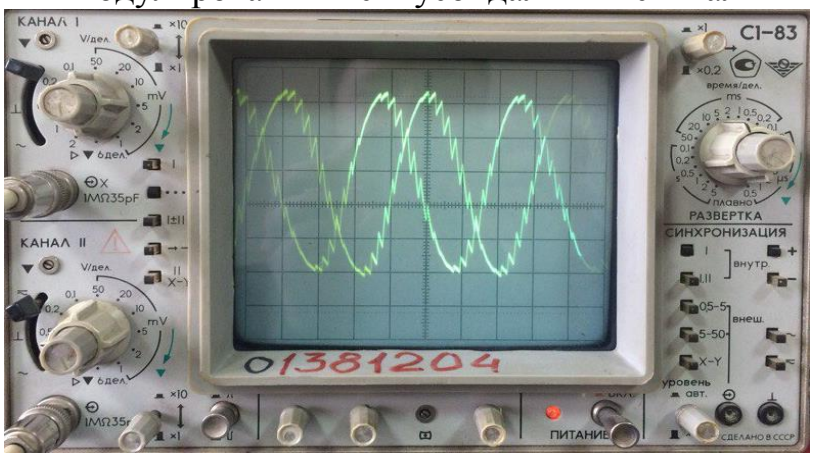


Рисунок 5 – Сигналы фаз A и B 3-х фазного ШИМ-модулятора

Из рисунка видно, что период синусоид составляет 20 мс. Этот результат, соответствует расчётному периоду интервала задержки в таймере TIM6 (T=111), полученному по формуле (1) для частоты 50Гц и приведенному в настройках таймера TIM6 (рисунок 3).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. STM32F405xx STM32F407xx Datasheet // ST.COM. URL: http://www.st.com/resource/en/datasheet/stm32f407vg.pdf (дата обращения: 12.03.2018).

УДК 681.5.01:658.5
Полей Евгений Олегович, студент; Poley Evgeniy Olegovich
Черный Сергей Петрович, кандидат технических наук, доцент;
Cherny Sergey Petrovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛИ НЕЧЕТКОГО МНОГОКАСКАДНОГО РЕГУЛЯТОРА С РАЗЛИЧНЫМИ СОЧЕТАНИЯМИ АЛГОРИТМОВ ВЫВОДА

REALIZATION OF THE MODEL OF THE FUZZY MULTI-CASUAL REGULATOR WITH VARIOUS COMBINATIONS OF ALGORITHMS OF CONCLUSION

Аннотация. В работе рассмотрена возможность реализации модели нечеткого многокаскадного регулятора с различными сочетаниями алгоритмов вывода для управления сложными технологическими объектами. Реализованы две системы с различными алгоритмами вывода. Так же сформировано интеллектуальное переключающее устройство с алгоритмом вывода Сугено с тремя лингвистическими переменными на выходе в виде констант.
Summary. The paper considers the possibility of realizing a model of a fuzzy multi-stage regulator with various combinations of output algorithms for managing complex technological objects. Two systems with different output algorithms are implemented. An intelligent switching device with an Sugeno output algorithm with three linguistic variables at the output in the form of constants is also formed.
Ключевые слова: Нечеткий логический регулятор, интеллектуальное переключающее устройство с алгоритмом вывода Сугено, многокаскадная интеллектуальная система.
Keywords: Fuzzy logic controller, intelligent switching device with Sugeno output algorithm, multi-stage intelligent system.

Современные сложные объекты управления характеризуются обширным набором параметров, которые в свою очередь варьируются достаточно в широких пределах. Для учета параметров удобно использовать системы управления, основанные на нечеткой логике [1]. В связи со сложностью систем, структура нечёткого регулятора будет сопровождаться существенными сложностями настройки, поэтому этап реализации предлагается разбить на два каскада. Структурная схема такой системы представлена на рисунке 1.

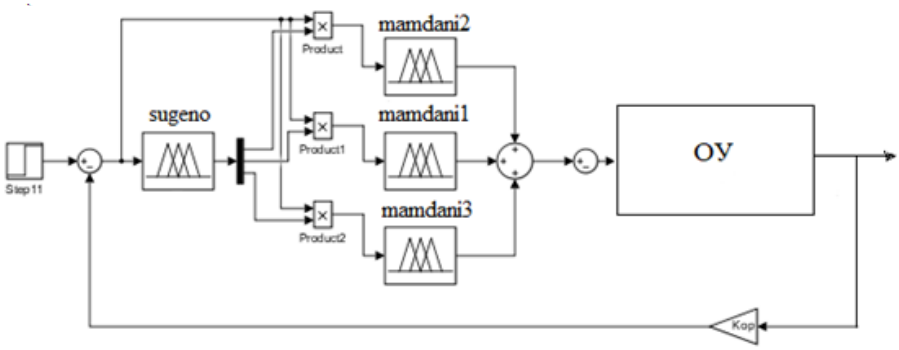


Рисунок 1 – Структурная схема системы с алгоритмом вывода Мамдани.

Первый каскад представляет собой интеллектуальное переключающее устройство с алгоритмом вывода Сугено. Внутренний каскад представлен набором из трёх нечетких регуляторов, реализованных с применением либо алгоритма вывода Сугено, либо алгоритма вывода Мамдани для первого и второго случаев соответственно [2].

Моделирование второго каскада с алгоритмом нечеткого логического вывода Мамдани проводилось следующим образом. Лингвистические переменные формализующие понятия входных и выходных величин реализованы с использованием пяти аппроксимированных функций принадлежности треугольного вида и различаются между собой лишь диапазонами распределения этих величин в блоке фаззификации. Диапазон изменения интервала составляет [5.6; 10.4], что соответствует 30% интервалу от изменения сигнала задания [1]. Аналогичным образом производилось формирование вложенного каскада для интеллектуальной системы управления с сочетанием нечетких логических выводов Сугено-Сугено. Отличия связаны с реализацией блока дефаззификации и обусловлены особенностями упрощенного алгоритма вывода. Распределение констант в блоке дефаззификации представляет собой базовое терм-множество – T нечетких переменных и состоит из следующих элементов: $T = \{MO, O, Z, P, MP\}$, где MO – большое отрицательное значение; O – малое отрицательное значение; Z – нулевое значение; P – малое положительное значение; MP – большое положительное значение [2].

Особенности реализации внешнего первого каскада для интеллектуальных систем, как при сочетании выводов Сугено-Сугено, так и для Сугено-Мамдани можно представить следующим образом. Блок фаззификации описывается областью определения [0; 10.4]. Базовое терм-множество – T лингвистической переменной – состоит из трех элементов: $T = \{Z, P, MP\}$, где Z – нулевое значение; P – малое положительное значение; MP – большое положительное значение. В области определения базового терм-множества лингвистической переменной распределены три аппроксимированные функций принадлежности нечетких переменных в виде трапеций [3], а блок дефаззификации формализуется двумя константами 0 и 1. Проверка работоспособности систем осуществляется путем изменения задаю-

щего сигнала в диапазоне ±30% от исходной величины, результат моделирования представлен на рисунке 2.

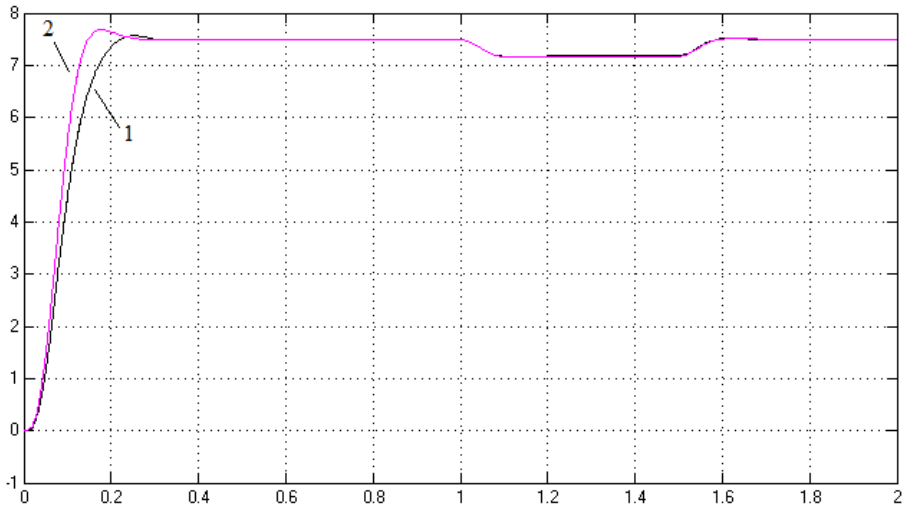


Рисунок 2 - Переходные характеристики систем.
1 - с алгоритмом вывода Мамдани
2 - с алгоритмом вывода Сугено.

Анализируя графики можно сделать вывод, что система управления, имеющая во втором каскаде набор регуляторов с алгоритмом вывода Сугено, превосходит по быстродействию систему с сочетанием алгоритмов нечеткого логического вывода Сугено-Мамдани. Однако необходимо отметить, что использование алгоритма Мамдани позволяет совершать более гибкую настройку системы. Универсальность и простота расширения такой многокаскадной интеллектуальной системы связана лишь с увеличением количества простейших нечетких регуляторов во внутреннем каскаде.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Cherny, S.P. Another approach to enhancement of fuzzy controller intellectual capabilities / S.P. Cherny, V.A. Solovyev. – 2017 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM). IEEE Xplore Conference Publications. – 2017. – P. 1 - 4.

2. Соловьев, В.А. Искусственный интеллект в задачах управления. Интеллектуальные системы управления технологическими процессами: учеб. пособие / В.А. Соловьев, С.П. Черный. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2006. – 74 с.

3. Cherny, S.P. Another approach to enhancement of fuzzy controller intellectual capabilities / S.P. Cherny, V.A. Solovyev. – 2017 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM). IEEE Xplore Conference Publications. – 2017. – P. 1 - 4.

УДК 674.81
Попов Михаил Михайлович, аспирант; Popov Michail Michailovich
Стельмащук Сергей Валерьевич, кандидат технических наук, доцент;
Stelmashchuk Sergey Valerievich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ДИСКОВАЯ РУБИТЕЛЬНАЯ МАШИНА КАК ОБЪЕКТ АВТОМАТИЗАЦИИ

DISK STICKING MACHINE AS OBJECT OF AUTOMATION

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы связанные с повышением качества производства технологической щепы путем автоматизации процесса резания дисковой рубительной машиной, рассмотрены основные параметры, влияющие на качество конечного продукта, разработана модель позволяющая симулировать процесс резания, изменяя параметры режущего инструмента.
Summary. The article deals with the issues related to improving the quality of production of technological sheep by automating the cutting process of a disk chipping machine, the main parameters affecting the quality of the final product are considered, a model is developed that allows to simulate the cutting process by changing the parameters of the cutting tool.
Ключевые слова: дисковая рубительная машина, автоматизация, повышение качества, щепа.
Keywords: disk chipper, automation, quality improvement, chips.

В настоящее время деревообрабатывающий комплекс в России занимает одно из важнейших мест в экономике страны. Одним из побочных продуктов лесопильной продукции является низкокачественная древесина древесина, а также отходы лесного производства, тонкомерное сырье и т.д. Одним из перспективных направлений переработки этого сырья, является производство технологической щепы, имеющей широкий диапазон применения. Для эфффективной переработки необходимо применение рубительных машин, разработка и внедрение которых ведется со времен СССР и по наши дни.

Одним из важнейших аспектов разработки рубительных машин, является повышение эффективности производства щепы, уменьшение процента конечного брака продукции. Средством достижения этого является повышение уровня автоматизации процесса резания древесины, путем внедрения контролирующей автоматики, способной на основании входных параметров регулировать работу машины с целью достижения необходимого уровня качества продукции.

При проектировании устройств контроля процесса резания необходимо в превую очередь учитывать характеристики древесины, идущей в переработку, так как особенности перерабатываемого сырья играю важную роль в расчете уровня качества выходной щепы. Основным сырьем, идущим в переработку, являются горбыль и рейки остающиеся после производства леса на кругляк и брус. Особенностью данного сырья является то, что при большой длине, они также имеют малое поперечное сечение, что в свою очередь, учитывая, что материал в основном подается в машину навалом, а не поштучно, создает в патроне машины условия неустойчивого резания. Это подводит нас к первоначальному выбору типа машины. Многоножевые геликоидальные дисковые рубительные машины, благодаря особой конструкции диска позволяет повышать устойчивость резания при помощи повышенного количества ножей на диске, из-за чего в момент выхода предыдущего ножа и древесины, следующий нож уже осуществляет процесс резания. Это позволяет качественно улучшить характеристику равномерности силы резания.

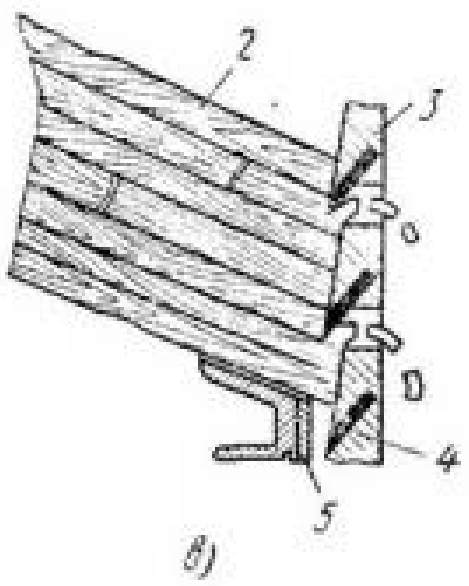


Рисунок 1- Процесс резания разномерной древесины геликоидальным диском.

Следующим объектом, параметры которого также важны для обеспечения является непосредственно режущий орган машины, а именно диск, на котором установлены режущие инструменты. К режущему инструменту относятся ножи и резцы, стружколоматели и контрножи. Ножи, резцы и стружколоматели являются активными режущими интструментом, так как непосредственно участвуют в процессе формирования элементов щепы и размещаются на рабочих органах. Контрножи не участвуют в фор-

мировании элеметов щепы, а служат опорными элементами для перерабатываемой древесины. Расположение элементов показано на рисунке 2.

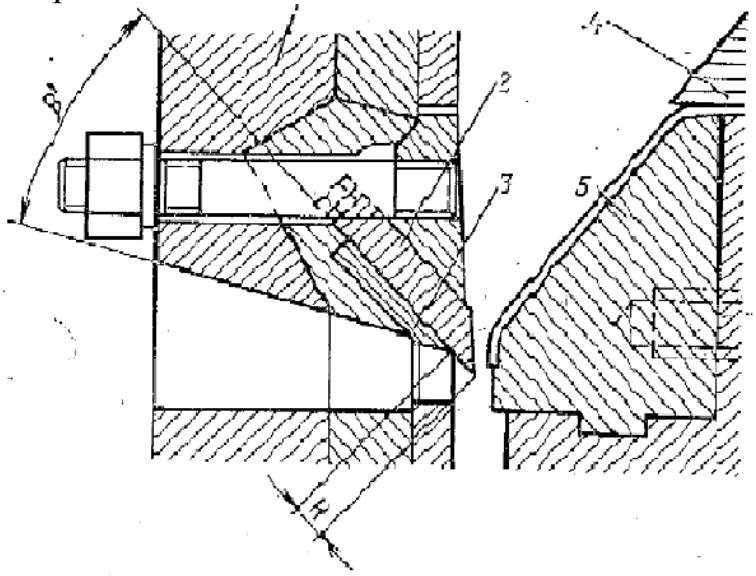


Рисунок 2. Расположение элементов режущего инструмента в рубительной машине: 1- рабочий орган, 2 – нож, 3 –стружколоматель (подножевая пластина), 4 – загрузочный патрон, 5 – контрнож.

На рисунке видно, что основными регулируемыми параметрами ножа являются угол заточки рабочей грани β и длина рабочей поверхности H (Также являющаяся расстоянием ножа от стружкоснимателя). Для дисковых машин резцу(ножу) достаточно иметь одно лезвие, поскольку при продольно-торцевом резании элементы щепы формируются преимущественно скалыванием вдоль волокон. Стружколоматели используют для уменьшения износа рабочего тела, они изготавливаются в виде съемных пластин повышеной твердости и износостойкости. Помимо этого, они используются в качестве элементами крепления ножа. Исследованиями установлено, что чрезмерно большой угол заострения β и недостаточная удаленность H стружколомателя от лезвия ножа являются причинами ухудшения качества щепы, роста усилий рубки и снижения эффекта затягивания перерабатываемого лесоматериала. Исходя из этого можно сделать вывод, что 2 вышеупомянутых параметра являются важной частью для системы автоматизации процесса резания. Введение в конструкцию машины контрножей вызвано необходимостью поддержания острыми кромок опорных элементов загрузочных патронов. Износ кромок опорных элементов загрузочных патронов после незначительного срока эксплуатации приводил к резкому ухудшению качества щепы и вызывал длительные простои машин для их ремонта и замены. В нашем случае для данного элемента необходимо рассмотреть вопрос использования более современных материалов, для того чтобы свести вероятность его выхода из строя вне прогнозируемых периодов к минимуму.

Третьим аспектом, влияющим на качество выходящей из машины щепы, являются характеристики древесного материала поданного на линию переработки. Основными типами древесины, идущей на переработку в нашей стране являются: ель, пихта, кедр, сосна, лиственница, бук, липа, береза, осина. Каждый из этих типов деревьев обладает определенными характеристиками, прямо влияющими на процесс резания древесины. Основными характеристиками являются плотность, ударная вязкость древесины и ее предел прочности. Отдельно необходимо упомянуть что вышеперечисленные параметры имеют свойство меняться в зависимости от внешней температуры и влажности воздуха. Также необходимо отметить, что определенную роль играет средний процент наличия трещин, сучков и прочих пороков древесины, однако здесь мы ничего поделать не можем и вынуждены просто учитывать его.

Помимо улучшения качества конечного продукта, целесообразно рассмотреть вопрос повышения энегроэффективности оборудования, так как одним из основных элементов рубительной машины является электропривод, приводящий во вращение ножевой диск. Режим работы рубительной машины соответствует перемежающемуся режиму S6. Он представляет собой последовательность идентичных циклов, каждый из которых включает время работы Δt_p с постоянной нагрузкой P и время работы на холостом ходу Δt_v (рисунок 3).

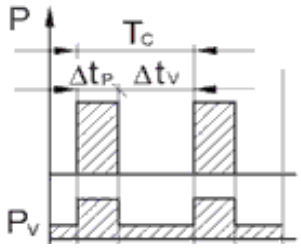


Рисунок 2.28 – Нагрузочная диаграмма перемежающегося режима работы S6

Из рисунка видно, что нагрузка является резкопеременной. При нерегулируемом электроприводе наблюдаются перепады скорости и соответственно высокие динамические моменты.

Основной задачей системы регулирования электропривода рубительной машины является поддержание постоянства скорости вращения. Это обусловлено как энергетическими, так и технологическими показателями.

Система регулирования должна обеспечивать оптимальные динамические характеристики по управляющему и возмущающему воздействиям. Особенное внимание следует уделить возмущающему воздействию из-за характерной нагрузки для рубительной машины, что было отмечено выше.

Динамические характеристики оказывают влияние на качество обработки, поэтому переходный процесс при набросе нагрузки должен иметь минимальное время.

Экономичность привода рубительной машины может быть достигнута применением двигателей с высоким коэффициентом полезного действия, исключением редуктора, и отсутствием потерь на разгон (за счет применения системы регулирования). Следует отметить, что торможение в рубительной машине происходит крайне редко (только в случае аварии, а также для смены режущих ножей). В мощных рубительных машинах с высокими маховыми моментами целесообразно предусмотреть рекуперацию энергии в сеть.

Если мощность привода небольшая, то рекуперация энергии экономически не выгодна из-за высокой стоимости преобразователя. В этом случае необходимо применение дополнительных устройств (например, тормозных сопротивлений), позволяющих уменьшить время остановки. Для аварийной остановки необходимо предусмотреть наличие механического тормоза.

На данный момент нами разработана математическая модель процесса резания древесины, которая позволяет изменяьб угол заточки и угол атаки режущего ножа. График силы реза получаемый при расчете модели (рисунок 4) схож с графиками, полученными в ходе экспериментов с реальной машиной (рисунок 5), что позволяет говорить, о работоспособности модели.

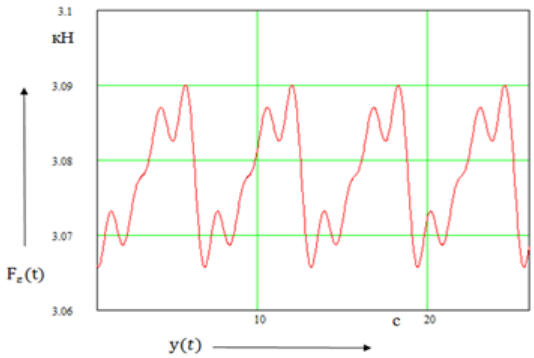


Рисунок 4 - Изменение силы резания, полученное по результатам моделирования

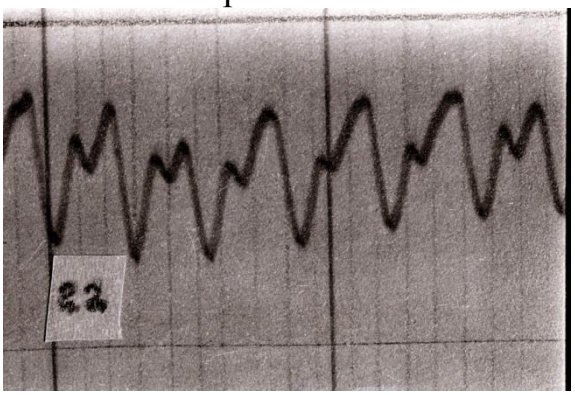


Рисунок 5 - Осциллограмма записи усилия резания.

Из всего выше сказанного можно сделать вывод, что учитывая особенности материала подаваемого в машину и имея возможность автомати-

чески регулировать основные параметры режущего инструмента, а именно: угол наклона и длину рабочей поверхности ножа, угол под которым бревно подается в машину, частоту вращения диска, также при этом учитывая условия внешней среды и тип древесины, можно привести машину к состоянию устойчивого реза при котором будет достигаться плавность хода диска, и равномерность работы электропривода машины, так как будет происходить плавное сглаживание пиковых нагрузок при резе, за счет анализа и подстройки графика силы резания. Процент брака на выходе возможно определять путем создания системы просеивающих решеток с ячейки разной ширины, на выходе машины. Это позволит при помощи периодического контроля решеток определять соответствует ли щепа технологическому стандарту и, если нет, производить настройку машины для увеличения или уменьшения размеров щепы. Также необходимо отметить что роль человека в управлении машиной снижается до задачи включения, выключения и периодического контроля конечного продукта, что повышает безопасность производства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сим, Б.М. Теория электропривода. Часть 2 : учебное пособие для электротехнических специальностей вузов / Б.М. Сим. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2003. – 184 с.

2. ГОСТ 12.2.026.0-93 Оборудование деревообрабатывающее. Требования безопасности к конструкции – Введ. 1995.01.07 – Сб. ГОСТов М.: ИПК Издательство стандартов, 2001 год.

3. Балковой, А.П. Прецизионный электропривод с вентильными двигателями / А.П. Балковой, В.К. Цаценкин. – М.: Издательство дом МЭИ, 2010. – 328 с.

4. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием / Г.Г. Соколовский. – М.: «Академи», 2006. – 265 с.

5. Герман-Галкин, С.Г. Проектирование мехатронных систем на ПК / С.Г. Герман-Галкин. – Санкт-Петербург: КОРОНА-Век, 2008. – 368 с.

6. Черных, И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink / И.В. Черных. – М.: «Питер», 2008. – 290 с.

7. Браславский, И.Я. Энергосберегающий асинхронный электропривод: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений / И.Я. Браславский, З.Ш. Ишматов, В.Н. Поляков. – М.: Издатеьский центр «Академия», 2004. 256 с.

8. Рушнов, Н.П. Рубительные машины. / Н.П. Рушнов, Э.П. Лиц-ман, Е.А. Пряхин. – М.: Лесная промышленность, 1985, - 208 с.

УДК 628.9; 621.3
Попов Дмитрий Валерьевич, студент; Popov Dmitry Valerievich
Копытов Сергей Михайлович, кандидат технических наук, доцент; Koрytov Sergey Mihailovich
Ульянов Александр Владимирович, кандидат технических наук, доцент; Ylyanov Aleksandr Vladimirovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

DEVELOPMENT OF INTELLECTUAL SYSTEM OF ENTERPRISE LIGHTING

Аннотация. в данной работе рассматривается технология передачи данных по силовой сети применительно к системам освещения крупных предприятий. Рассматриваются основные достоинства и недостатки, а также приводится схемная реализация некоторых узлов системы.
Summary. Annotation: in this paper, the technology of data transmission by the power network is applied to large-scale lighting systems. The main advantages and disadvantages are considered, as well as schematic implementation of some system nodes.
Ключевые слова. PLC, система освещения, освещение предприятий.
Key words. PLC, lighting system, enterprise lighting.

PLC (Power Line Communication) - технология передачи данных по силовым сетям, в данном случае 220В/50 Гц. Основным преимуществом данной технологии является отсутствие необходимости прокладывать дополнительные провода, однако у такого подхода есть и недостаток – низкая скорость передачи данных (порядка 100 бит в секунду).

Существуют также высокочастотные PLC, которые накладывают поверх питающего напряжения высокочастотный сигнал и на приёмной стороне демодулируют этот сигнал на фоне напряжения сети, но при достаточно протяжённых линиях высокочастотный сигнал может сильно исказиться, поэтому в приложениях, где не требуется большая скорость передачи данных и передатчик с приёмником разнесены на большое расстояние предпочтительнее использовать низкочастотный PLC.

Разрабатываема система прежде всего ориентирована на заводы и должна иметь возможность централизованного управления освещённостью на определённых участках. Структурная схема системы наружного освещения представлена на рисунке 1.

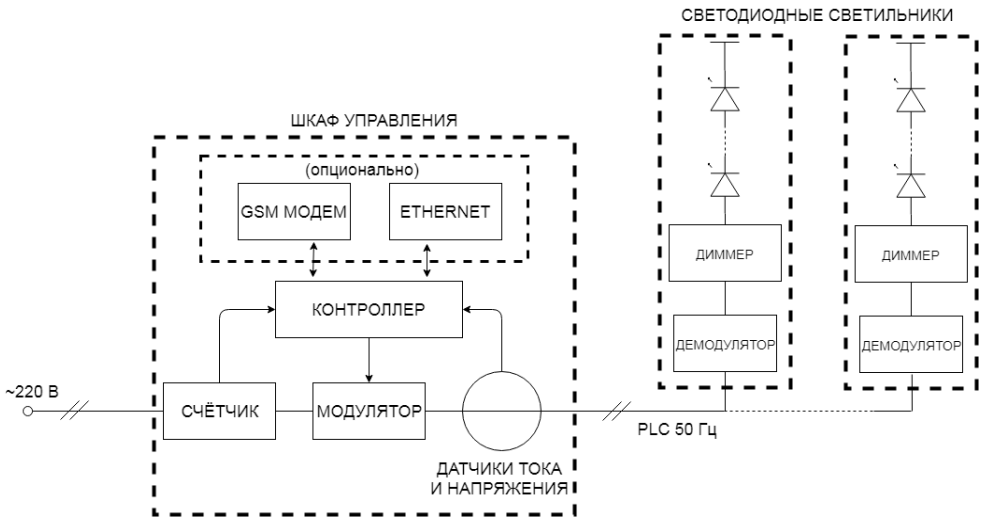


Рисунок 2 - Структурная схема управления наружным освещением

Шкаф управления содержит модулятор, который передаёт данные по сети всем светильникам. Модуляция осуществляется по следующему принципу (см. рисунок 2):

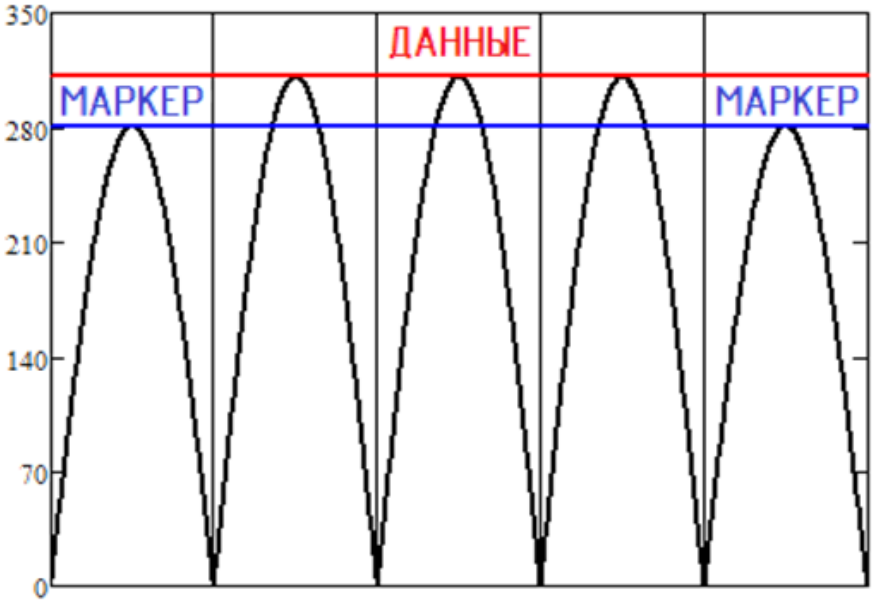


Рисунок 3 - Принцип модуляции данных по сети 220 В

Амплитудное значение сетевого напряжение равно 311 В, чтобы передать маркер напряжение понижается на 30 В. Демодулятор считывает изменение напряжения и как только находит маркер начинает отсчёт количества полуволн, которые и формируют полезный сигнал. Подсчёт количества полуволн осуществляется с помощью детектора перехода через «0» сетевого напряжения. Схемная реализация детектора показана на рисунке 3.

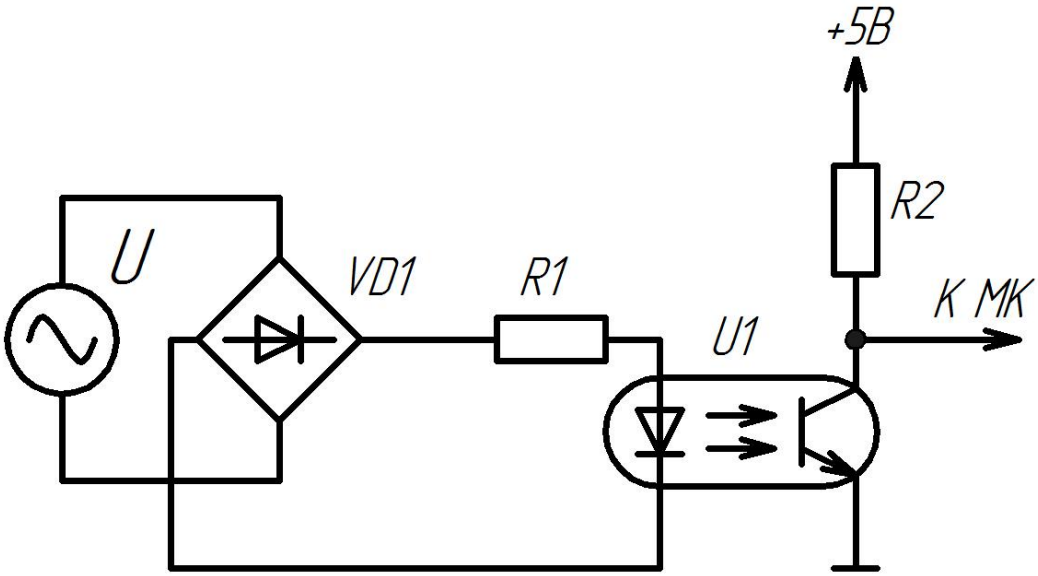


Рисунок 4 - Детектор нуля сетевого напряжения

Принцип работы детектора заключается в том, что транзистор оптопары будет всегда находиться в открытом состоянии, кроме моментов, когда сетевое напряжение переходит через «0» и через светодиод оптопары не протекает ток, таким образом напряжение на выходе схемы будет иметь вид импульсов с пиком точно в нуле сетевого напряжения (см. рисунок 4).

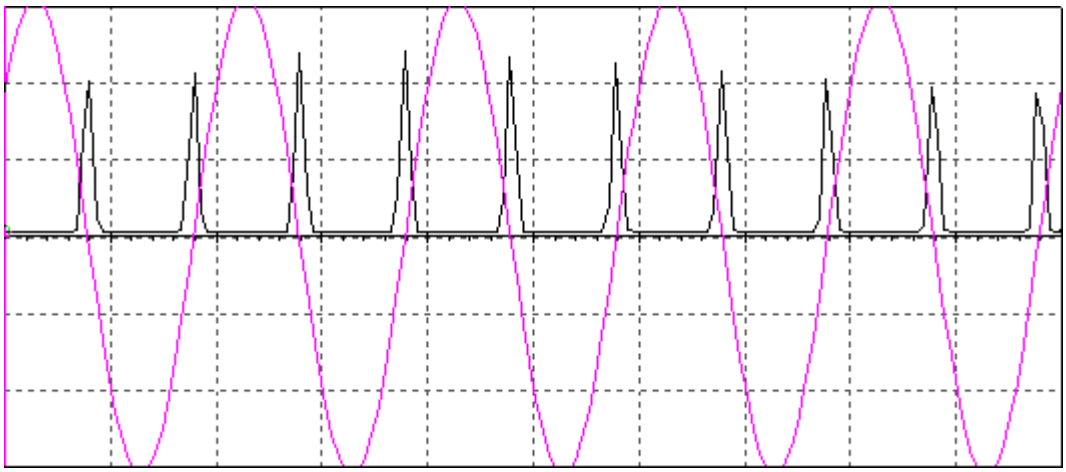


Рисунок 5 - Работа детектора нуля

Для передачи маркера на первых этапах было решено понижать напряжение с помощью последовательного включения с нагрузкой линейки диодов. Схемная реализация представлена на рисунке 5.

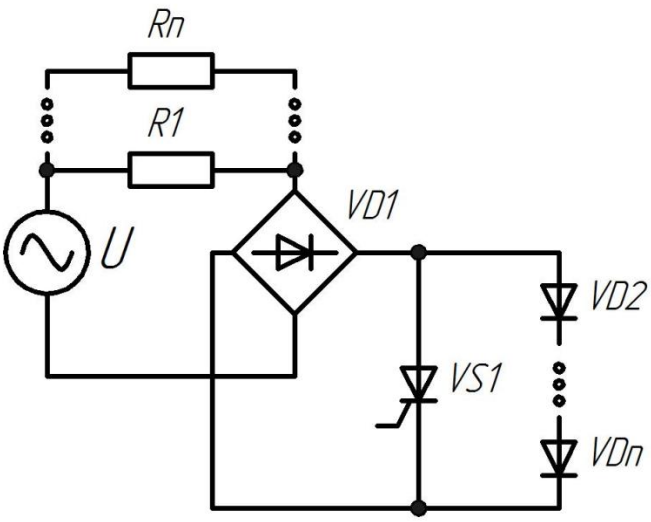


Рисунок 6 - Реализация модулятора

Модуляция происходит следующим образом: когда требуется сформировать маркер, тиристор остаётся закрытыми и на нагрузку поступает сетевое напряжение за вычетом падения напряжения на линейке диодов (около 30 В), далее для передачи информации тиристор открывается на необходимое количество полуволн.

При испытании данной схемы были получены следующие результаты (см. рисунок 6):

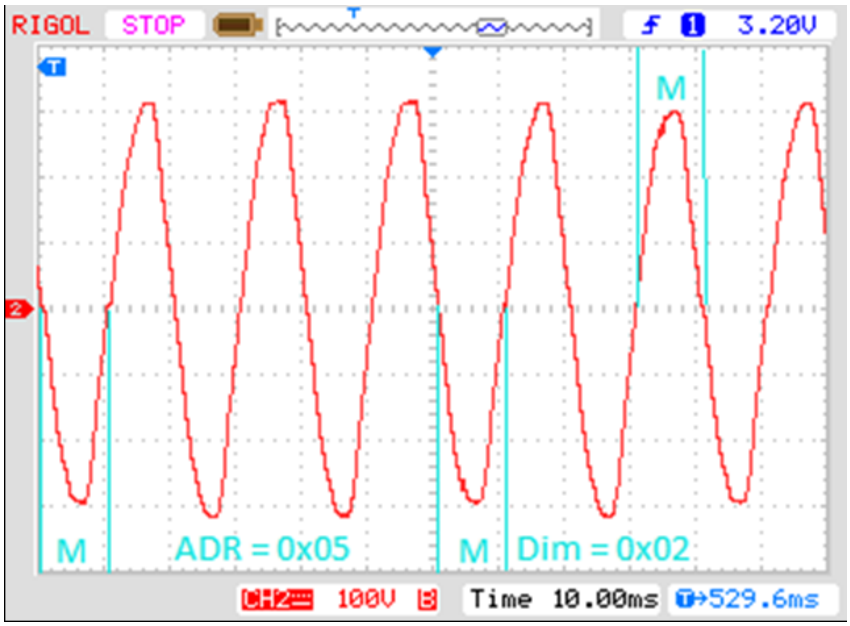


Рисунок 7 - Осциллограмма напряжения на нагрузке

УДК 615.47
Попова Дарья Александровна, студент; Popova Darya Alexandrovna
Копытов Сергей Михайлович, канд. тех. наук, доцент;
Kopytov Sergey Mihailovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

РАЗРАБОТКА АППАРАТА ВИБРОАКУСТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

DEVELOPMENT OF THE VIBROACOUSTRIC EXPOSURE APPARATUS

Аннотация. Предложен простой аналог аппарата виброакустического воздействия «Витафон» для использования в лабораторном практикуме направления «Биотехнические системы и технологии». В качестве базы устройства использованы микросхемы жесткой логики ТТЛ серии К1533. Представлена структурная схема предлагаемого аппарата. Аппарат формирует шестнадцать отличающихся звуковых частот, которые в определенном порядке поступают на излучающие виброфоны.
Summary. A simple analogue of the vibroacoustic impact device "Vitafon" is proposed for use in the laboratory practical course "Biotechnical systems and technologies". As the base of the device we use chips of rigid logic TTL series K1533. The structural diagram of the proposed apparatus is presented. The device generates sixteen distinct sound frequencies, which in a certain order arrive on the radiating vibraphones.
Ключевые слова: микровибрация, виброакустическое воздействие, звуковая частота, виброфон, генератор.
Key words: microvibration, vibroacoustic effect, sound frequency, vibraphone, generator.

Виброакустическая терапия – это метод физиотерапии, при котором на ткани организма воздействуют микровибрациями звуковой частоты. Лечебные и профилактические эффекты обусловлены действием микровибрации – жизненно важного, незаменимого и почти всегда дефицитного для организма явления. Как показали исследования, микровибрация является необходимым условием для жизни многоклеточных организмов [1].

Известно, что работа мышц помогает сердцу перекачивать кровь. Поэтому говорят, что мышцы – периферическое сердце. Микровибрация является одним из главных действующих факторов мышечной активности. Эти факторы создают лечебный эффект при оздоровительной физкультуре и дыхательной гимнастике. Виброакустическое воздействие также улучшает местный иммунитет организма [2].

Цель работы – разработать простой аналог аппарата виброакустического воздействия «Витафон» для использования в лабораторном практикуме направления «Биотехнические системы и технологии».

Аппарат состоит из электронного блока и присоединённых к нему преобразователей «электрический сигнал – вибрация» - виброфонов. Виброфоны прижимают к коже над больным местом, при работе они возбуждают микровибрацию тканей организма. Частота микровибрации непрерывно изменяется в звуковом диапазоне частот. Таким образом, виброфоны преобразуют энергию электрических колебаний в энергию звуковых и механических колебаний.

В качестве виброфонов можно использовать электромагнитные и пьезоэлектрические излучатели. Сравнение данных типов излучателей показало, что пьезоэлектрические излучатели требуют более высоких напряжений для работы и имеют неравномерную частотную характеристику с участками резонанса. У электромагнитных излучателей более узкая частотная полоса работы, которая, тем не менее, перекрывает звуковой диапазон. Поэтому были выбраны электромагнитные излучатели.

Хотя последние модели промышленного аппарата «Витафон» выполнены на основе микроконтроллера, в качестве базы нашего устройства использованы микросхемы жесткой логики ТТЛ серии К1533. Такое решение более наглядно при использовании аппарата в учебном процессе, позволяет заодно показать студентам возможности редко используемых в последнее время логических микросхем. Кроме того, проект с помощью одной из интегрированных сред разработки, например, среды QUARTUS компании ALTERA, можно преобразовать в конфигурационный файл и записать в программируемую логическую интегральную схему, являющуюся представителем современной элементной базы.

Структурная схема предлагаемого аппарата виброакустического воздействия приведена на рисунке 1.

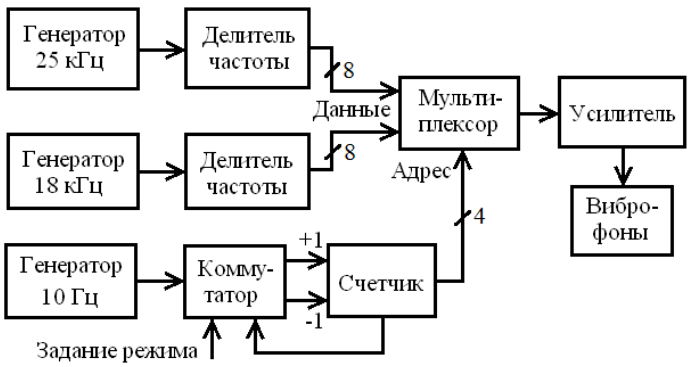


Рисунок 1 - Структурная схема аппарата виброакустического воздействия

Задающие генераторы с частотой 25 и 18 кГц вырабатывают периодические сигналы прямоугольной формы, которые поступают на делители частоты, построенные на базе шестнадцатиричных счетчиков. Использова-

ние двух генераторов на разные частоты позволяет удвоить число частот, формируемых делителями частоты в звуковом диапазоне. Так делитель, на который поступает частота 25,6 кГц, создает ряд частот 12800, 6400, 3200, 1600, 800, 400, 200, 100 Гц. В свою очередь, делитель, на который поступает частота 19,2 кГц, создает ряд частот 9600, 4800, 2400, 1200, 600, 300, 150, 75 Гц.

Полученные сигналы в порядке убывания частоты поступают на входы данных мультиплексора. Мультиплексор одну из шестнадцати звуковых частот пропускает на усилитель мощности. Затем усиленный сигнал подается на виброфоны. Для выбора частоты, пропускаемой на виброфоны, используются четыре адресных входа мультиплексора. Предложено использовать три режима циклического формирования адреса и, соответственно, лечебного воздействия. В первом режиме звуковые частоты изменяются последовательно в порядке возрастания частоты, во втором – в порядке убывания частоты. В третьем режиме частота сначала возрастает, а затем убывает, затем все повторяется.

Генератор низкой частоты 10 Гц задает дискрет времени воздействия одной звуковой частоты. Коммутатор служит для переключения подачи тактовых импульсов на суммирующий или вычитающий вход шестнадцатиричного счетчика, который формирует четырехразрядный адрес, используемый для выбора одной из звуковых частот мультиплексором.

Режим работы задает оператор с помощью переключателя, управляющего коммутатором. Предусмотрена обратная связь со счетчика на коммутатор для переключения входящего в состав коммутатора триггера, что позволяет чередовать циклы возрастания и убывания частоты выходного сигнала.

Таким образом, аппарат виброакустического воздействия может быть реализован на простых микросхемах жесткой логики. Устройство можно применять в лечебных целях, а также использовать в учебном процессе при изучении физиотерапевтических аппаратов и цифровых интегральных схем. Аппарат безопасен, поскольку имеет низковольтное питание, в источнике питания вторичная цепь отделена от сети развязывающим трансформатором, отсутствуют контактные электроды, воздействие на пациента осуществляется не электрическим, а звуковым сигналом.

УДК 621.74
Попова Валерия Сергеевна, аспирант; Popova Valeriya Sergeevna
Соловьёв Вячеслав Алексеевич, доктор технических наук, профессор;
Solovyev Vyacheslav Alekseevich.
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ И УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ МОДУЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ГОЛОЛЁДООБРАЗОВАНИЯ

ALGORITHMIC AND MANAGEMENT PROBLEMS OF THE MODULE FOR FORECASTING THE PROCESS OF NON-GOVERNMENTAL EDUCATION

Аннотация. В данной работе рассматривается научная проблема повышения эффективности борьбы с гололёдом на элементах ЛЭП, актуальность данной проблемы. Ставятся задачи модуля прогнозирования процесса гололёдообразования, описывается план работы.
Summary. In this paper, the scientific problem of improving the effectiveness of the fight against ice on the elements of power lines, the relevance of this problem. The tasks of the module for forecasting the ice-formation process are set, the work plan is described.
Ключевые слова: Прогнозирование, интеллектуальная система, гололёд, ЛЭП.
Key words: Forecasting, intellectual system, ice, power lines.

Научная проблема, на решение которой направлен проект:

Проект направлен на решение проблемы повышения эффективности борьбы с гололёдом на элементах ЛЭП за счёт применения прогнозирующей системы, заблаговременно определяющей момент начала обледенения, а также интенсивность процесса гололёдообразования, что позволяет получить запас времени на проведение мероприятий по предотвращению аварии, повысить надёжность работы системы энергоснабжения.

Актуальность проблемы для данной отрасли знаний, научная значимость решения проблемы:

Вопросам совершенствования и разработки новых методов борьбы с гололёдными отложениями уделяется много внимания, как в России, так и за рубежом. Вместе с тем остаётся много нерешённых вопросов, особенно в области создания высокоэффективных автоматизированных систем удаления льда с проводов ЛЭП. Не существует прогнозирующих модулей, которые позволили бы получить прогноз о том, что необходимо начинать мероприятия по удалению гололёда с проводов ЛЭП и, тем самым, избе-

жать обрушения/аварии на ЛЭП. Задачей является получение алгоритмов, математических моделей, позволяющие получать параметры гололёдообразования в условиях недостаточной информации (отсутствие количественных данных, возможность оценить некоторые параметры только качественно). В целом это обеспечивает повышение эффективности борьбы с гололёдом.

Разработка системы прогнозирования даёт возможность повысить эффективность и надёжность систем удаления гололёда за счёт работы в упреждающем режиме, предсказать предельные параметры гололёдообразования на проводах и своевременно сигнализировать об этом в систему удаления гололёда. На сегодняшний день системы прогнозирования ледообразования разработаны в основном только для авиационной техники. Прямое использование таких систем применительно к проводам ЛЭП невозможно в связи с резко отличающимися атмосферными условиями и параметрами объекта. Поэтому, задача разработки модуля прогнозирования процесса гололедообразования на проводах ЛЭП является востребованной. Заблаговременное прогнозирование может обеспечить возможность проведения профилактических мероприятий, а также дать запас времени на предотвращение аварии, что позволяет проводить планирование противогололёдных мероприятий в масштабах всей сети энергоснабжения. Разрабатываемая система будет использовать новое математическое описание процессов гололёдообразования, позволяющее учитывать не только количественно измеряемые величины, но и величины, измеряемые только качественно и действовать в условиях неполноты исходной информации. В ходе выполнения работы будут применяться теоретические основы термодинамики, математический аппарат нечёткой логики, методы математического моделирования.

План работы:

- Исследование и критический анализ состояния проблемы

-Анализ факторов, влияющих на процесс ледообразования

-Критический анализ существующих систем мониторинга гололёдообразования на ЛЭП

- Анализ существующих систем прогнозирования гололёдообразования

- Оценка основных параметров, влияющих на гололёдообразование проводов ЛЭП. Распределение этих параметров на две группы: Параметры, которые возможно измерить количественно с помощью датчиков и других измерительных приборов и параметры, которые невозможно измерить количественно, а можно лишь дать им качественную оценку.

- Определение наиболее важных параметров, влияющих на процесс гололёдообразования на проводах ЛЭП.

- Разработка математического описания процесса гололёдообразования на проводах ЛЭП

- Разработка математической модели процесса гололёдообразования на проводах ЛЭП

- Разработка функциональной схемы процесса прогнозирования

- Разработка структурной схемы процесса прогнозирования

- Разработка структурной схемы измерительного модуля

- Разработка функциональной схемы измерительного модуля

- Разработка электрической схемы измерительного модуля

- Разработка алгоритма работы измерительного модуля

- Разработка конструкторской документации для измерительного модуля

- Разработка опытного образца измерительного модуля

- Изготовление опытного образца измерительного модуля

- Испытание опытного образца измерительного модуля

- Разработка математической модели системы прогнозирования

- Проверка адекватности математической модели системы прогнозирования

- Проведение исследований математической модели системы прогнозирования

- Разработка алгоритмов работы прогнозирующего модуля

- Разработка системы прогнозирования

- Разработка прогнозирующего модуля

- Разработка системы связи между измерительным и прогнозирующим модулем

- Разработка опытного образца программно-аппаратного комплекса для прогнозирующего модуля:

- Разработка алгоритмов работы программного обеспечения для прогнозирующего модуля

- Разработка программного обеспечения для прогнозирующего модуля

- Разработка интерфейса оператора для прогнозирующего модуля

-Разработка опытно-промышленного образца программно-аппаратного комплекса для прогнозирующего модуля.

УДК 62-521
Пыльнова Кристина Алексеевна, магистрант; Pylnova Kristina Alekseevna
Егорова Валерия Павловна, ассистент; Egorova Valeria Pavlovna
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССНОЙ МОДЕЛИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УЧАСТКА ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ

DEVELOPMENT OF A PROCESS MODEL FOR AN AUTOMATED LASER WELDING SITE

Аннотация. Разработана модель технологического процесса автоматизированного участка роботизированной лазерной сварки. В работе рассматриваются проблемы, существующие на текущий момент технологических участков сварки.
Summary. A model of the technological process of an automated section of robotic laser welding has been developed. The paper deals with the problems existing at the current moment in the technological sections of welding.
Ключевые слова: моделирование, промышленная робототехника, автоматизация, управление.
Keywords: modeling, industrial robotics, automation, management.

В данный момент самолёто-и-вертолёто-строение развивается высокими темпами и является, передовой отраслью промышленности. Но при этом существует немало проблем при авиастроении, например, необходимость подготовки в высоком уровне и квалификации персонала, человеческий фактор, высокий уровень брака и т.п. Решение части проблем может достичь за счет использования средств автоматизации. Для этого можно задействовать промышленных роботов, которые позволят достичь максимальной эффективности производства, но для этого необходимо провести моделирование технологического процесса сварки. Моделирование обеспечит сокращение затрат на этапах отладки и внедрения, а так в случае адаптации участка под новые задачи.

На рисунке 1 представлена процессная модель 1-уровня, на ней можно увидеть 6 подпроцессов, которые были выделены при формировании автоматизированного сварочного участка. Первый подпроцесс необходим для контроля за процессом сварки, остальные подпроцессы декомпозированы в соответствии с работой роботов манипуляторов на участке сварки. Выходной информационным потоком является отчет о работе и документации по детали.

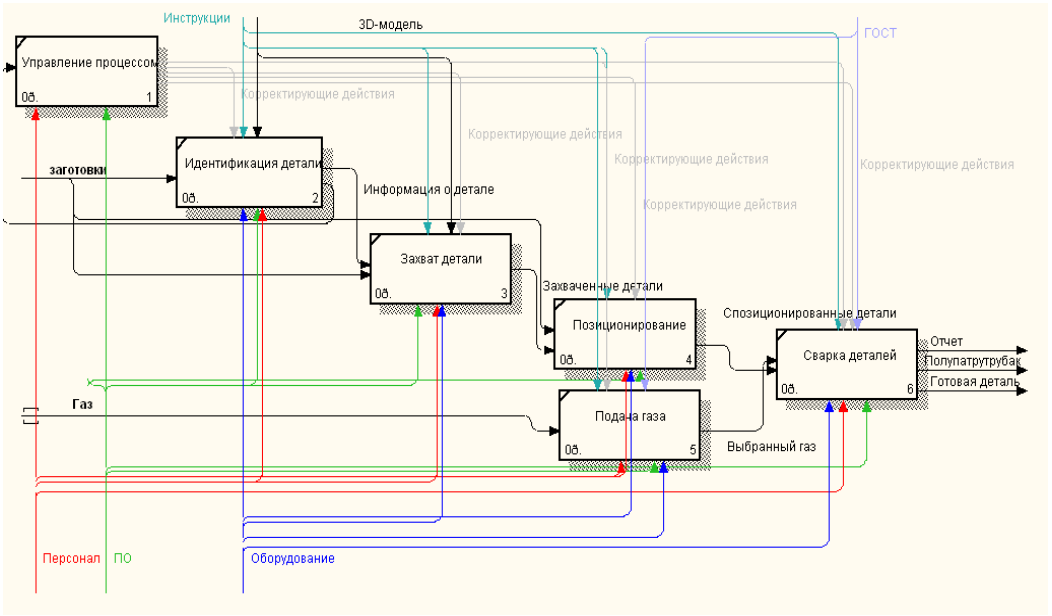


Рисунок 1 – Процессная модель 1-уровня

На данном этапе сформирован 1-ый уровень декомпозиции процесса сварки, в дальнейшем планируется разработка следующих уровней декомпозиции. Это станет основой для создания участка автоматизированной сварки трубопроводов сложной конфигурации из тонколистного материала для авиастроения и аэрокосмической промышленности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Запорожский А.С., Никишев А.А. Проектирование и изготовление трубопроводов сложной конфигурации с использованием цифровых технологий // Научная электронная библиотека «Киберленинка». – 2011. – С. 304-305.

2. Литвинчук А.Ю., Филиппов Ю.А. Технология изготовления трубопроводов сложной геометрии // Научная электронная библиотека «Киберленинка». – 2009. – С. 338-339.

3. Тереньева Е.И. Анализ современного состояния применения роботов в промышленности // Nauka-rastudent.ru. – 2015. – № 10 (22) / [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: http://nauka-rastudent.ru/22/2955/.

УДК 620.92
Расин Константин Викторович, студент; Rasin Konstantine Viktorovich
Кузьмин Роман Вячеславович, кандидат технических наук, доцент;
Kuzmin Roman Vyacheslavovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ НА БАЗЕ МИКРОГЭС

DECENTRALIZED ELECTRICITY ON BASE MICROHPS

Аннотация. Работа посвящена рассмотрению актуальности электроснабжения удаленного пользователя на базе микроГЭС. Также приведены основные типы турбин и генераторов, применяемые для микроГЭС, их достоинства и недостатки.
Summary. This work is devoted to consideration of the relevance of the electricity remote consumer on base micro HPS. Also given are the main types of turbines and generators used for micro HPS, their advantages and disadvantages.
Ключевые слова: децентрализованный, электроснабжение, микроГЭС, возобновляемые источники энергии.
Key words: decentralized, electricity, micro HPS, renewable energy sources.

Возобновляемая энергия на сегодняшний день является наиболее динамично развивающемся направлением в электро- и теплоэнергетике. Особое значение возобновляемые ресурсы имеют в децентрализованных системах электроснабжения. Перспективой возобновляемой энергетики является ее эффективность в сравнении с другими более традиционными энергоустановками топливной энергетики.

Для производства электроэнергии применяют различные виды электростанций, работа которых основана на использовании природных энергетических ресурсов. Более того, запасы традиционных видов органического топлива ограничены. Это приводит к удорожанию способов добычи топлива и, как следствие, к увеличению его стоимости. Современное развитие энергетики характеризуется ростом стоимости производства энергии, где используются системы децентрализованного электроснабжения на основе дизельных станций, питающихся от привозного топлива. Экономическая эффективность в использовании энергии возобновляемых источников будет возрастать при увеличении и ужесточении требований к тепло- и энергоустановкам и повышении выплат из-за влияния на экологию. В связи с этим энергетический кризис, связанный с уменьшением запасов природного топлива, и вызывающий быстро возрастающие проблемы в области экологии стимулируют все больший интерес во всем мире к

использованию альтернативных источников энергии, в том числе использующих гидротехнический потенциал водных ресурсов, таких как микроГЭС.

МикроГЭС имеют ряд преимуществ:

1. не влияют на природные свойства и качество воды;
2. не изменяют ландшафт и не вредят экологии;
3. возможность выработки энергии круглый год в зависимости от климата местности;
4. сооружение установок такого типа позволяет сократить капитальные затраты и сроки на строительство;
5. быстро окупают вложенные средства;
6. позволяет обеспечить независимость в электроэнергии отдельного предприятия или объекта недвижимости;
7. просты в управлении и не требуют постоянного присутствия оператора (полностью автоматизированы);
8. гидротехнические ресурсы постоянно возобновляются.

Типы гидротурбин: активные и реактивные. Рабочее колесо реактивных турбин полностью погружено в поток воды, используют преимущественно потенциальную часть энергии потока воды. В активных турбинах рабочее колесо частично погружено в воду, приводится в движение отдельными струями воды, используют кинетическую энергию струи воды. Сравнительный анализ двух типов гидротурбин показал, что возможность существенно повысить энергию рабочего потока воды, а также более высокая частота вращения и коэффициент полезного действия выгодно отличают реактивные турбины от активных.

Для микроГЭС применяют генераторы синхронного или асинхронного типа. Асинхронные генераторы имеют высокую надежность, малую стоимость и габариты, их проще включать на параллельную работу, однако в них относительно сложно регулировать выходное напряжение, а также необходимо наличие конденсаторной батарей для самовозбуждения, что является их недостатком. В свою очередь синхронные генераторы дороже и имеют несколько большие массогабаритные показатели, но имеют преимущества при режиме автономной работы на нагрузку с изменяющимся коэффициентом мощности, более простые регулирующие и возбуждающие устройства, а также небольшая мощность возбуждения.

В настоящее время основные усилия по разработке микроГЭС направлены на повышение КПД, совершенствование систем стабилизации выходного напряжения, повышение технологичности, что дает возможность использовать максимально простое и дешевое оборудование. В конечном счете повышение надежности микроГЭС одновременно позволяет снизить ее стоимость.

УДК 615.47
Русова Лариса Евгеньевна, студентка; Rusova Larisa Evgenevna
Марущенко Сергей Григорьевич, кандидат технических наук, доцент; Marushchenko Sergey Grigorevich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

РАЗРАБОТКА УЛЬТРАЗВУКОВГО ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА

DEVELOPMENT OF ULTRASOUND PHYSIOTHERAPEUTICAL DEVICE

Аннотация. Статья посвящена обзору физиотерапевтических устройств на основе ультразвуковых колебаний. Рассмотрены методы воздействия ультразвука на ткани и органы человека. В работе предложена конструкция ультразвукового физиотерапевтического прибора для использования в офтальмологии. Разработана структурная схема и описаны функциональные возможности данного прибора.
Summary. The article is devoted to the review of physiotherapeutic devices based on ultrasonic vibrations. The methods of ultrasound influence on tissues and human organs are considered. The design of the ultrasound physiotherapeutic device for use in ophthalmology is proposed. A structural diagram is developed and the functional capabilities of this device are described.
Ключевые слова: ультразвук, офтальмология, фонофорез.
Key worlds: ultrasound, ophthalmology, phonophoresis.

Современные направления в совершенствовании аппаратов для научных и клинических исследований в области медицины основываются как на фундаментальных знаниях биологической и медицинской науки, так и на глубоком использовании достижений физики, химии, информационной техники и т. д. [1].

Довольно большую группу представляют аппараты для физиотерапии (ультразвуковая терапия, СВЧ терапия, УВЧ терапия, магнитотерапия и т. д.).

В данной статье основное внимание уделено ультразвуковой терапии, используемой при лечении органов зрения, как на основе прямого воздействия излучателя на орган, так и с помощью лекарственных веществ (фонофореза). Фонофорез – это ввод лекарственного вещества под воздействием ультразвука.

Отличительной особенностью этого способа является то, что в процедуре совмещается воздействие ультразвука и лекарственного вещества. Это значительно повышает результаты лечения по сравнению с использо-

ванием каждого из этих методов по отдельности. Суть заключается в том, что ультразвуковые волны проходят через границу жидкости с воздухом и возникает фонтанирование лекарственного вещества и расщепление его с образованием мелкодисперсного тумана [2].

Эта процедура применяется при следующих заболеваниях:

- спаечных процессах после операции;
- помутнении роговицы;
- рубцовых поражениях кожи век;
- макулодистрофии (поражение сетчатки глаза и нарушение центрального зрения);
- фиброзах сетчатки и сосудистой оболочки.

Непосредственное воздействие ультразвуковых колебаний на больной орган вызывает следующие эффекты [1]:

- микровибрации на субклеточном и клеточном уровне;
- разрушение биомолекул;
- перестройку биологических мембран;
- тепловое действие;
- расщепление клеток и микроорганизмов.

В настоящее время существует ряд ультразвуковых аппаратов, которые воздействуют на орган человека, как напрямую, так и с помощью лекарственного средства. Они имеют разные диапазоны частот ультразвуковых колебаний [3]. Например, аппарат АУТН- 01 РЕТОН имеет частоту 110 кГц, а Sonopulse III Ibramed от 1 до 3 МГц.

Также важной составляющей является интенсивность ультразвуковых колебаний (количество энергии, проходящее через 1 $см^2$ площади излучателя аппарата в течение 1 секунды). АУТН- 01 РЕТОН имеет интенсивность 0,2 Вт/см^2, а Sonopulse III Ibramed от 0,1 до 2 Вт/см^2.

Разрабатываемое физиотерапевтическое устройство, в отличие от аналогов, помимо прямого воздействия ультразвука на глаза, позволяет также вводить лекарственное вещество методом фонофореза.

В физиотерапии используют ультразвук частотой от 800 до 3000 кГц, а частота ультразвука в офтальмологии не должна превышать 0,8 МГц. Поэтому разрабатываемое устройство будет иметь следующие характеристики:

- напряжение питания (В): 220 ± 10 %;
- частота питающей сети (Гц): 50 ± 0,5 %;
- мощность, потребляемая аппаратом от сети (Вт): 6;
- частота ультразвуковых колебаний (МГц): 0,88 ± 0,03 %;
- режим работы генерации: непрерывный и импульсный;
- интенсивность ультразвуковых колебаний по ступеням (Вт/см^2): 1; 0,7; 0,4; ,2; 0,05;
- напряжение электрических колебаний (В): 4,9;

- эффективная площадь излучателя: 0,78 (см^2).

Структурная схема разрабатываемого устройства представлена на рисунке 1.

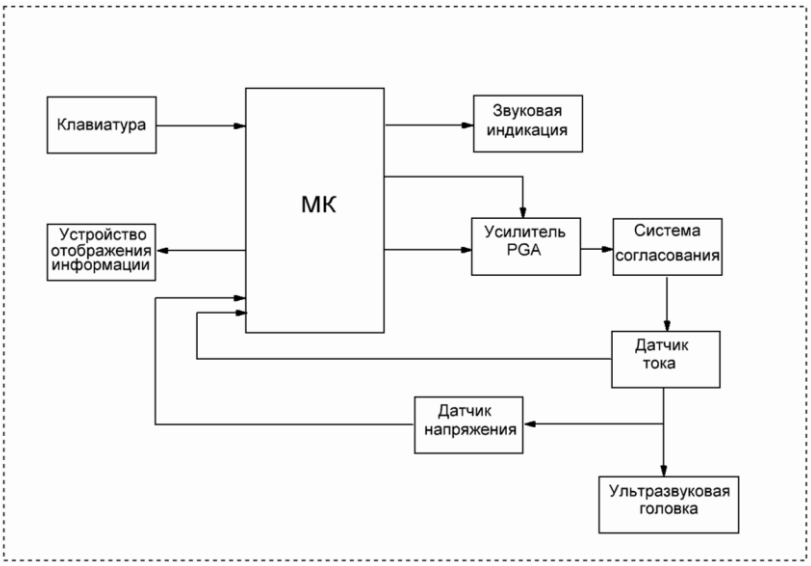


Рисунок 1 – Структурная схема аппарата для ультразвуковой терапии

С помощью клавиатуры пользователь вводит информацию о режиме работы генерации, частоте и интенсивности ультразвуковых колебаний. МК принимает информацию и выводит ее на индикатор.

Основу устройства составляет микроконтроллер, это уменьшает количество электронных блоков в структуре, тем самым увеличивается надежность прибора. Микроконтроллер реализует функции управления, а так же осуществляет генерацию ультразвуковых колебаний с помощью таймера/ счетчика.

Блок PGA – это усилитель с программируемым коэффициентом усиления. Он предназначен для регулирования выходного напряжения ультразвуковых колебаний и, следовательно, отдаваемой мощности в излучатель.

С помощью датчика тока и датчика напряжения выполняется контроль выходного ультразвукового сигнала и тем самым реализуется обратная связь по отдаваемой мощности на излучателе.

Таким образом, разработано физиотерапевтическое устройство на основе ультразвука со следующими отличительными характеристиками:

- малая стоимость;
- в одном аппарате совмещено 2 процедуры (лечение прямым ультразвуком и с помощью фонофореза);
- специализируется в офтальмологии.

УДК 621.31
Ряполов Сергей Андреевич, аспирант; Ryapolov Sergey Andreevich
Янченко Андрей Вячеславович, канд. техн. наук, доцент;
Yanchenko Andrey Vyacheslavovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ОЦЕНКА МОМЕНТА СТРАГИВАНИЯ МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ГЕНЕРАТОРА

ESTIMATION OF THE MOMENT OF BREAKAWAY THE MAGNETOELECTRIC GENERATOR

Аннотация. В работе говорится об основных противомоментах, возникающих при запуске магнитоэлектрического генератора, проводится их сравнение и предлагается формула для оценки их величины.
Summary. The work refers to the basic protivomomentah that occur when you start magnitojelektricheskogo generator, compares them, and proposes the formula to estimate their magnitude.
Ключевые слова: магнитоэлектрический генератор, противомоменты, сила магнитного тяжения полюсов.
Key words: moving coil generator, protivomomenty, the strength of the magnetic
poles used.

В электрогенераторах с электромагнитным самовозбуждением в момент пуска генератора противодействующий момент в основном определяется моментом страгивания подшипников и моментом инерции ротора. При неподвижном роторе и в начальный момент разгона в магнитной цепи такого генератора действует только незначительный остаточный магнитный поток. При включенном независимом возбуждении генератора или при возбуждении от постоянных магнитов номинальный магнитный поток в генераторе действует и при неподвижном роторе. При этом при возбуждении от постоянных магнитов этот поток нельзя отключить в принципе. Для традиционных конструкций магнитоэлектрических генераторов (МЭГ) наличие номинального магнитного потока определяет большой момент страгивания от сил магнитного тяжения между статором и ротором генератора. Учитывая, что сейчас МЭГ широко применяются для в качестве электрогенераторов ветроустановок (ВЭУ), большой момент страгивания приводит к завышению стартовой скорости ветра, при которой ВЭУ начинает работать. В отдельных конструкциях МЭГ момент страгивания может превышать номинальный момент генератора, являясь существенным недостатком таких МЭГ. Поэтому оценка момента страгивания новых

МЭГ и поиск путей снижение момента страгивания очень актуально для эффективного использования генераторов.

Момент страгивания МЭГ складывается из трех основных *противомоментов*: момента инерции $M_И$, момента страгивания подшипников $M_{СП}$ и момента от сил магнитного тяжения $M_{МТ}$ между ротором и статором. Далее в процессе разгона внешний момент приложенный к генератору уравновешивается электромагнитным противомоментом генератора $М_{ЭЛ}$.

$$M_{пуск} = - M_{СТГ}; \qquad M_{СТГ} = M_И + M_{СП} + M_{МТ};$$

В тихоходных многополюсных МЭГ наибольшую роль играет противомомент от сил магнитного тяжения. Его величина существенно зависит от величины воздушного зазора δ между статором и ротором и конструктивных особенностей МЭГ. При этом $M_{МТ} > M_И > M_{СП}$.

При малом воздушном зазоре δ момент $М_{МТ}$ может на порядок превышать другие противомоменты. Способы уменьшения сил магнитного тяжения в МЭГ обычной конструкции определяются формой и расположением магнитов на роторе МЭГ [1] . Если исходить из векторного характера силы магнитного тяжения между полюсами статора и ротора МЭГ, то при угловом смещении полюсов относительно друг друга появляется тангенциальная составляющая этой силы, которая и определяет момент $М_{МТ}$. Обозначим угловой смещение полюсов через *x* (Рисунок - 1). При смещении *x* появляется угол θ, определяющий наклон линии между центрами полюсов относительно диаметра ротора. По этой линии действует сила магнитного тяжения между полюсами, определяемая по формуле:

$$Р_{мт} = \frac{В^2}{2\mu_0} \cdot S_п.$$

где В - магнитная индукция в воздушном зазоре между полюсами, Тл;

$S_п$ - площадь воздушного зазора под полюсами, м^2;

$\mu_о = 4п \cdot 10^{-7}$ – магнитная постоянная (Гн/м).

При смещении полюсов $S_п$ уменьшается, а угол θ увеличивается. При этом тангенциальная составляющая силы тяжения $Р_{мтт}$ тоже увеличивается, так как

$Рмтт = Р_М \cdot \sin\theta$. Если выразить θ через смещение *x* и размеры полюсов, то получим формулу для оценки тангенциальной составляющей магнитного тяжения, а следовательно, и момента от сил магнитного тяжения:

$$P_{мтт} = \frac{B^2}{2\mu_0}\left(b_п - \frac{\pi D}{360}x\right) l_\delta \sin\left(arctg\left[\frac{(0.5(h_{п1}+h_{п2})+\delta)}{\left(\frac{\pi D}{360}x\right)}\right]\right) \ , \ (1)$$

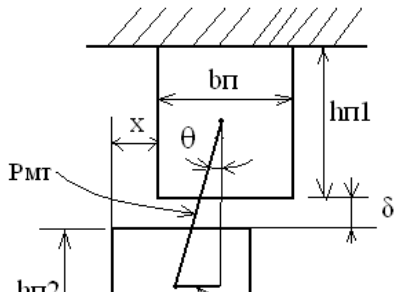


Рисунок -1 Схема смещения полюсов МЭГ

Момент магнитного тяжения генератора,

$$M_{МТ} = (D/2)\ 2p\ P_{мтт}\ , \qquad (2)$$

где $P_{мтт}$ – тангенциальная составляющая силы магнитного тяжения на одну пару полюсов, Н

D – диаметр ротора генератора, м;

2p - число полюсов генератора.

При подстановке в формулу (1) значений $h_{п1}$ =0,012 м, $h_{п2}$=0,02 м, $b_п$ = 0,02 м, δ = 0,002 м, D = 0,14 м, l_δ = 0,03 м при B = 0,2 Тл и смещении x = 10 градусов получим значение для $P_{мтт}$ = 3,05 Н.

Для низкооборотного МЭГ при 2p = 16 по формуле (2) получим $M_{МТ}$ равный 3,4 Нм, что существенно превышает превышает момент страгивания подшипников (менее 0,1 Нм).

Таким образом, формулы (1) и (2) позволяют оценить момент страгивания МЭГ от сил магнитного тяжения, который является основным противомоментом в таких генераторах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Иванов-Смоленский А.В. Математическое и физическое моделирование электромагнитных полей и процессов в электрических машинах. – М.: Энергия, 1979. – 82 с.

УДК 681.51
Сафин Виктор Игоревич, студент; Safin Viktor Igorevich
Васильченко Сергей Александрович, кандидат технических наук, доцент;
Vasilchenko Sergey Aleksandrovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ МЕХАНИЗМАМИ МНОГОТОЧЕЧНОГО ПРЕССА

AUTOMATIC CONTROL SYSTEM MECHANISMS MULTIDICTION PRESS

Аннотация: В работе представлен состав и принцип работы некоторых механизмов установки для многоточечного формообразования (многоточечного пресса).
Summary: The paper presents the composition and operating principle of some installation mechanisms for multipoint forming (multipoint press).
Ключевые слова: формовочная камера, несущая плита, привод движения секций, система управления перемещением и позиционированием заготовки.
Keywords: molding chamber, carrier plate, drive of sections movement, control system for moving and positioning the workpiece.

Установка для многоточечного формообразования предназначена для формования крупногабаритных плоских панелей из термоупрочняемых алюминиевых сплавов [1,2]. Для выполнения этой операции, заготовка должна быть помещена между двумя наборами встречно-направленных формующих стержней. Далее установка должна нагреть заготовку до определённой температуры и произвести нагружение панели в определённых точках с помощью формующих стержней.

Далее рассмотрим отдельно взятые механизмы такой установки, такие как: секции формовочной камеры, привод движения секций силовой рамы и система управления перемещением и позиционированием заготовки.

Формовочная камера – это система из двух сборных секций, частично - сварных, частично - собираемых с помощью болтовых соединений. Каждая из секций имеет в своей конструкции две несущие плиты – нижнюю и верхнюю. Изготавливаются несущие плиты из стальных плит, каждая толщиной 20 мм с наваренными рёбрами жёсткости. Помимо этого, в конструкцию плиты вварены элементы системы запирания - шесть комплектов из стальных плах толщиной 30 мм.

Несущая плита содержит четыре пары колёс в подшипниковых узлах, с элементами системы запирания, включая вал системы запирания, шесть замков, мотор-редуктор (серводвигатель) и проушину с внутренней резьбой для системы сдвигания-раздвигания секций установки.
Верхнюю и нижнюю несущие плиты связывают между собой элементы основной силовой рамы. Данная рама выполнена из стальных швеллеров. Крепление швеллеров между собой и с несущими плитами выполнено с помощью сварки, а также усилено подкосами.

При подготовительных операциях перед формовкой, в период перемещения заготовки между камерами, а также во время технического обслуживания секции раздвигаются. Наибольшее расстояние между ближайшими точками секций составляет 2 м. Для того чтобы массивные секции установки (каждая весит более 78 тонн) могли свободно перемещаться относительно друг друга, каждая секция оснащается парами колёс, наподобие тех, что устанавливаются на вагоны. Таким образом, секции могут перемещаться по четырём рельсам, проложенным на площадке с установкой.

Своё движение секции будут выполнять за счёт двух узлов, устроенных по принципу гайка-винт. С каждой стороны от секций на оси симметрии формовочной камеры на фундаменте будет установлен электродвигатель с червячным редуктором. Двигатель с помощью редуктора приводит в движение винтовой вал с резьбой, нарезанной в противоположных направлениях относительно друг друга на двух его половинах. Данный вал будет проходить через проушины с резьбой. Проушины являются элементом нижней несущей плиты. Таким образом, вращение вала приводит к раздвиганию-сдвиганию секций установки. Для перемещения секций формовочной камеры будем использовать два асинхронных короткозамкнутых мотор-редуктора каждый мощностью 3 кВт. Позиционирование каждой из секций формовочной камеры в крайних положения будет осуществляться по командам путевых выключателей. Команды на пуск реверс и торможение электродвигателей будут формироваться программируемым логическим контроллером, который предусмотрен в составе технологической установки. Команды будут выводиться на преобразователи частоты через модули вывода дискретных сигналов.

Электроприводы для первого и второго ходовых винтов идентичны. Для каждого из электроприводов используются преобразователи частоты Vacon NX5 на напряжение сети питающей 380…500 В и номинальный длительный ток 9 А, которые подключаются к сети через автоматические выключатели фирмы 3RV2111-1KA10 фирмы Siemens. Регулируемый расцепитель токовой перегрузки 9…12,5 А, расцепитель максимального тока 163 А. Требуемые темп пуска электродвигателя, скорость вращения ротора

электродвигателя и темп торможения задаются при параметрировании преобразователя частоты.

В процессе изготовления из заготовки, требуется обеспечить её перемещение по технологическим позициям установки, а также позиционирование относительно требуемых мест установки. Для перемещения заготовки будет использоваться электрическая таль, которая перемещается по монорельсу с модернизированной системой управления электроприводом перемещения и электроприводом подъёма.

При условии, что максимальный вес заготовки не будет превышать 1,5 т, удобно использовать таль производства предприятия ЕООД «Балкансko EXO» типа T45 с номинальной грузоподъемностью 2 т.

Основа системы перемещения представлена модулем управления движения SIMOTION C-240 фирмы SIEMENS. Данный модуль содержит четыре канала позиционирования. Каждый из этих каналов позволяет управлять преобразователями частоты от других производителей. В данной системе задействованы два канала из 4.

Для регулирования момента и скорости электродвигателя механизма передвижения будет использован преобразователь частоты Altivar-71 типа ATV 71H075N4 на ток 2,3 А.

Регулировать скорость и момент электродвигателя будет идентичный преобразователь частоты Altivar-71 типа ATV 71HU40N4 на ток 10,5 А.

Для позиционирования высоты подъёма груза используется датчик положения BTF13-A1MM1020. Определение положения тельфера на монорельсе выполняет бесконтактный абсолютный энкодер KHK53-AXU00038.

В данной статье мной был рассмотрен состав и принцип работы лишь некоторых механизмов многоточечного пресса. В дальнейшем планируется детальная разработка алгоритмов управления, обеспечивающая взаимодействие всех механизмов в соответствии с технологией работы пресса и реализация алгоритмов с использованием программируемых микроконтроллеров.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Клопотов И.Д., Любашевская И.В., Раевская Г.А., Рублевский Л.Л., Соснин О.В. Патент RU2251464 C2. Устройство формования. Патентообладатель: Новосибирск, ИГиЛ СО РАН. 10.05.2005. 24 с.

2. Соснин О.В., Шубин И.А., Горев Б.В., Раевская Г.А. Авторское свидетельство SU 1147471 A1. Способ формообразования деталей двойной крутизны и устройство для его осуществления. Патентообладатель: Новосибирск, ИГиЛ СО РАН. 30.03.1985. 6 с.

УДК621.81
Семенова Елизавета Юрьевна, магистрант; Semenova Elizaveta Yuryevna
Климаш Владимир Степанович, доктор технических наук, профессор;
Klimash Vladimir Stepanovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ОДНОФАЗНЫХ И ТРЕХФАЗНЫХ ИНВЕРТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ С ШИМ В СРЕДЕ MATLAB

RESEARCH OF SINGLE-PHASE AND THREE-PHASE VOLTAGE INVERTERS WITH PWM IN PROGRAM SYSTEM MATLAB

Аннотация. В статье описывается исследование моделей однофазных и трехфазных автономных мостовых инверторов напряжения с широтно-импульсной модуляцией в программной среде MatLab. Приведенные результаты моделирования войдут в состав учебно-методического пособия.
Summary. The article describes the study of models of single-phase and three-phase autonomous voltage inverters with pulse-width modulation in the matlab programming environment. The resulted results of modeling will enter into structure of the educational-methodical grant.
Ключевые слова: Matlab, автономные инверторы напряжения, широтно-импульсная модуляция.
Keywords: Matlab, autonomous voltage inverters, pulse - width modulation.

Наиболее востребованными устройствами силовой электроники являются автономные инверторы напряжения (АИН). В настоящее время инверторы напряжения и ведомые сетью инверторы (синхронизированные сетью) применяют в активных фильтрах тока сети, стабилизаторах трехфазного напряжения системе электроснабжения. Также автономные инверторы используют для питания потребителей переменным током, в случаях, когда единственным источником электроэнергии является аккумуляторная батарея, в сварочных аппаратах и других устройствах. Для формирования синусоидального тока в процессе регулирования выходное напряжение в инверторах напряжения используют широтно-импульсную модуляцию (ШИМ).

Для исследования инверторов были созданы блочно-модульные имитационной модели, представленные на рисунках 1 и 3.

В состав моделей входят:

– транзисторные модули (AIN 4 IGBT Most и AIN 6 IGBT Most);
– система управления транзисторным модулем (CONTROL system);
– RL - нагрузка;
– источник постоянного напряжения (DC Voltage Source);

– датчики напряжения и тока, осциллографы (Os).

На рисунках 2 и 4 приведены осциллограммы тока и напряжения на выходе однофазного и трехфазного АИН. Также на осциллограммах введены цифровые обозначения, где 1 - фазовое напряжение, 2 - фазовый ток.

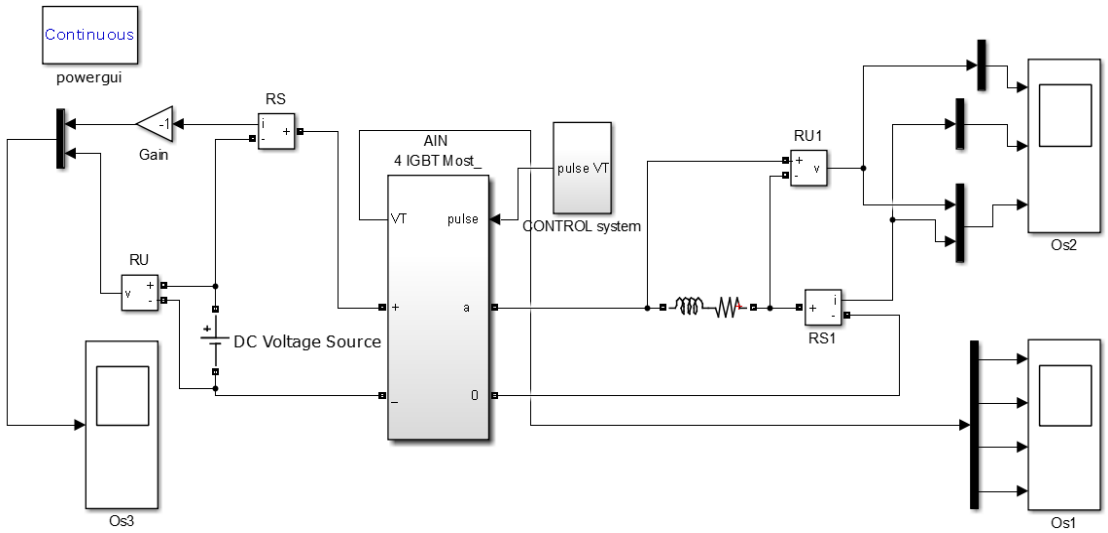


Рисунок 1- Математическая модель однофазного АИН

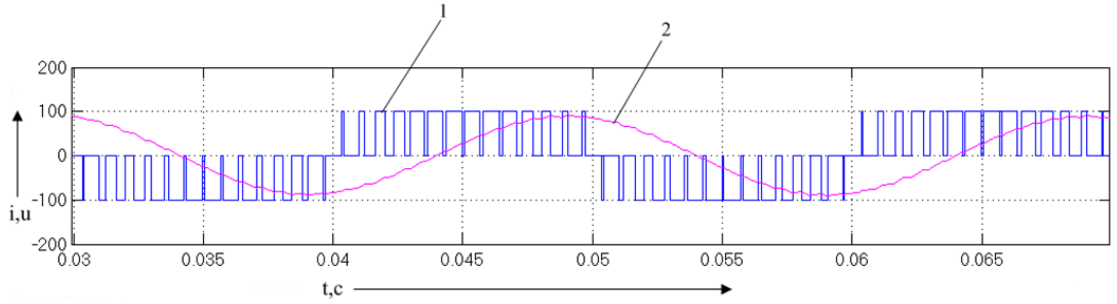


Рисунок 2 - Осциллограммы тока и напряжения однофазного инвертора

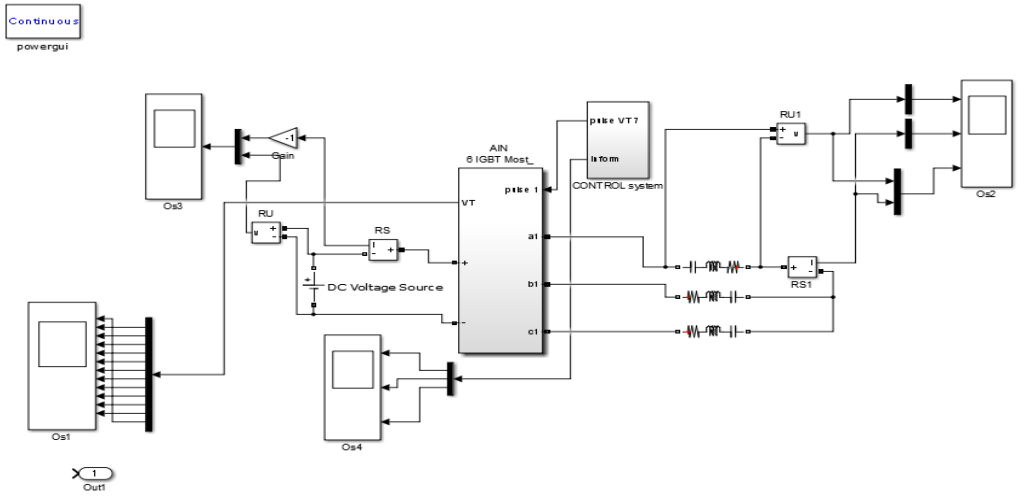


Рисунок 3- Математическая модель трехфазного АИН

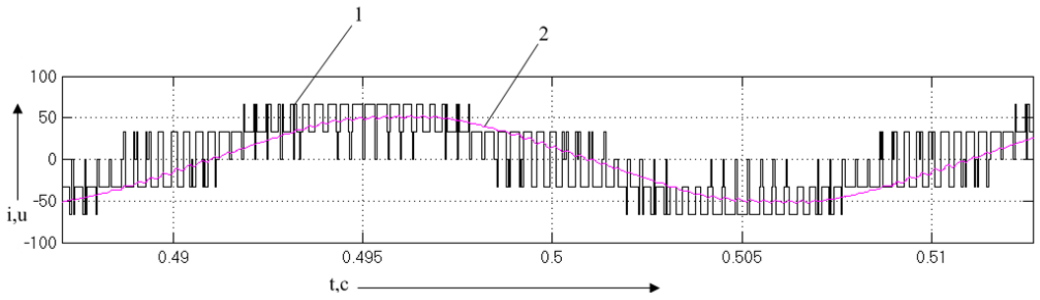


Рисунок 4 - Осциллограммы тока и напряжения трехфазного инвертора

Формирование кривой выходного напряжения при широтно-импульсной модуляции производится путем многократного переключения вентилей с высокой частотой. В каждом полупериоде выходного напряжения происходит изменения длительности импульсов за счет сравнения опорного сигнала треугольной формы, $U_{оп}$, с сигналами управления синусоидальной формы U_y. Опорный сигнал является модулирующим и определяет форму напряжения на выходе инвертора, что и было сделано в результате моделирования.

Результаты исследования показали, что данные модели работоспособны и адекватно отображают физические процессы ,протекающие в автономных инверторах напряжения. Таким образом, математические модели АИН могут использоваться в учебном процессе, что в свою очередь будет способствовать более глубокому пониманию студентами теоретического материала, за счет наглядной визуализации физических процессов протекающих в проектируемых устройствах. Кроме того, имитационное моделирование позволит приобрести навыки для дальнейшей практической работы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Климаш, В.С. Инверторы напряжения с широтно-импульсной модуляцией: учеб.пособие/ В.С. Климаш. - Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ»,2010. - 106 с.

2. Соколовский, Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: учеб.для студентов вузов /Г.Г. Соколовский. - М.: Академия, 2006. - 272 с.

3. Терёхин, В. Б. Моделирование систем электропривода в Simulink (Matlab 7.0.1): учебное пособие / В.Б. Терёхин; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. - 292 с.

УДК
Семенько Марина Владимировна, студент; Marina V. Semenko
Куделько Анатолий Романович, канд. тех. наук, профессор;
Anatoly R. Kudelko
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПЛАНИРОВАНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИ- ЧЕСКОЙ ИННОВАЦИИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ АВТОМАТИЗАЦИЮ ПРОЦЕССОВ НАНЕСЕНИЯ МАРКИРОВКИ НА ПРОДУКТ ПРЕДПРИЯ- ТИЯ

DESIGNING AND PLANNING THE IMPLEMENTATION OF TECHNOLOG- ICAL INNOVATION THAT AUTOMATES THE PROCESSES OF MARKING ON THE ENTERPRISE'S PRODUCTS

Аннотация. В статье представлена информация, направленная на проектирование и планирование реализации технологической инновации, обеспечивающей авто- матизацию процессов нанесения маркировки на продукцию предприятия. Выяв- лены проблемы существующей технологии на предприятии сегодня и рассмотре- на предлагаемая технология маркировки продукции.
Summary. The article presents information aimed at designing and planning the im- plementation of technological innovation, which provides for the automation of the marking processes for the enterprise's products. The problems of the existing technolo- gy in the enterprise have been identified today and a the proposed technology for mark- ing the products has been considered.
Ключевые слова: автоматизация, технологии, маркировка.
Key words: automation, technology, marking.

Рассматривается предприятие «ДВПО «Восход» занимающееся производством промышленных взрывчатых веществ. Предприятие ведет свою деятель- ность с 1941 года, когда была выпущена и отправлена первая партия боеприпасов на фронт. После окончания войны производство боеприпасов было прекращено, но уже в 1957 году был запущен цех по производству промышленных взрывчатых веществ. Так как предприятие ведет свою деятельность уже много лет, оборудо- вание и технологии изготовления менялись медленно. Акцентируем внимание на маркировке продукции предприятия. Для поставки потребителю готовой продук- ции ее необходимо промаркировать. Маркировка товара – важный инструмент маркетинговой деятельности, который позволяет идентифицировать продукцию предприятия и сделать ее привлекательной для потенциального покупателя.

Необходимо рассмотреть содержание маркировки для того, что бы пони- мать сложность нанесения знаков (рис.1).

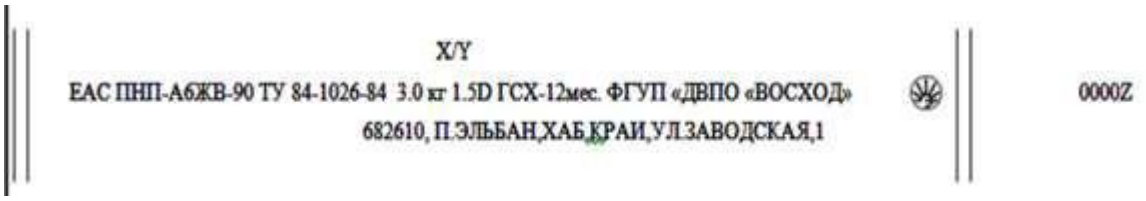


Рис.1 – Содержание маркировки продукции предприятия

Маркировка должна содержать:

- Единый знак обращения (ЕАС);
- Название выпускаемого продукта;
- Дата изготовления (месяц, год);
- Номер партии;
- Юридический адрес изготовителя;
- Товарный знак предприятия изготовителя;
- Номер патрона (продукта).

На сегодняшний день в производстве используется технология «горячего тиснения». Технология маркировки заключается в следующем: с помощью разогретого до температуры 100 °С – 140 °С металлического клише на полиэтилено- вую пленку продукта через фольгу наносится маркировка, требуемая по ГОСТ. Время прижимания клише – 1 сек. Технология имеет достаточно недостатков и приводит к большому количеству брака.

К недостаткам существующей технологии маркировки, прежде всего, относятся:

- Пережог полиэтиленовой пленки продукта;
- Плохо просматривается содержание маркировки на продукте;
- Не достаточно обученный и опытный персонал для данной технологии;
- Трудности с нанесением даты изготовления.

Предлагается автоматизировать процесс маркировки продукта, что позволит избежать большого количества брака, а так же низкую стоимость нанесения мар- кировки на единицу продукции и высокую скорость производства маркировки.

Для автоматизации процессов предлагается использовать каплеструйный принтер модели Linx 7900 (рис.2). Такой принтер является одним из самых надежных каплеструйных принтеров на рынке, имеет широкий спектр важных преимуществ уже в базовой комплектации, усовершенствованную чернильную систему. Наличие экранных подсказок обеспечивает безошибоч-

ное редактирова- ние сообщений, система Linx Insight® позволяет управлять принтером с удален-
ного компьютера.
Возможности принтера необходимые для маркировки продукта предприя-
тия:

- Бесконтактное нанесение;
- Память на 1000 сообщений;
- Наличие функций сдвига даты;
- Возможность запуска и остановки струи по нажатию одной кнопкой;
- Печать логотипов;
- Удобный интерфейс;
- Печать белыми (принципиально, любыми) чернилами;
- Небольшие габариты и вес;
- Простота в использовании.

Нанесение маркировки на продукт будет производится при его движении по конвейеру, вдоль которого расположена печающая головка принтера.

Рис.2 – Каплеструйный принтер модели Linx 7900

С помощью автоматизации процесса маркировки, предприятие выйдет на новый уровень производства продукции, а также отказ от старой технологии яв- ляющейся причиной большого количества брака.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Маркировка продукта // packrepack.ru: ежедн.интернет-изд. URL:http://packrepack.ru/services/marking/ (дата обращения: 20.04.2018)
2. Краткое руководство каплеструйного принтера Linx 7900.

УДК 621.313
Сергиенко Иван Сергеевич, студент; Sergienko Ivan Sergeevich
Янченко Андрей Вячеславович, канд.техн.наук, доцент; Yanchenko Andrey Vyacheslavovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ТЕПЛОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ НАГРЕВАТЕЛЕЙ ДЛЯ СТАНДАРТНЫХ РАДИАТОРОВ ОТОПЛЕНИЯ

THERMAL TESTING OF TRANSFORMER HEATERS FOR STANDARD RADIATORS

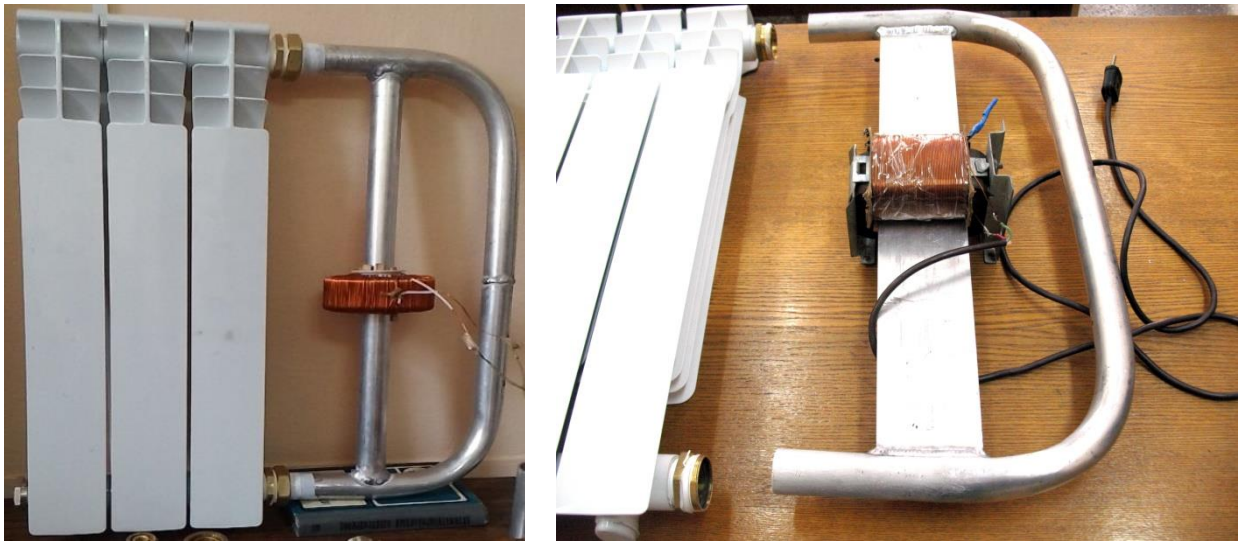
Аннотация. В работе рассматриваются опытные образцы трансформаторного нагревателя для радиаторов отопления двух типов и приводятся результаты их предварительных электрических и тепловых испытаний.
Summary. In the report experimental samples of transformer heater for radiators of heating of two types are considered and results of their preliminary electric and thermal tests are resulted.
Ключевые слова: трансформаторный нагреватель, радиатор отопления
Keywords: transformer heater, radiator heating

По принципу трансформаторного нагрева можно создавать однофазные и трехфазные водонагреватели различного типа (проточные, замкнутые, аккумулирующие) в широком диапазоне мощностей (от сотен ватт до сотен киловатт). Особое значение трансформаторные нагреватели приобретают для объектов, не имеющих централизованного энергообеспечения. С целью исследования рабочих характеристик трансформаторного нагревателя для электроотопления через стандартные радиаторы были разработаны и изготовлены опытные образцы трансформаторных нагревателей для стандартных радиаторов отопления (ТНСРО) с тороидальным индуктором (Рисунок - 1, а) и индуктором с разрезным магнитопроводом (Рисунок - 1, б).

Предварительные испытания нагревателя с тороидальным индуктором типа ТНСРО-1 показали принципиальную возможность эффективного нагрева стандартных радиаторов с помощью такого индуктора. При неполной расчетной мощности трёхсекционный радиатор с водой нагрелся от 20-ти до 60-ти градусов по Цельсию за 25 минут, а его электромагнитный КПД составил 94% при мощности 260 Вт (ТНСРО-1).

Результаты испытаний свидетельствуют о том, что при разработке опытного образца была выбрана приемлемая методика электромагнитного расчёта. Были получены расчетные параметры нагревателя, близкие к параметрам изготовленного образца.

Так как тороидальные индукторы являются неразборными и трудоемкими с точки зрения обмоточных работ, был разработан более технологичный индуктор стержневого типа ТНСРО-2 с разрезным ленточ-



а) б)

Рисунок 1- Фото трансформаторного нагревателя с тороидальным индуктором: а) - типа ТНСРО-1; б) - с разъемным индуктором типа ТНСРО-2

ным магнитопроводом на мощность 300 Вт. Предварительные испытания показали его работоспособность. Результаты испытаний двух опытных образцов представлены в таблице 1.

Таблица 1 Основные параметры нагревателей ТНСРО-1 и ТНСРО-2

Образец	$P_{1ном}$, Вт	I_1, А	I_2, А	$Cos\varphi_{1н}$
ТНСРО-1	260	1,4	820	0,84
ТНСРО-2	300	2,0	945	0,65

Пониженный коэффициент мощности ($cos\varphi_{1н} < 0,9$) нагревателей объясняется относительно большой площадью вторичного трубчатого витка нагревателя, что увеличивает поле магнитного рассеяния и индуктивное сопротивление вторичной обмотки трансформатора. Повысить $cos\varphi_{1н}$ можно оптимизацией формы нагревательного элемента(НЭ).

С целью выявления распределения температуры НЭ и влияния сварных швов на параметры устройства были проведены тепловые испытания и тепловизионное обследование нагревательных элементов ТНСРО-1 и ТНСРО-2. Для этого применялся тепловизор марки SDS HOTFIND модели LX с точностью измерения – 1град. На Рисунках -3 и -4 представлены

теплограммы двух нагревателей после 120 секунд включения без циркуляции воды. Стрелками обозначены точки сварных швов.

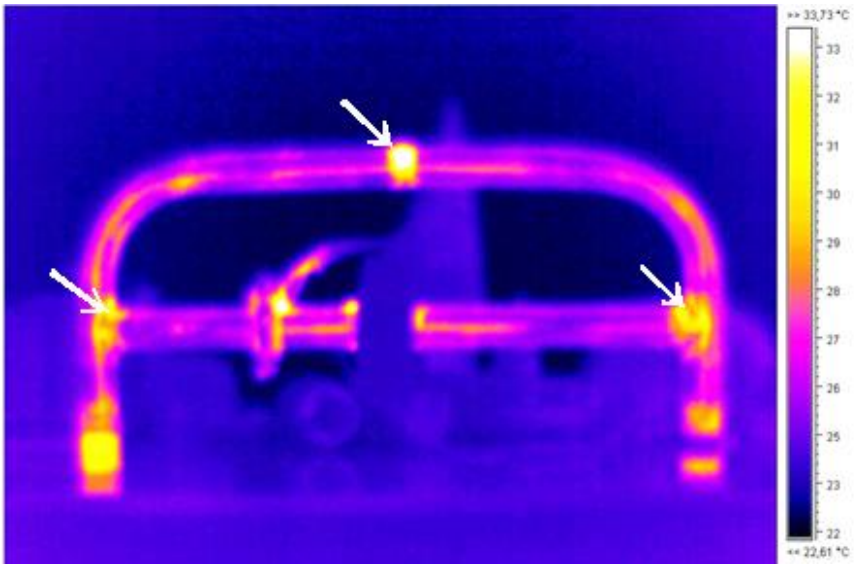


Рисунок - 3 Теплограмма ТНСРО-1

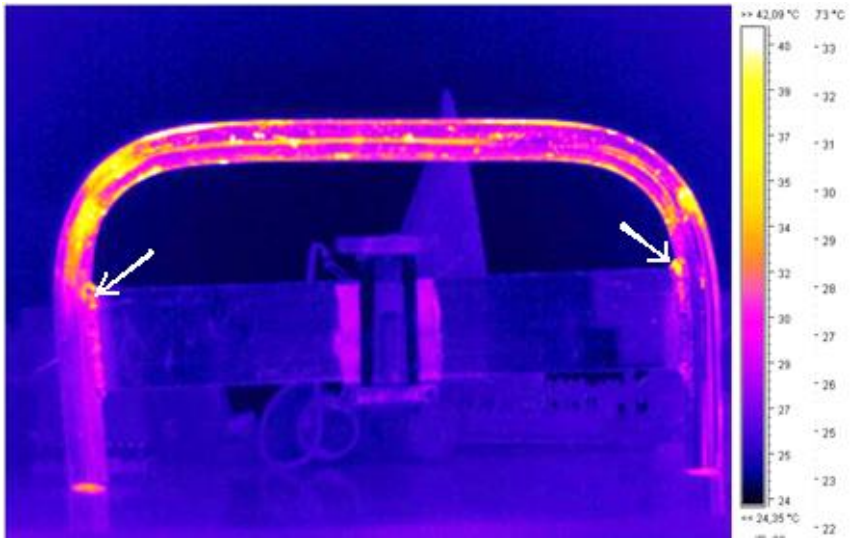


Рисунок - 4 Теплограмма ТНСРО-2

Тепловые испытания позволили выявить точки повышенных температур в сварных швах как трубчатого НЭ, так и составного НЭ ("трубка - алюминиевая шина"). Исследования будут продолжены при циркуляции воды в системе «нагреватель – радиатор».

УДК 621.313
Со Хтайк, аспирант; Soe Htike
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ПОСЕЩАЕМОСТИ НА ОСНОВЕ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ

ATTENDANCE AUTOMATION SYSTEM BASED ON FACE RECOGNITION ALGORITHMS

Аннотация: Автоматизация посещаемости стала одной из самых важные потребности в учебных заведениях, на рабочих местах по всему миру, поскольку он экономит время и точность. Система распознавания лиц нуждается наименее человеческое сотрудничество и также жизнеспособна. Система автоматически определяет запись учащегося в классе и отмечает посещаемость для конкретного студента периодически. Собранные данные могут быть использованы системой далее для расчета баллов посещаемости и других управленческих решений.
Abstract: Attendance automation has become one of the most important needs in educational institutions, workplaces around the world as it saves time and accuracy. The facial recognition system needs the least human cooperation and is also viable. The system automatically detects a student's record in class and marks attendance for a particular student periodically. The collected data can be used by the system to calculate attendance points and other management decisions.
Ключевые слова: посещаемость, Микроконтроллер, распознавание лиц, шаблон
Keywords: attendance, microcontroller, face recognition, template.

Введение. Технология идет очень быстро, и все становится автоматизированным день за днем в области технологий интернета вещей (IOT). Он обеспечивает связь между двумя устройствами с помощью интернета. Интернет является основным коммуникационным ресурсом, почти используемым во всем мире. Другими словами, IoT может быть как межсетевым соединением физических устройств, транспортных средств, зданий и т. д.., развернутых вместе с электроникой, программным обеспечением, датчиком, сетевым подключением, которое обеспечивает связь.

В древние времена, организации использовали ручные источники для отметки посещаемости. По мере роста технологии, точность ручного сбора посещаемости была заменена системой посещаемости на основе биометрической идентификации. Биометрический включает различные типы как, отпечаток пальца, узор лица, узор радужки и т. д., отпечаток для

каждого человека является уникальной и это было простой способ использовать его в качестве идентификатора сущности. Но если были какие-то синяки на пальцах, тогда картина будет несовпадать. Итак, распознавание лиц оказался наиболее подходящим методом для идентификации цели.

Контроль посещаемости студентов была разработан, развернут и способен уменьшать время принятое во время ручного сбора посещаемости. Система распознавания лиц может использоваться в целях безопасности. Он также подробно рассказывает о том, как лицо человека сканируется и сопоставляется с библиотекой известных лиц. В будущем вместо изображений лица можно обнаружить живые движения лица. Распознавание лиц является эффективным средством идентификация человека. Здесь, если лица не распознаются в базе данных затем пороговое значение точек пикселя изменяется и считается непризнанным лицом или просит пользователя обновить базу данных. Это также говорит об методе главных компонент(PCA). PCA используется для уменьшения пространства размера изображения и для описания данных из базы данных.

Изображения хранятся в оттенках серого. Тестовые изображения преобразуются в оттенки серого, это проще для применения вычислительных методов в обработке изображений. В алгоритме (PCA), Eigenface и Eigenvector используются для вычисления пороговое значение и идентифицировать присутствие человека[1,2]. (PCA) используется для поиска шаблонов данных. Обучающие данные должны быть спроецированы на систему распознавания подпространства PCA (данные по центру), которая реализует Eigenface. Arduino микроконтроллер имеет возможности чтения и записи. Когда Ардуино взаимодействует с системой, он дает высокие точные результаты и имеет высокую производительность. В системе распознавания лиц, обнаружение лица, извлечение лица, процесс распознавания лиц различаются и эти фазы объединяются для распознавания лица и возможностью отслеживания[3].

Предлагаемая система. Предлагаемая система использует распознавание лиц методика чтобы идентифицировать присутствие студентов и отметить посещаемость. За каждый период посещаемость может быть обновлена так же как и значение предыдущего периода. При входе, лицо студента обнаруживается с помощью камеры и шаблон проверяется на сходство из базы данных. Если шаблон совпадает, проверяется время входа студента. В случае, если студенты выходят во время лекции, их лица снова анализируются, а посещаемость удерживается на 15 минут. При повторном входе посещаемость отмечена " присутствующий” снова, если студенты возвращаются в течение 15 минут. Если нет, тогда посещаемость отмечается «отсутствующий». Следовательно периодическая посещаемость автоматизирована. Сохраненные данные можно использовать в дальнейшем для расчета посещаемости.

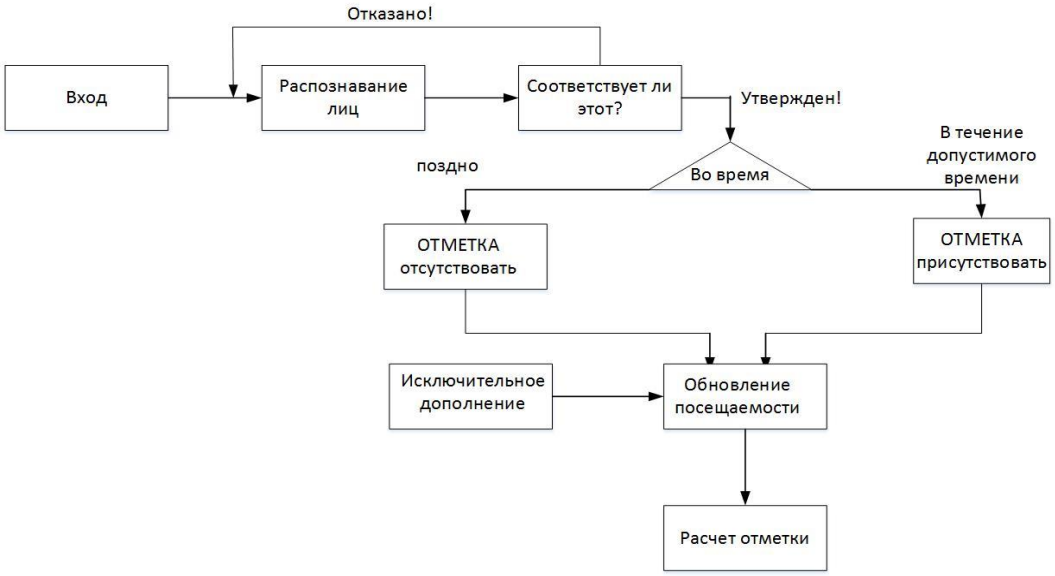


Рисунок 1 - Блок-схема предлагаемой системы.

Автоматизация посещаемости достигается через распознавание лица с использованием вышеуказанных компонентов, как показано на рисунке. Присутствие каждого студента отмечен анализом его / ее шаблона лица с помощью камеры. Arduino используется для создания и управления системой, которая может автоматически отмечать посещаемость студентов. Таким образом система уменьшает ручной сбор посещаемости и время, затрачиваемое на формирование отчета. Микроконтроллер Arduino выполняет процесс путем сравнения тестового изображения и проверяет на схожесть в базе данных, где коллекция шаблонов уже сохранена.

Если шаблон совпадает, посещаемость отмечена для студента и он отображается на мониторе. База данных обновляется соответственно. Администратор может вносить исключительные изменения, если таковые имеются, в базу данных. Описание для каждого из компонентов находится ниже. Распознавание лица состоит из различного обнаружения методы. Распознавание лица имеет два типа; они лица местоположение и отслеживание лица[4]. Расположение лица указывает место, которое подходит для обнаружения. Слежение за лицом отслеживает длину, ширину, размер и пиксели лица. Следующим процессом распознавания лиц является удаление лица, где изображение лица, размеры и уменьшение, определение характеристик и решение функции. В изображении лица пигмент лица захватывается и извлекается. Решение определяет захват идеальной привязки. После извлечения лица следует классификация лиц, которая включает классификатор и классификатор.

Классификатор классифицируется на три типа; они являются сходством, границами принятия решений по вероятности. В сходстве аналогичные шаблоны должны относиться к одному классу и к установить метрику, которая определяет сходство и представление одинаковые образцы

классов. По вероятности, его подход заключается в проверке вероятности пропущенных классификаторов. В границах решений он уменьшает критерий между сохраненным шаблоном изображения и тестом изображение образец. Комбинация классификаторов - это проблема поиска функции комбинации. Он имеет встроенный чувствительный микрофон и изображение CMOS Датчик. Он предлагает разрешение изображения 300k пикселей и имеет датчик освещенности для включения 4 лампы автоматически в темноте. Камера обеспечивает превосходное управление изображением, насыщенность цвета, яркость и резкость. Здесь яркость регулируется, а переключатель моментальных снимков идеально подходит для съемки неподвижных изображений. Он поддерживает интерфейс USB 2.0 формата YUY2 и совместим с USB1.1. Он обеспечивает скорость передачи 320*240 25 кадров в секунду, 640*480 15 кадров в секунду и 2560 * 1920 15 кадров в секунду. Имеет микрофон с разъемом 3,5 мм и поддерживает системы Windows XP / VISTA / 7/8, ручную настройку фокусировки и ручные снимки.

Заключение. Автоматизация посещаемости с использованием распознавания лиц - это неинтрузивный метод и это помогает руководству, поддерживать точную базу данных посещаемости как тестовое изображение проходит через различные уровни. Во время в и вне времени студенты проверяется и на основе времени посещения отмечается и на основе времени посещаемость отмечается. В будущем система может быть улучшена путем обновления внутренние отметки для каждых студентов вместе с их отметками посещаемости и собранные данные могут быть загружены в соответствующих порталах. Полная база данных студентов будет поддерживаться в защищенном виде.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Arulogun O. T., Olatunbosun, A., Fakolujo O. A., and Olaniyi, O. M., “RFID-Based Students Attendance Management System”, International Journal of Scientific & Engineering Research Volume 4, Issue 2, February-2013.

2. MathanaGopala Krishnan, Balaji, ShyamBabu guided by: Mr.K.Rajesh AP-II CSE & supported by Umamakeswari A.D., CSE, “Implementation of Automated Attendance System using Face Recognition” , International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 6, Issue 3, March-2015.

3. Aalam Gumber, Navneet Kaur, Department of Computer Engineering, Punjabi university, Patiala, India, “Face Recognition Based Automated Attendance Management System using Principal Component Analysis”.

4. Амосов О.С., Баена С.Г., Со Х. Нечеткая система автоматического управления шлагбаумом // Научно-техническое творчество аспирантов и студентов материалы 46-й научно-технической конференции студентов и аспирантов. ФГБОУ ВО «КнАГТУ» – 2016. – С. 551-554.

УДК 621. 57.001.891.51
Соколова Вера Сергеевна, студент; Sokolova Vera Sergeevna
Зайченко Илья Владимирович, кандидат технических наук, доцент;
Zaychenko Ilya Vladimirovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АБСОРБЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРИ СТУПЕНЧАТЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ ВХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ

TO THE QUESTION OF ESTIMATION OF THE DYNAMIC PROPERTIES OF THE ABSORPTION SYSTEM IN THE STEPPETIC CHANGES OF INPUT PARAMETERS

Аннотация. В статье описан один из методов моделирования абсорбционной системы. С помощью описанного метода выполнено построение модели конденсатора абсорбционной системы и исследованы её динамические свойства, посредством ступенчатого изменения входного параметра. Приведены результаты моделирования в виде графиков переходного процесса, сделаны выводы о прикладном характере результатов в процессе разработки системы управления абсорбционной системой.
Summary. The article describes one of the methods of modeling the absorption system. With the help of the described method, the construction of the condenser model of the absorption system is performed and its dynamic properties are investigated, by means of step changes in the input parameters. The results of modeling in the form of graphs of the transient process are given, conclusions are drawn about the applied nature of the results in the process of developing the control system of the absorption system.
Ключевые слова: абсорбционная система, система автоматического управления, динамические свойства, динамика абсорбционной системы тепловой баланс, ступенчатые воздействия, переходный процесс.
Keywords: Absorption system, automatic control system, dynamic properties, dynamics of the absorption system, heat balance, step effects, transient process.

Процесс разработки абсорбционной системы сопряжен с необходимостью определения различных характеристик системы. Для этого используется моделирование. Моделирование является сложной задачей, которая решается разными методами и приёмами.

Для построения математической модели абсорбционных систем существует несколько подходов, среди которых можно выделить модель, предложенную в работе В.В Вычужанина. Общий вид функциональной модели управления абсорбционной системой представлен на рисунке 1.

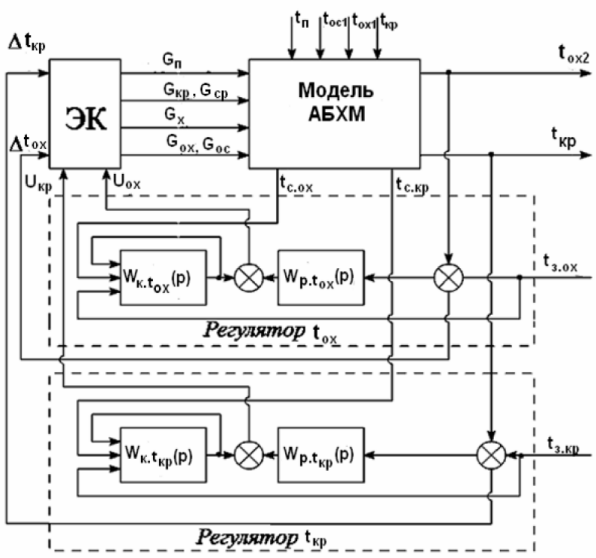


Рисунок 1 – Функциональная модель управления абсорбционной системой

При переходе от функциональной схемы к структурной, типовые блоки представляются в виде апериодического звена и звена запаздывания. В качестве передаточной функции, при подходе к аппаратам абсорбционной системы как к объектам регулирования, используется следующий вид

$$W(p)=\frac{k}{T_1\cdot p+1}\cdot e^{-T_2\cdot p} \qquad (1)$$

где *k*-коэффициент теплопередачи;

T_1 – постоянная времени на входе модели;

T_2 - постоянная времени на выходе модели;

Проведем исследование динамических характеристик абсорбционной системы на примере блока конденсатора. Для описания его динамических свойств, при ступенчатых воздействиях, необходимо составить уравнения теплового баланса и теплопередачи, получить модель аппарата

$$\Delta t_X(p)=W_{k1}(p)\cdot\Delta t_{Г.П}(p)+W_{k2}(p)\cdot\Delta t_{ОС1}+ \\ +W_{k.3}(p)\cdot\Delta G_{Г.П}(p)-W_{k.4}(p)\cdot\Delta G_{О.С}(p) \qquad (2)$$

где $W_{k1}(p)$, $W_{k2}(p)$, $W_{k3}(p)$ и $W_{k4}(p)$ – передаточные функции;

$\Delta t_{гп}$ – изменение температуры парообразного хладагента, ˚С;

$\Delta G_{гп}$ – изменение расхода парообразного хладагента, кг/с;

$\Delta t_{о.с1}$ – изменение температуры охлаждающей среды, ˚С;

$\Delta G_{о.с}$ – изменение расхода охлаждающей среды, кг/с.

Определяемая величина, изменение температуры хладагента Δt_x, это выходной параметр модели.

Передаточные функции конденсатора будут иметь следующий вид

$$W_{k.1}(p)=\frac{k_{k.1}}{T_{k.1}\cdot p+1};W_{k.2}(p)=\frac{k_{k.2}}{T_{k.2}\cdot p+1}; \qquad (3)$$

$$W_{k.3}(p)=\frac{k_{k.3}}{T_{k.3}\cdot p+1};W_{k.4}(p)=\frac{k_{k.4}}{T_{k.4}\cdot p+1}$$

Уравнение 2 используется при разработке модели конденсатора абсорбционной системы для исследования её динамических свойств при ступенчатом изменении входных параметров, в частном случае, при исследовании переходного процесса изменений температуры крепкого раствора и парообразного хладагента. На рисунке 2 представлена модель конденсатора абсорбционной системы, реализованная в программе MATLAB – Simulink.

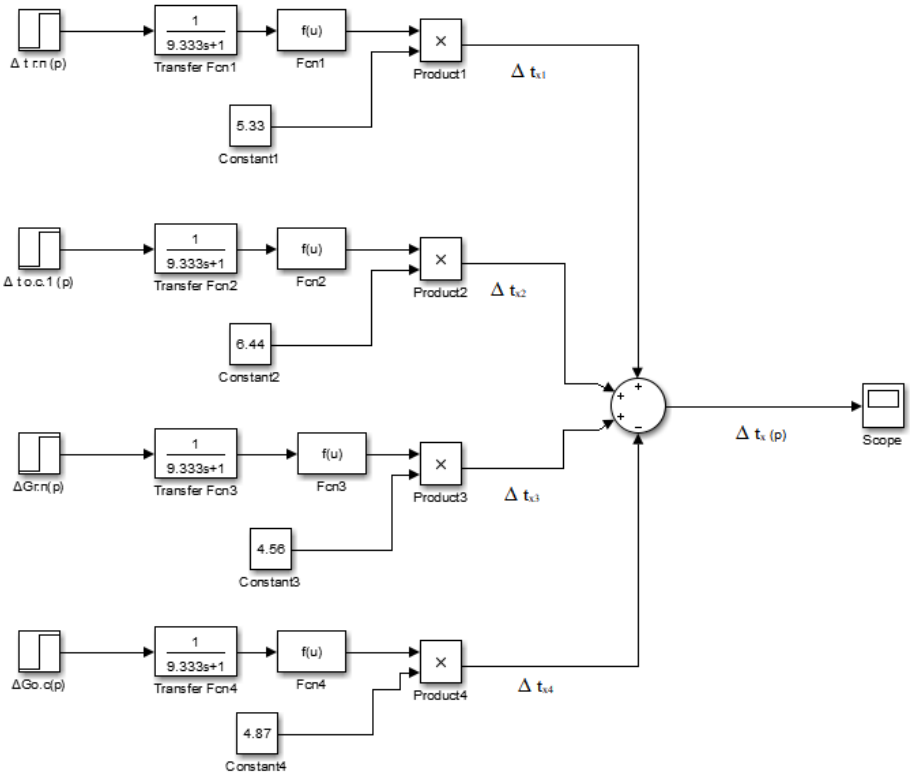


Рисунок 2 – Модель конденсатора абсорбционной системы в MATLAB – Simulink

При моделировании в качестве входных параметров принимаются: $\Delta t_{гп}$, $\Delta G_{гп}$, $\Delta t_{o.c1}$, $\Delta G_{o.c}$. Выходным параметром модели является Δt_x.

Исследуем модель и проведем оценку изменения выходной величины при ступенчатых изменениях температуры охлаждающей среды.

В исследовании принято:

а) постоянная времени на выходе $T_2 = 1$,

б) изменение температуры парообразного хладагента $\Delta t_{гп} = 5^{\circ}C$,

в) изменение расхода парообразного хладагента $\Delta G_{гп} = 0{,}5$ кг/с,

г) изменение расхода охлаждающей среды $\Delta G_{o.c} = 0.7$ кг/с.

Рассмотрим переходные характеристики модели при $\Delta t_{o.c1}$ равным 1˚C , 10˚ C, 20 ˚C.

Результаты моделирования системы представлены на рисунке 3.

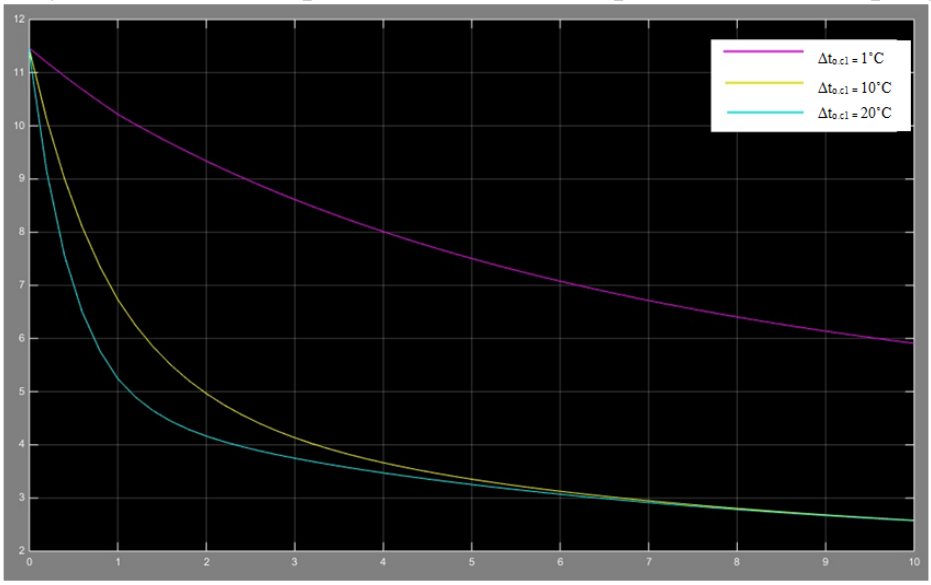


Рисунок 3 – Результаты моделирования конденсатора в MATLAB

Проанализируем полученные переходные характеристики, отражающие динамические свойства конденсатора абсорбционного устройства, при изменении температуры охлаждающей среды. Переходные характеристики носят апериодический характер. На графике можно наблюдать, как изменяется реакции системы при изменении ступенчатого воздействия. Наблюдается зависимость времени переходного процесса от значения входной величины: чем больше $\Delta t_{o.c1}$ тем быстрее происходит переходный процесс.

Таким образом, при помощи моделирования, на примере конденсатора абсорбционной системы, были исследованы переходные процессы модели системы при ступенчатых изменениях входных параметров. Результаты исследования динамики абсорбционной системы отражают действительный характер изменений параметров на её выходах и могут быть использованы при разработке системы управления абсорбционной системой.

УДК 621.314
Табаров Бехруз Довудходжаевич, аспирант; abarov Bekhruz Dovudkhodzhaevich
Климаш Владимир Степанович, доктор технический наук, профессор; Klimash Vladimir Stepanovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

РАЗРАБОТКА СПОСОБА И УСТРОЙСТВА РАЗДЕЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРНОЙ ПОДСТАНЦИЙ В ДВУХ ПОДДИАПАЗОНАХ

DEVELOPMENT OF A METHOD AND DEVICE FOR SEPARATE REGULATION OF THE VOLTAGE OF TRANSFORMER SUBSTATIONS IN TWO SUBDYPANES

Аннотация. Предлагается в замен механического переключающего устройства типа РПН с токоограничивающим реактором применять магнитно-тиристорное РПН, обеспечивающем непрерывном регулированием с улучшенной формой напряжения у потребителей и формой тока в сети. На математической модели в среде MatLab получены осциллограммы напряжений и токов в пяти характерных режимах работы подстанции. Установлено, что искажения выходного напряжения и входного тока регулятора отсутствует при трёх уровнях напряжения в сети. При номинальном уровне и максимальных положительном и отрицательном отклонении от этого уровня. Численными экспериментами показано, что при промежуточных отклонениях напряжения от номинального уровня искажения выходного напряжения незначительны, а искажения входного тока также отсутствуют. Кроме этого, регулирование напряжения производится плавно с одного уровня на другой.

Annotation. It is proposed to use a magnetically-thyristor of the type RPN, which provides continuous regulation with an improved form of voltage for consumers and a form of current in the network, in replacement of a mechanical switching device of the RPN with a current-limiting reactor. The mathematical model in the MatLab environment obtained oscillograms of voltages and currents in five characteristic operating modes of the substation. It is established that there is no distortion of the output voltage and the input current of the regulator at three voltage levels in the network. At the nominal level and the maximum positive and negative deviation from this level. Numerical experiments have shown that for intermediate voltage deviations from the nominal level, the distortion of the output voltage is negligible, and distortions of the input current also absent. In addition, voltage regulation is smoothly from one level to another.

Ключевые слова: имитационная модель, регулирование напряжения под нагрузкой, сдвоенный реактор, тиристорные ключи и трансформаторная подстанция.
Key words: simulation model, voltage regulation under load, dual reactor, thyristor keys and transformer substation.

Разработанное магнитно-тиристорное пускорегулирующее устройство выполнено с двумя тиристорными ключами и сдвоенным реактором (МТПУ) на высокой стороне ТП позволяет устранять недостатки, механического переключающего устройства [1]. На рисунке. 1, представлена схема трансформаторной подстанции с МТПУ. Здесь показана сеть (G), линия электропередачи (W), высоковольтный выключатель (Q), трехфазный контактор (АС), трехфазный сдвоенный реактор (Р), основные (ТК-1) и дополнительные (ТК-2) тиристорные ключи с системой управления (СУ), силовой трансформатор (СТ) и трехфазная активно-индуктивная нагрузка (Z).

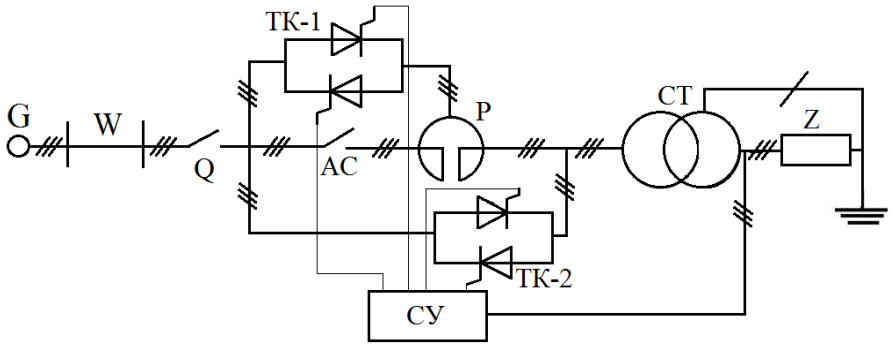


Рисунок 1 - Схема трансформаторной подстанции с МТПУ

Для проведения исследования регулирование напряжения на высокой стороне ТП, было создано имитационная модель МТПУ в среде Matlab, которая приведена на рисунке 2.

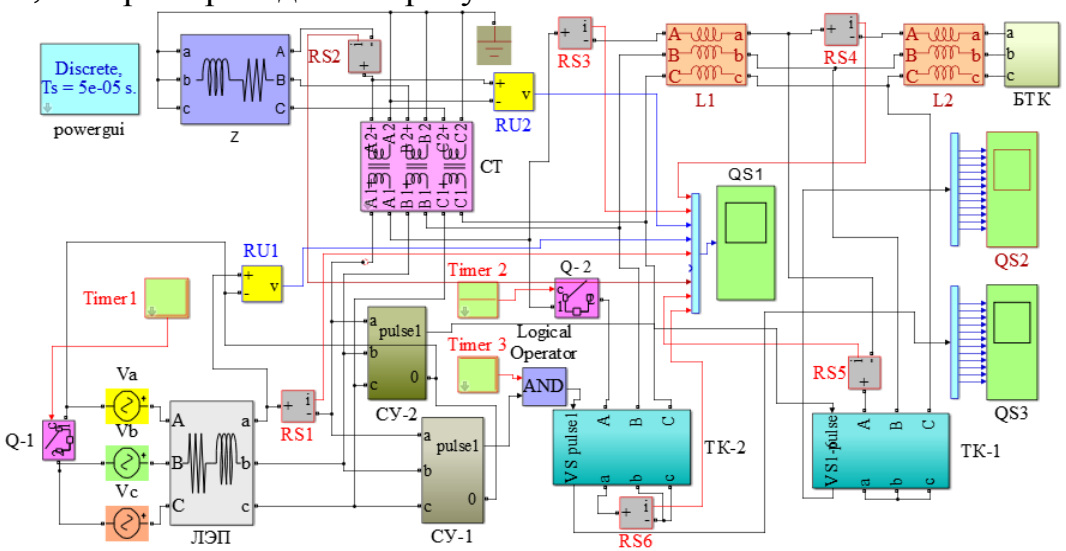


Рисунок 2 - Имитационная модель МТПУ

В её состав входить: три однофазных источника переменного напряжения (V_a, V_b, V_c), линия электропередачи (ЛЭП), блок основных (ТК-1) и дополнительных (ТК-2) тиристорных ключей, блок системы управления основным (СУ-1) и дополнительным (СУ-2) тиристорными ключами, блок трехфазный контактор (БТК), первая (L1) и вторая (L2) обмотка сдвоенного реактора, силовой трансформатор (СТ), трехфазная активно-индуктивная нагрузка (Z) и другие вспомогательные элементы.

Стоит отметит, что регулирование напряжения на высокой стороне трансформаторной подстанции с помощью МТПУ достигается по специальному способу. На рисунке 3, представлены осциллограммы результатов исследования при отклонениях напряжения в сети на ±10% от номинального уровня и неизменном напряжения в нагрузке.

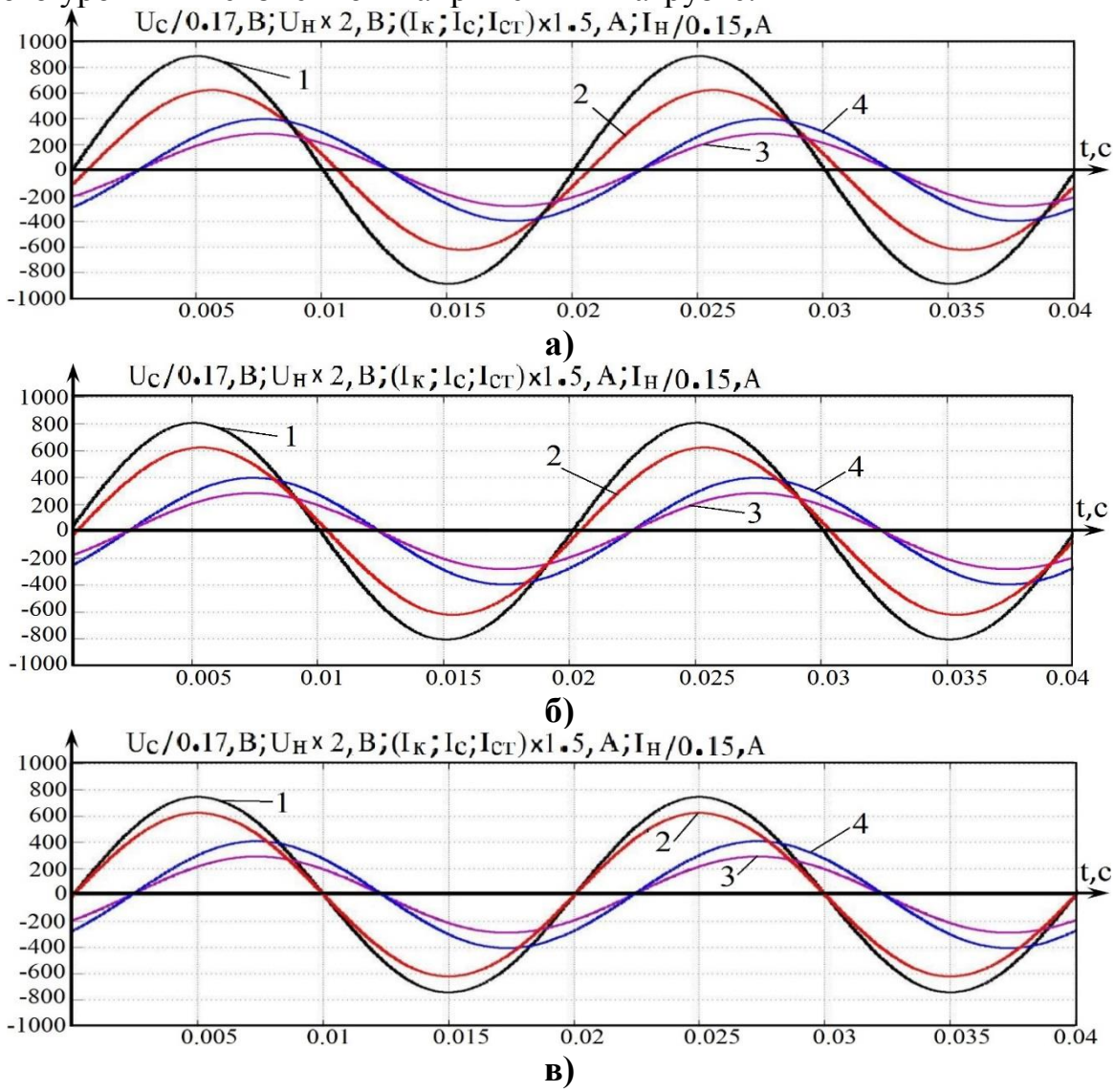
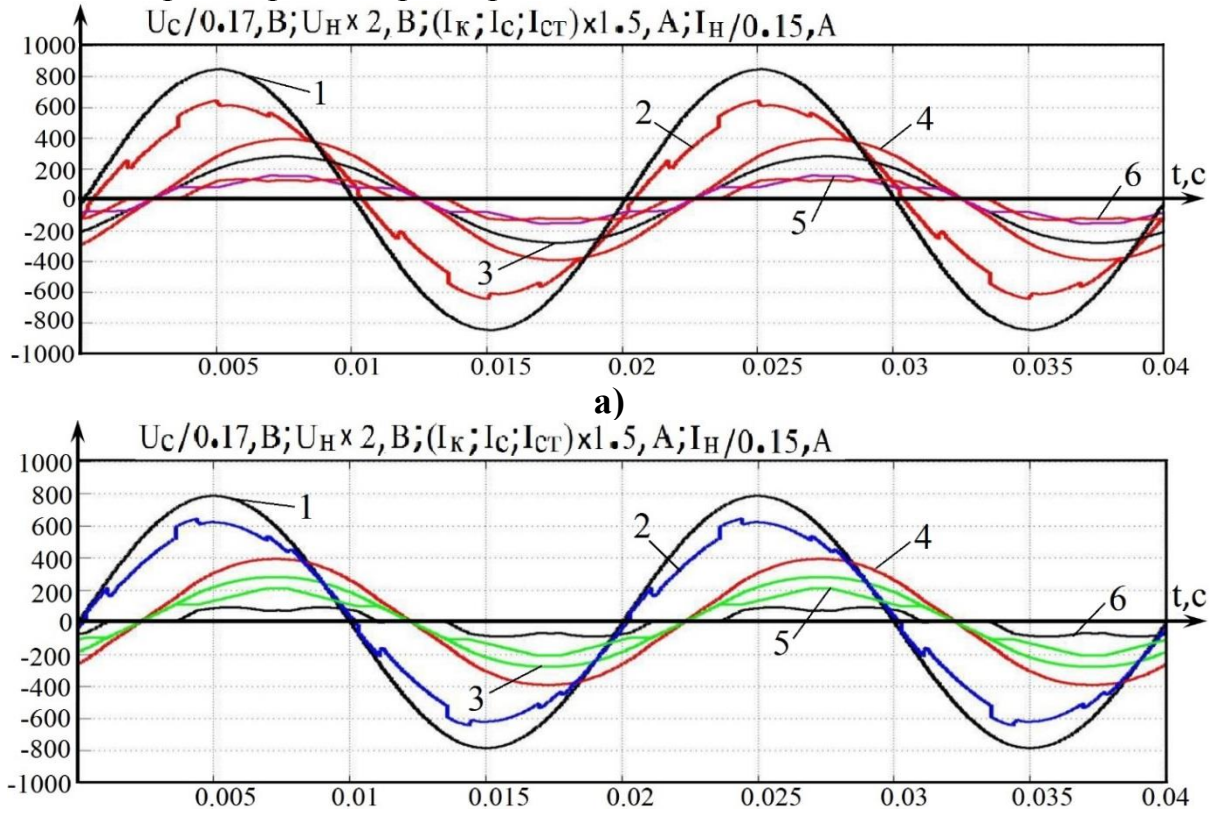


Рисунок 3 - Осциллограммы токов и напряжения при отклонениях напряжения в сети на ±10% от номинального уровня

Введены обозначении (см. рисунок 3): 1 и 2- фазные напряжения сети и нагрузки; 3 и 4- фазные токи сети и нагрузки; при повышенном (а), номинальном (б) и пониженном (в) напряжении в сети.

Предложенное МТПУ также производит регулирования напряжения в двух поддиапазонах. На рисунке 4, представлено результата исследования в этих поддиапазонах. Введены обозначении (см. рисунок 4): 1 и 2- фазные напряжения сети и нагрузки; 3 и 4- фазные токи сети и нагрузки; 5 и 6- ток в реакторов и тиристоров.



а)

б)

Рисунок 4 - Осциллограммы токов и напряжения при верхнем (а) и нижнем (б) поддиапазонах регулирования напряжения

Двух поддиапазонное регулирование обеспечивает стабильное напряжение на выходе трансформаторной подстанции без искажения тока в сети.

УДК 681.5.01:658.5
Толибов Бахтиёр Назриевич, студент; Tolibov Bakhtiyor Nazrievich
Черный Сергей Петрович, кандидат технических наук, доцент;
Cherny Sergey Petrovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЧЕТКОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ НН ПРИ ИХ МОДЕРНИЗАЦИИ

FUZZY SIMULATION MODULE FOR SELECTING PARAMETERS OF THE ELECTRICAL LOW VOLTAGE NETWORKS AS A RESULT OF MODERNIZATION.

Аннотация. В данной статье рассматривается возможность реализации интеллектуального модуля для прогнозирования основных параметров в электрических сетях низкого напряжения при их модернизации.
Summary. This article discusses the possibility of implementing an intelligent module for the prediction of the main parameters in the electrical low voltage networks as a result of modernization.
Ключевые слова: нечёткий регулятор, электрические сети, прогнозирующий модуль.
Key words: fuzzy logic controller, electrical low voltage networks, a prediction module.

Проблема модернизации электрических сетей в настоящее время является актуальной задачей и сопровождается достаточно большим количеством факторов, как технического, так и экономического характера которые определяют ее многокритериальность. Необходимо отметить основные сложности при модернизации сетей низкого напряжения будут возникать при решении вопросов энергосбережения и качества передаваемой электрической энергии. [1, 4]

Многокритериальность и многофакторность представленной задачи обусловливают применение технологий искусственного интеллекта при ее решении. Наиболее удобным подходом к реализации модели прогнозирующего модуля является использование аппарата нечеткой логики. Такой модуль должен воспринимать информацию, описывающую основные технологические параметры электрических сетей низкого напряжения, из заданной системы управления базами данных (СУБД), преобразовывать ее и производить запись вычисленных элементов и параметров. При этом необходим программный модуль реализующий передачу данных от СУБД к системе управления с нечетким регулятором. [2,3]

Ядром предлагаемой интеллектуальной системы будет являться нечеткий логический регулятор с алгоритмом вывода Мамдани представленный на рисунке 1.

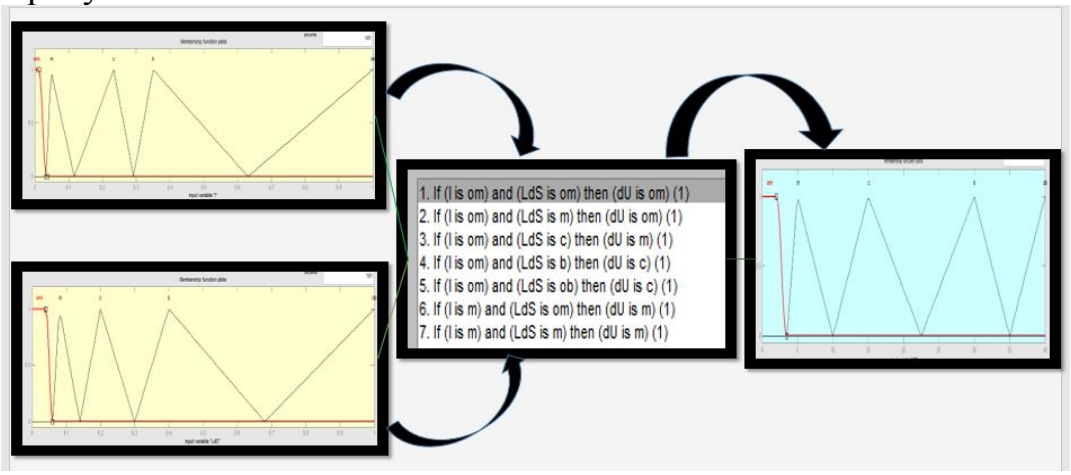


Рисунок 1 – Функциональная схема нечеткого прогнозирующего модуля

На вход нечеткой системы приходит информация о значениях основных параметров электрической сети низкого напряжения полученная от ЭСО, которая формализуется двумя лингвистическими переменными.

Лингвистическая переменная «I» формализует такие понятия как замеры тока в соответствующей магистральной линии электрической сети, описывается пятью нечеткими термами треугольного вида в заданном диапазоне регулирования.

Второму входу нечеткого прогнозирующего модуля соответствует лингвистическая переменная «LdS», которая формализует параметр поперечного сечения проводов выбранной магистральной линии электрической сети и имеет аналогичный набор характеристик в соответствующем диапазоне изменения величины.

Выход нечеткой системы описывается лингвистической переменой «dU» соответствующей величине потерь электрической энергии на заданном участке электрических сетей НН.

База знаний нечеткой прогнозирующей системы будет состоять из 25 нечетких продукционных привил. Фрагмент такой базы представлен на рисунке 1 в средней части. Проверка представленного набора правил на полноту и непротиворечивость проводилась с применением стандартных методик.

Необходимо отметить, что реализация подобных систем связанна с целым рядом проблем как технического так и организационного характера. Техническая часть определяется неполнотой и неопределенностью информации, а также сложностью ее обработки и определения адекватности в виду наличия качественной составляющей при формализации процессов

прогнозирования. Решение проблем связанных с организационной составляющей определяется качеством данных предоставляемых энергоснабжающей организацией. Точность прогнозирования реализуемого нечетким модулем будет напрямую зависеть от количества предоставляемой информации и особенно ее достоверности. Таким образом, проявляется одна из серьезнейших проблем в реализации интеллектуальных систем решающих задачи в различных предметных областях связанная со сбором входного вектора обучающей выборки.

Построенная с использованием интеллектуального подхода прогнозирующая система, позволяет определить магистральные линии в электрических сетях низкого напряжения, параметры которых оказывают существенное виляние на величину потерь электрической энергии. Кроме того, такой подход определяет диапазоны изменения основных параметров направленных на сокращение величины этих потерь, а также передачу скорректированной информации в СУБД для дальнейшего анализа. Представленная нечеткая прогнозирующая система может быть при необходимости расширена путем увеличения количества входных лингвистических переменных формализующих необходимое число параметров электрических сетей низкого напряжения, но вместе с тем и повлечет усложнение нечеткой базы знаний представленного модуля

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Соловьев, В.А. Искусственный интеллект в задачах управления. Интеллектуальные системы управления технологическими процессами / В. А Соловьев, С.П. Черный – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 63с.

2. Иванкова, Е.П. Оптимизация распределения функций принадлежности при синтезе нечеткого регулятора для систем управления тепловыми процессами / Е.П. Иванкова, В.Г. Косицын, В.А. Соловьев, С.П. Черный - Журнал 1(5) "Информатика и системы управления". - Благовещенск 2003

3. Cherny, S.P. Another approach to enhancement of fuzzy controller intellectual capabilities / S.P. Cherny, V.A. Solovyev. – 2017 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM). IEEE Xplore Conference Publications. – 2017. – P. 1 - 4.

4. Потери электроэнергии в электрических сетях энергосистем / В.Э. Воротницкий, Ю.С. Железко, В.Н. Казанцев и др.; Под ред. В.Н. Казанцева. - М.: Энергоатомиздат. 1983.

УДК 62-521
Тренколенко Елена Валерьевна, студент; Trenkolenko Elena Valerievna
Горькавый Михаил Александрович, кандидат технических наук, доцент; Gorkavy Mikhail Aleksandrovith
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ

DEVELOPMENT OF A MODEL OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF MANUFACTURING PIPELINES USING INDUSTRIAL ROBOTS

Аннотация. Разработана модель технологического процесса изготовления трубопроводов с применением промышленных роботов. Целью создания модели является формирование инструмента обеспечивающего возможность осуществления оптимизационных процессов вновь разрабатываемых технологий.
Summary. A model of the technological process of manufacturing pipelines with the use of industrial robots is developed. The purpose of creating the model is to create a tool that allows the implementation of optimization processes of newly developed technologies.
Ключевые слова: моделирование, промышленная робототехника, автоматизация, управление.
Keywords: modeling, industrial robotics, automation, management.

Технологический процесс изготовления трубопроводов сложной конфигурации из тонколистного материала для авиастроения и аэрокосмической промышленности является трудоёмким процессом и требует высокой квалификации рабочего персонала. Неавтоматизированные процессы изготовления трубопроводов определяют высокий процент брака и соответственно высокую стоимость конечной продукции изделия. Таким образом, целесообразно предпринять меры по автоматизации данного процесса.

В случае автоматизации, наряду с положительными эффектами, наблюдается ряд проблем, требующих решения: интеграции оборудования, оптимизации технологии, разработки и модернизации программного обеспечения, обеспечения высокого уровня квалификации работников.

В целях обеспечения организации технологического процесса в перспективе была разработана модель технологического процесса изготовления трубопроводов сложной конфигурации (рисунок 1). Пользуясь моделью, инженер сможет правильно организовать весь технологический про-

цесс, знать «узкие» места требующие контроля, представлять прохождение заготовки по технологическому процессу и т.п.

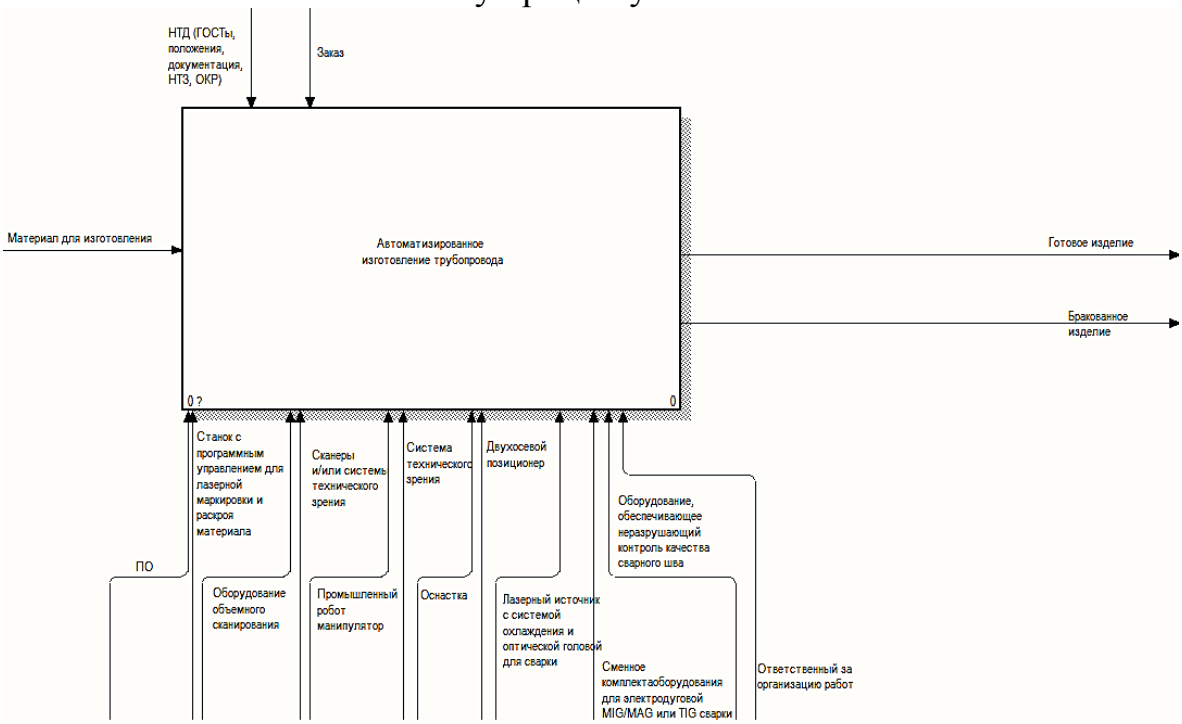


Рисунок 1 – Модель технологического процесса изготовления трубопроводов

В модели представлен вход «материал для изготовления», который проходит весь технологический процесс (маркировка и раскрой исходного материала, формообразование, предварительная механическая обработка, сварка, контроль качества сварного шва и точности изготовления), чтобы на выходе был получен полупатрубок/готовое изделие. На рисунке 1 отображены управляющие воздействия и необходимые ресурсы.

На рисунке 2 представлена декомпозиция блока «управления». Информация, поступающая в базу данных на выходе, преобразует корректирующие действия для каждого объекта модели. Это необходимо для отлаженного и оперативного исправления возможных недостатков при изготовлении изделий.

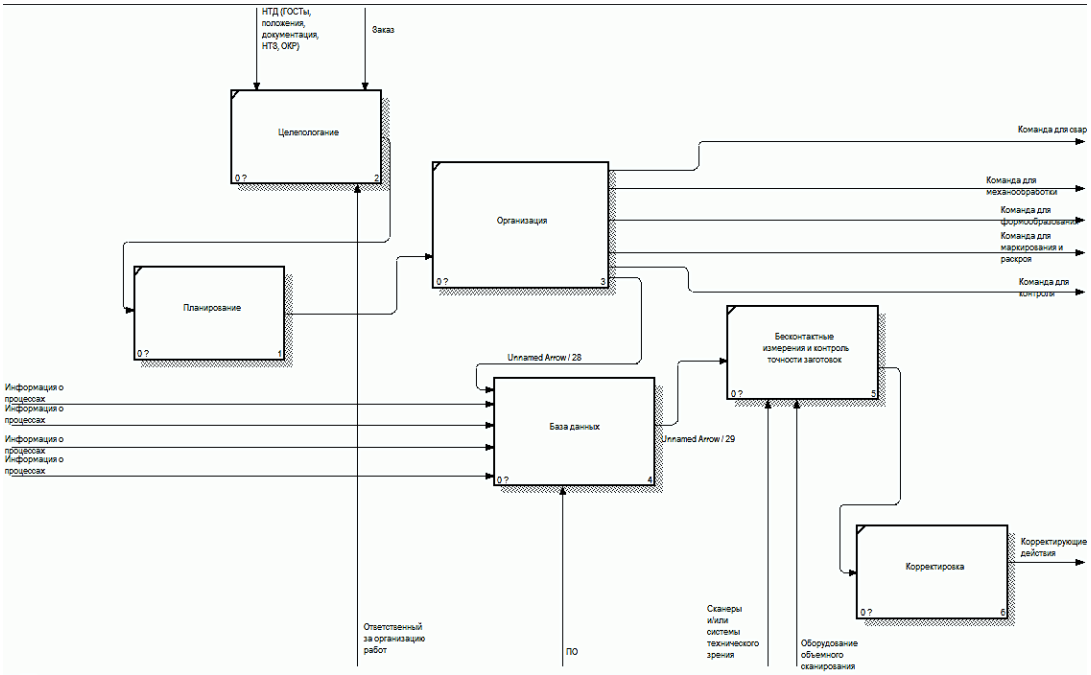


Рисунок 2 – Декомпозиция блока «управление»

Разрабатываемая модель изготовления трубопроводов сложной конфигурации из листового материала позволит автоматизировать процессы сварки, межоперационного контроля точности, обработки и сравнения фактического состояния заготовки с её конструкторской документацией, поиска оптимального сопряжения заготовок, проведение предварительной механической обработки, контроль качества изготовления заготовок, перемещение и накопление заготовок между отдельными операциями.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Запорожский А.С., Никишев А.А. Проектирование и изготовление трубопроводов сложной конфигурации с использованием цифровых технологий // Научная электронная библиотека «Киберленинка». – 2011. – С. 304-305.

2. Литвинчук А.Ю., Филиппов Ю.А. Технология изготовления трубопроводов сложной геометрии // Научная электронная библиотека «Киберленинка». – 2009. – С. 338-339.

3. Тереньева Е.И. Анализ современного состояния применения роботов в промышленности // Nauka-rastudent.ru. – 2015. – № 10 (22) / [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: http://nauka-rastudent.ru/22/2955/

УДК 004.46
Трусов Роман Евгеньевич, студент; Trusov Roman Evgenyevich
Горькавый Михаил Александрович, завелующий кафедрой, кандидат технических наук, доцент; Gorkaviy Michail Aleksandrovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРОЦЕССОВ СИТУАЦИОННОЙ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕМОНТНЫХ РАБОТ

SYSTEM FOR SITUATIONAL ASSESSMENT AND PREDICTION OF REPAIR WORK PROCESSES

Аннотация. Рассмотрено решение проблемы изношенного оборудования электросетевых компаний. Предлагается использование системы поддержки процессов ситуационной оценки на базе имитационного моделирования для внесения большей объективности в решения о приоритетности восстанавливаемых объектов линий передач.
Summary. The solution of worn out equipment of electric grid companies problem is considered. The use of the system of support of situational assessment processes on the basis of simulation modeling is proposed to make greater objectivity in decisions on the priority of the restored objects of transmission lines.
Ключевые слова: энергетика, автоматизация, интеллектуальные системы, имитационная модель, нечеткая логика.
Keywords: power engineering, automation, intelligent system, simulation model, fuzzy logic.

Первостепенной функцией электросетевых компаний является обеспечение стабильной подачи электроэнергии каждому потребителю. В условиях существующей проблемы глобального износа электросетевого оборудования выполнение этой функции осложняется тем, что единоразовое проведение ремонтных работ на всех проблемных участках невозможно. Поэтому ставится задача разработки системы поддержки принятия решений на базе имитационного моделирования с целью выявления приоритетных участков линий электропередач для ремонта, а также формирования детального плана работ на таких участках.

В данной статье проводится определение пути внедрения системы в устройство управления, выделение необходимых показателей надежности для каждого класса оборудования. Использование такой системы вкупе с имеющимися стандартами технического обеспечения и ремонта позволит четко сформулировать план работ по восстановлению и поддержке электросетевого оборудования.

Предлагается параллельное включение системы в устройство управления для повышения объективности принимаемого решения о ремонте оборудования (рис. 1).

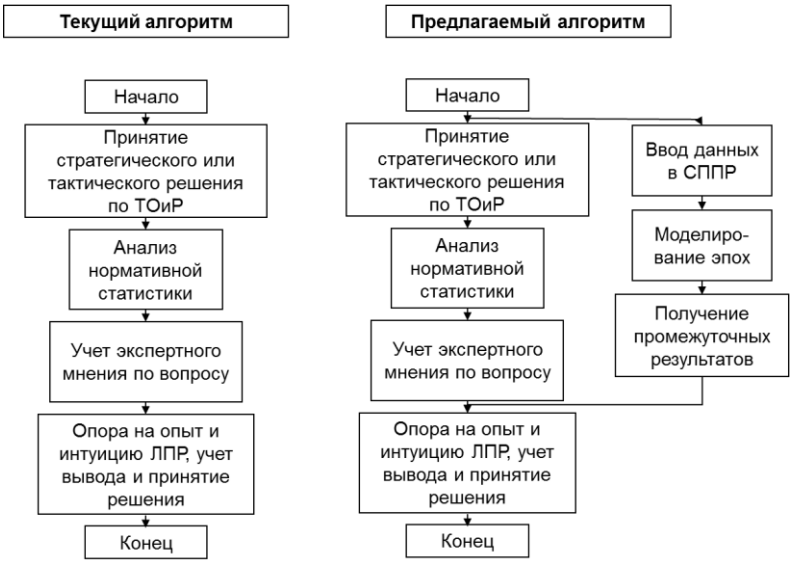


Рисунок 8 – Предлагаемое параллельное включение системы поддержки принятия решений в устройство управления

Лицо принимающее решение опирается не только на собственные знания и опыт, но и на показания СППР.

Использование надежностных показателей по ГОСТ 27.002-89 при расчете характеристик состояния элементов оборудования в имитационной модели вкупе со статистическими данными существенно повышает адекватность моделирования за счет опоры не только на теоретические знаний, но и на практический опыт эксперта.

На данном этапе разработана имитационная модель работы и износа промежуточной опоры с учетом влияния погодных явлений и ремонтных работ на состояния показателей элементов оборудования. В дальнейшем планируется разработка моделей в виде структур данных для обеспечения модульности и упрощения процесса разработки с точки зрения хранения данных.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MatLab / С. Д. Штовба. – М.: Телеком, 2007. – 288 с.

2. Трусов, Р.Е. Классификация электросетевого оборудования для разработки имитационной модели передающей энергосистемы / Р.Е. Трусов, М.А. Горькавый // Научно-практ. творчество аспирантов и студентов. – Комсомольск-на-Амуре, 2016. – С. 600 – 602.

УДК 621.3.011.7(07)
Хандошко Алена Константиновна, студентка, Handoshko Alena Konstantinova
Сочелев Анатолий Федорович, кандидат технических наук, доцент, Sochelev Anatoly Fedorovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О НАРУШЕНИИ ФИЗИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗУЕМОСТИ ЭКВИВАЛЕНТНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ НАГРУЗОК В ЦЕПЯХ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

THE SOLUTION OF THE PROBLEM OF VIOLATION OF THE PHYSICAL FEASIBILITY OF EQUIVALENT TRANSFORMATION IN ALTERNATING LOADS

Аннотация. Рассматриваются эквивалентные преобразования нагрузок, соединенных «треугольником» и «звездой». Получены условия практической реализуемости эквивалентных схем в нестандартных ситуациях, когда в результате преобразований появляются элементы с «отрицательным активным сопротивлением». Определены зоны появления таких ситуаций. Задача решается заменой эквивалентного отрицательного сопротивления положительным и введением дополнительного фиктивного источника напряжения управляемого током.
Annotation. Considered equivalent transformation of loads, United "triangle" and "Star". Conditions of the practical feasibility of equivalent schemes in non-standard situations, when the transformations appearing items with "negative resistance". Defined zone of emergence of such situations. Task involves replacement of equivalent negative resistance positive and the introduction of an additional voltage source is fictitious managed shock.
Ключевые слова. Отрицательное активное сопротивление, физическая реализуемость, дополнительный фиктивный источник
Keywords. Negative resistance, physical realizability, additional bogus source

В эквивалентных преобразованиях нагрузок соединенных «звездой» и «треугольником» в некоторых случаях возникают ситуации, в которых эквивалентные сопротивления содержат отрицательные активные сопротивления [1,2]. В отмеченных работах рассматриваются только случаи преобразования «треугольника» в «звезду» или П-схемы в Т-схему.

Такие случаи могут возникнуть и при обратном преобразовании отмеченных соединений. Пример такой ситуации показан ниже. Пусть требуется эквивалентная замена схемы рис.1 в схему рис.2.

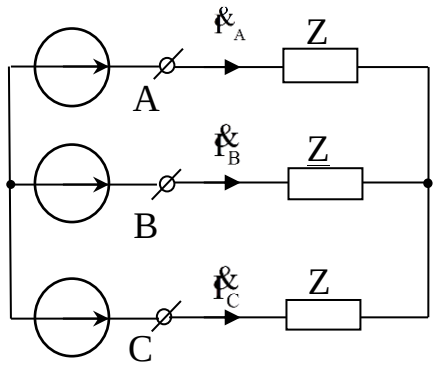


Рис. 1

Заданы ЭДС и сопротивления нагрузок схемы рис.1:

$$\dot{E}_A = 100\ B;\ \dot{E}_B = -50 - j\cdot 86{,}603\ B;\ \dot{E}_C = -50 + j\cdot 86{,}603\ B.$$

$$\underline{Z}_A = j\cdot 50\ Ом;\ \underline{Z}_B = 10 + j\cdot 50\ Ом;\ \underline{Z}_C = j\cdot 50\ Ом.$$

Преобразуем эти нагрузки в эквивалентный «треугольник» (рис.2):

$$\underline{Z}_{AB} = \underline{Z}_A + \underline{Z}_B + \frac{\underline{Z}_A\underline{Z}_B}{\underline{Z}_C} = 20 + j150\ Ом;\quad \underline{Z}_{BC} = \underline{Z}_B + \underline{Z}_C + \frac{\underline{Z}_B\underline{Z}_C}{\underline{Z}_A} = 20 + j150\ Ом;$$

$$\underline{Z}_{CA} = \underline{Z}_C + \underline{Z}_A + \frac{\underline{Z}_C\underline{Z}_A}{\underline{Z}_B} = -9{,}615 + j148{,}077\ Ом.$$

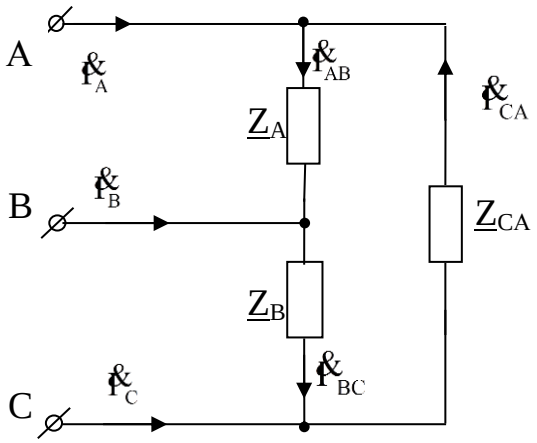


Рис. 2

В эквивалентном сопротивлении $\underline{Z}_{CA}$ действительная часть меньше нуля.

Отрицательное активное сопротивление в «треугольнике» у одной нагрузки получается, если два сопротивления «звезды» однородные реактивные, а третье любое активное сопротивление от малого до большего или совокупность любого реактивного и активного сопротивлений.

Приведем обычный расчет тока нагрузки (рис.2), который протекает по сопротивлению с отрицательной действительной частью, подключенной к трехполюсному генератору ABC. Параметры генератора равны: $\dot{E}_{AB} = 150 + j\cdot 86{,}603\ B;\quad \dot{E}_{BC} = -j\cdot 173{,}205\ B;\quad \dot{E}_{CA} = -150 + j\cdot 86{,}603\ B.$

Вычислим этот ток:

$$I_{CA} = \frac{\dot{E}_{CA}}{\underline{Z}_{CA}} = 0{,}648 + j\cdot 0{,}981\ A;$$

Найдем величину ЭДС фиктивного источника, решив следующее уравнение, у которого одна неизвестная E_d, а сопротивление выбрано физически реальным, то есть с положительной действительной частью:

$$\dot{I}_{CA} = \frac{\dot{E}_{CA} - \dot{E}_d}{-Re(\underline{Z}_{CA}) + j\cdot Im(\underline{Z}_{CA})};\ \dot{E}_d = -12{,}4595 - j\cdot 18{,}6715\ B.$$

С другой стороны, этот источник можно вычислить по формуле, предложенной в [3]:

$$\dot{E}_d = \dot{I}_{CA} \cdot Re(\underline{Z}_{CA}) \cdot 2 = -12{,}4595 - j \cdot 18{,}6715\ B.$$

Видим, что значения совпали, то есть все действия сделаны правильно. Фиктивный источник является источником ЭДС, управляемым током ветви и определяемым произведением этого тока на удвоенную действительную часть эквивалентного сопротивления. Направлен дополнительный источник в противоположную сторону от тока. Полученная эквивалентная схема примет вид рис.3

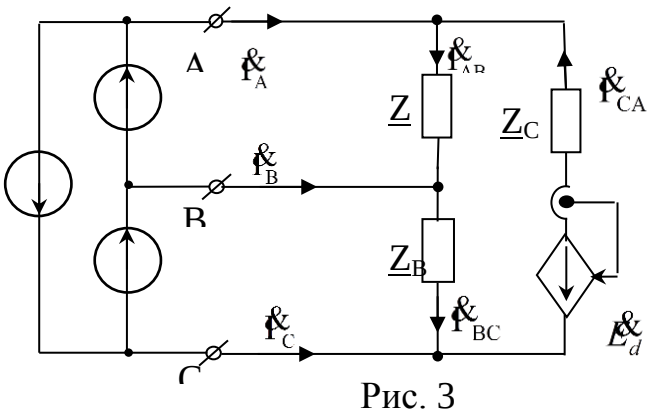


Рис. 3

Определим мощности нагрузок для схем рис.2:

$$\tilde{S}_n = \left(\left|\dot{I}_{AB}\right|\right)^2 \cdot \underline{Z}_{AB} + \left(\left|\dot{I}_{BC}\right|\right)^2 \cdot \underline{Z}_{BC} + \left(\left|\dot{I}_{CA}\right|\right)^2 \cdot \underline{Z}_{CA} = 39{,}301 + j \cdot 594{,}76\ BA;$$

и рис.3:

$$\tilde{S}_n` = \left(\left|\dot{I}_{AB}\right|\right)^2 \cdot \underline{Z}_{AB} + \left(\left|\dot{I}_{BC}\right|\right)^2 \cdot \underline{Z}_{BC} + \left(\left|\dot{I}_{CA}\right|\right)^2 \cdot \underline{Z}_{CAp} - \dot{E}_d \cdot \dot{I}_{CA} = 39{,}301 + j \cdot 594{,}76\ BA;$$

Видно, что мощности одинаковы.

Таким образом, замена сопротивления $\underline{Z}_{CA}$ «треугольника» на физически реальное:

$$\underline{Z}_{CAp} = -Re(\underline{Z}_{CA}) + j \cdot Im(\underline{Z}_{CA}) = 9{,}615 + j148{,}077\ Ом;$$

и включение последовательно с ним дополнительного источника $\dot{E}_d$ (рис.3) правомерно:

$$\dot{E}_d = \dot{I}_{CA} \cdot Re(\underline{Z}_{CA}) \cdot 2 = -12{,}4595 - j \cdot 18{,}6715\ B.$$

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Куделько А.Р., Мальков М.Н., Сочелев А.Ф. Особенности эквивалентных преобразований нагрузок в цепях переменного тока. Научно-техническое творчество аспирантов и студентов: материалы 47-й научно-технической конференции студентов и аспирантов, Комсомольск-на—Амуре, 10-21 апреля 2017 г.- Комсомольск-на –Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2017, с.730-733.

2 Королева А.Р., Куделько А.Р., Сочелев А.Ф. Особенности эквивалентных преобразований нагрузок четырехполюсников. Научно-техническое творчество аспирантов и студентов: материалы 47-й научно-технической конференции студентов и аспирантов, Комсомольск-на—Амуре, 10-21 апреля 2017 г.- Комсомольск-на –Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2017, с. 567-569.

УДК 681.51
Хохлова Олеся Алексеевна, студент; Khokhlova Olesya Alekseevna
Егоров Владислав Алексеевич, кандидат технический наук, доцент;
Egorov Vladislav Alekseevich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

МОДАЛЬНЫЙ РЕГУЛЯТОР ТЕМПЕРАТУРЫ

MODAL TEMPERATURE CONTROLLER

Аннотация. Приведены результаты идентификации, моделирования и практической реализации регулятора для систем стабилизации температуры с использованием модального подхода.
Summary. Results of identification, modeling and practical implementation of the regulator for temperature stabilization systems using the modal approach are presented.
Ключевые слова: регулятор температуры, модальный, идентификация, моделирование, реализация.
Key word: temperature regulator, modal, identification, simulation, implementation.

В результате идентификации объекта управления, получена математическая модель, представленная на рисунке 1.

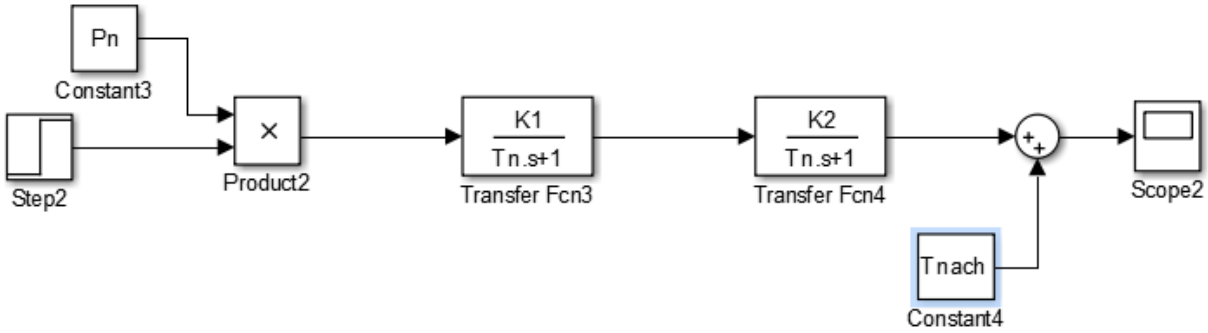


Рисунок 1- Структурная схема модели нагрева объекта управления.

Коэффициенты модели: мощность нагревательного элемента $P_н$=30 Вт; напряжение питающей сети $U_н$=220В;

постоянная нагрева термоэлемента $T_н = \frac{t_{nn\,экс}}{6} = \frac{8}{6} = 1{,}333$ с

Коэффициент передачи объекта $K = \frac{T_{кон} - T_{нач}}{P_н} = \frac{417-25}{30} = \frac{392}{30} = 13{,}1$

Коэффициенты звеньев модели $K_1 = K_2 = \sqrt{K} = \sqrt{13{,}1} = 3{,}62$

С использованием приведенной модели рассчитан модально-интегральный регулятор температуры, структурная схема которого представлена на рисунке.2

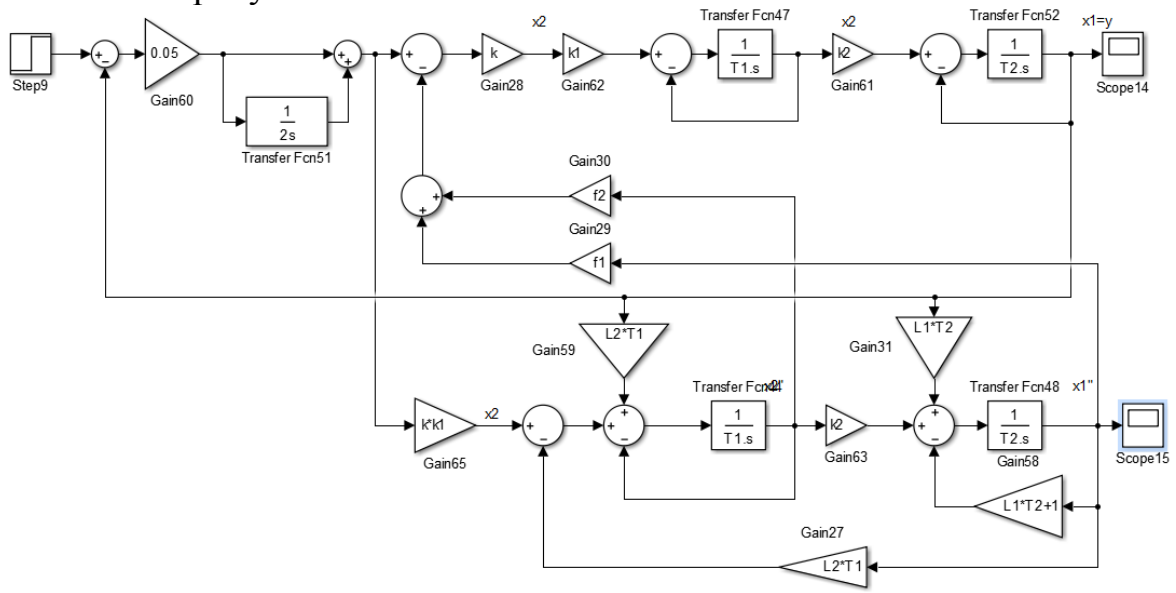


Рисунок 2-структурная схема системы стабилизации температуры с модально-интегральным регулятором

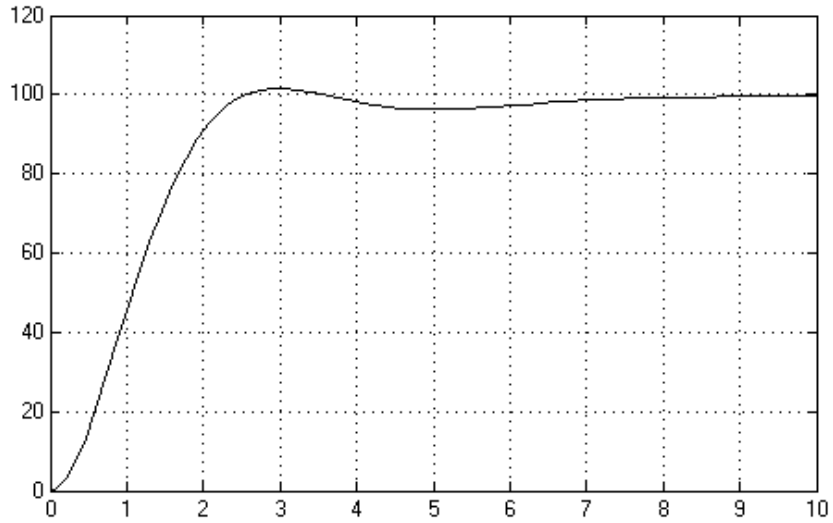


Рисунок 3- Переходный процесс в контуре температуры полученный при моделировании системы (рисунок 2)

Рассчитанный регулятор реализован в среде программирования контроллера ПЛК 160М. Листинг программы модально-интегрального регулятора на языке FBD представлен на рисунке 4.

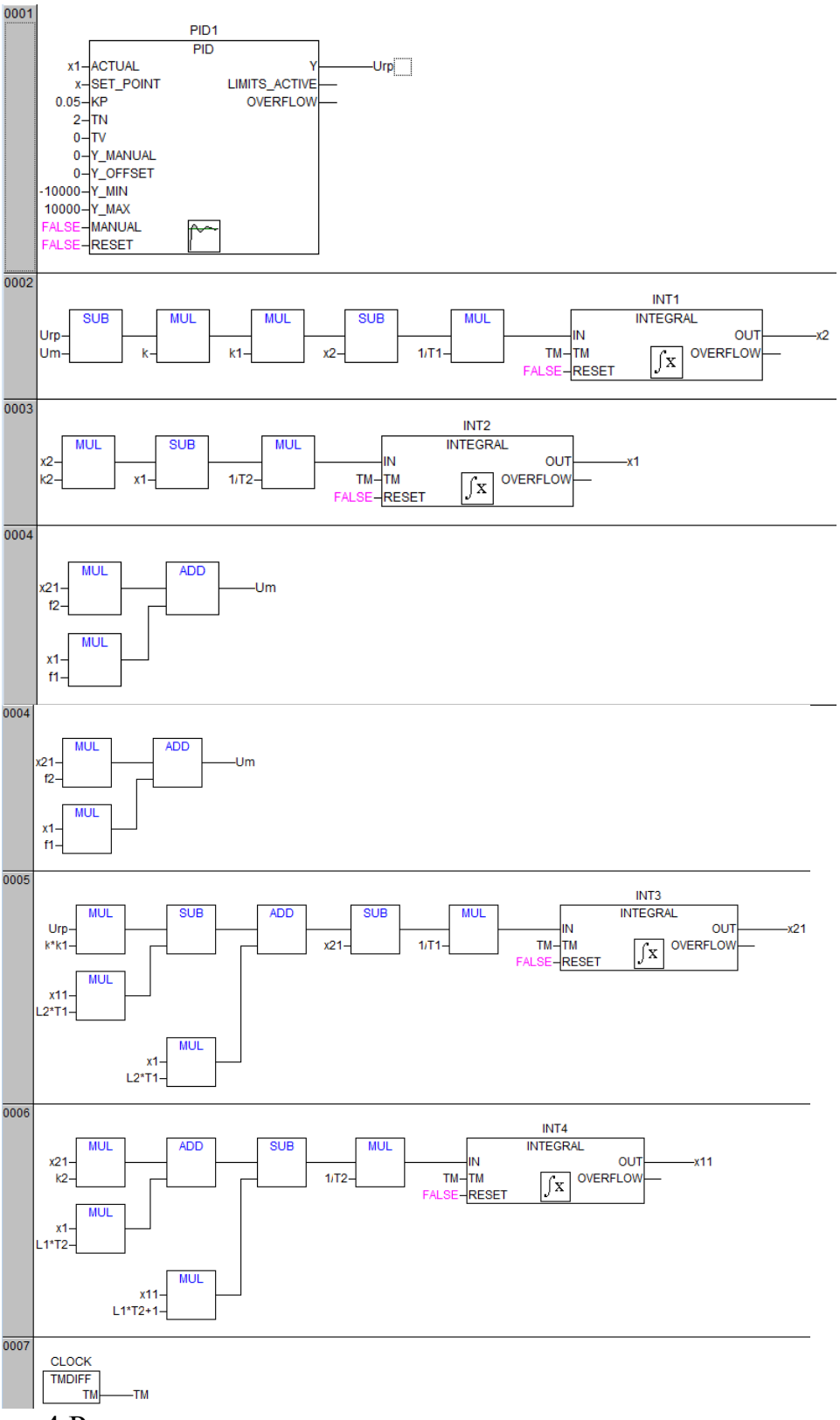


Рисунок 4 Реализация модально-интегрального регулятора на языке FBD

Процесс выхода температуры на установившееся значение 100 ^{0}C показан на рисунке 5

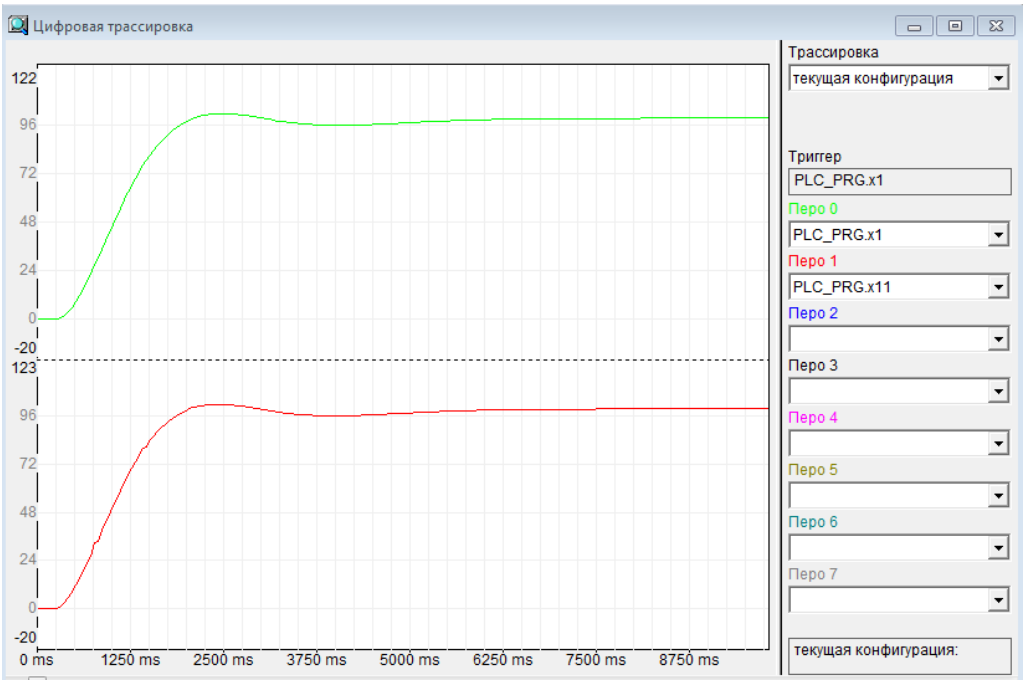


Рисунок 5- Переходные процессы по температуре а) На выходе системы; б) на выходе наблюдателя

По сравнению с другими типами регуляторов, модально-интегрально регулятор позволяет поддерживать температуру с высокой точностью, порядка $\pm 0{,}05\ ^0C$.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Петров, И. В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приёмы прикладного проектирования / Под ред. проф. В. П. Дьяконова. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004. — 256 с.

2 Руководство пользователя по программированию ПЛК в CoDeSys 2.3: руководство: разработчик компания CoDeSys – Смоленск: ПК Пролог, 2008. – 452 с.

УДК 621.37
Челышев Игорь Владимирович, студент; Chelyshev Igor Vladimirovich
Шибеко Роман Владимирович, старший преподаватель;
Shibeko Roman Vladimirovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ДРОНАМИ

METHODS TO COMBAT DRUGS

Аннотация: В тезисах указывается актуальность борьбы с БПЛА и обозначаются методы ее реализации.
Abstract: The theses state the urgency of the fight against UAVs and outline the methods for its implementation.
Ключевые слова: дрон, метод борьбы, акустический, микроволновый, противодроны, РЭБ.
Key words: drone, method of struggle, acoustic, microwave, counter-hydropower, electronic warfare.

Дрон - в технологическом контексте, это беспилотный летательный аппарат. Формально дроны известны как беспилотные летательные аппараты (БПЛА) или беспилотные авиационные системы (UASes). По существу, беспилотный летающий робот.

После атаки на объекты вооруженных сил РФ в Сирии проблема борьбы с дрона четко очертилась. Это не значит что специалистам эта проблема не виделась раньше. Просто она приобрела новые не очень приятные контуры. Некоторые специалисты заговорили о революции в методах введения войны и террористической деятельности. Сразу возникли идеи комбинации методов. Например, доставка к месту действия роя (несколько десятков) малых дронов на более большом носителе.

Если раньше военных заботило противодействие беспилотникам, изначально предназначенным для выполнения боевых задач, то в последние годы военнослужащим все чаще приходится задумываться о противодействии коммерческим и бытовым БПЛА, доработанным в целях их военного применения. Коммерческие беспилотники-бомбардировщики, бытовые дроны-камикадзе, малоразмерные и достаточно доступные по цене, уже не вызывают удивления ни в Донбассе, ни в Сирии.

Если современные ПВО относительно легко подавляют дроны самолетного типа военного назначения из за различаемого отраженного сигнала то низколетящие с медленной скоростью объекты становятся проблемой.

Дело в том, что беспилотники могут использовать террористы. Сбивать все подозрительные БПЛА над густонаселенной местностью - это

точно не выход. Намного более обоснованно с точки зрения и экономики, и здравого смысла их нейтрализация.

Исходя из этого развитие методов борьбы с дронами сверхактуально. Рассмотрим что имеется среди возможностей ликвидировать дрон на сегодняшний день.

Акустические методы. Конструкция гироскопа (есть практически в любом дроне для ощущения изменения в наклоне, ориентации и т.п) чаще всего механическая и у него как у практически у любой механической системы, есть резонансная частота. Существует возможность подбора данной резонансной частоты и вывода из строя гироскопа. Данные разработки ведутся в Южной Корее. В эксперименте ученые исследовали воздействие звука на дроны в тестовой камере. Атаки в течение 10 секунд во всех случаях хватало, чтобы сбить дрон. По их расчетам атака мощностью 140 дБ, достаточна чтобы сбивать дрон на расстояниях до 40 метров.

Лазерные методы. Лазер надежнее и точнее традиционных систем кинетического оружия, а выстрелы из него существенно дешевле. Использование лазера против «безлюдных» БПЛА также снимает этические и юридические вопросы применения лазерного ослепляющего оружия. Разработки ведутся во многих странах. На данном этапе удается сбить дроны или повредить их оптику, но установки энергоемки и маломобильны.

Рисунок 1 - Передвижная лазерная установка корпорации Raytheon (США)

Миковолновые методы. Суть метода в создании направленного СВЧ-излучения для ликвидации электронных систем дрона. Наиболее интенсивные разработки ведутся в США (компания Raytheon). Спроектированное устройство способно моментально вывести из строя группу вражеских беспилотников и практически любую иную электронику.

Рисунок 2 - Мощный СВЧ излучатель Phaser (Raytheon США)

Противодроны. Полиция и другие силовые структуры могут использовать дроны, оснащенные более мощными двигателями, например, дизельными, с более защищенным корпусом и устройствами для разрушения других дронов, например, незаконно запущенных или находящихся на запретных для полетов территориях. Дроны-перехватчики могут автоматически наводиться, например, по шуму двигателей преследуемого дрона или по его изображению в системе "компьютерного зрения" дрона-перехватчика. Методы уничтожения различны.

Сети. Выстреливаемые в сторону БЛА или быстро поднимаемые по курсу следования БЛА сети. Сети также могут переноситься как противодронами так и выстреливаться с других объектов (специальное ружье, гранатомет и т.д).

а) б)

Рисунок 3 - Использование сетей: а- с противодрона; б - с гранатомета

РЭБ. Существуют и разрабатываются РЭС различного типа действия. Можно выделить следующие виды действия РЭС:

– системы автоматического обнаружения беспилотника в заданном секторе (оптические, радарные, акустические, по-радиоизлучению, комбинированные);

– системы перехвата управления беспилотником;

– системы постановки помех в канале управления беспилотником;

– системы постановки помех для работы систем геопозиционирования БЛА на частотах GPS / ГЛОНАСС и других систем спутникового геопозиционирования;

– системы вносящие помехи в работу бортовой электроники, включая системы уничтожения бортовой электроники (системы на базе ЭМИ, микроволновые системы);

– системы постановки помех в канал передачи разведывательной информации;

– комбинированные системы РЭБ, включающие различный набор перечисленных выше опций.

УДК 004.4
Шашерина Анна Александровна, студент; Anna A. Shasherina
Куделько Анатолий Романович, канд. тех. наук, профессор;
Anatoly R. Kudelko
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ФОРМАЛИЗОВАННЫХ ПРОЦЕССОВ ОКАЗАНИЯ УСЛУГ И РЕАЛИЗАЦИИ ФУНКЦИЙ ОРГАНОМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫМ ОБРАЗОВАНИЕМ Г. КОМСОМОЛЬСК-НА-АМУРЕ

DEVELOPMENT OF A SYSTEM OF FORMALIZED PROCESSES OF RENDERING SERVICES AND IMPLEMENTATION OF FUNCTIONS BY THE MANAGEMENT BODY OF TERRITORIAL FORMATION OF KOMSOMOLSK-ON-AMUR

Аннотация. В статье приведены сведения о разработке системы формализованных процессов оказания услуг и реализации функций городской администрацией Комсомольска-на-Амуре. Обозначена проблема, проанализировано состояние деятельности администрации на сегодня и сформированы предложения по совершенствованию состояния.**Summary.** This article contains information about the development of a system of formalized processes of rendering services and implementation of functions by the administration of Komsomolsk-on-Amur. The problem is identified, the state of the administration's activity for today is analyzed and proposals for improving the state are formed.
Ключевые слова: бизнес-процесс, формализация бизнес-процессов, орган управления территориальным образованием.
Key words: business process, formalization of business processes, body of management of territorial formation.

Успешное функционирование любого хозяйствующего субъекта, в том числе и администрации города, зависит от эффективности его бизнес-процессов, каждый из которых представляет собой совокупность взаимосвязанных мероприятий или работ, направленных на создание определённого продукта или услуги для потребителей.

Формализация бизнес-процессов связана с переходом к четким процедурам выполнения конкретных задач. При этом, формализация подразумевает, что основные процессы деятельности организации описаны и осуществляются согласно этому описанию.

В настоящее время в деятельности администрации города Комсомольска-на-Амуре существует проблема низкой эффективности работы администрации, связанная с недостаточной формализацией или, в ряде случаев, с отсутствием системы формализованных процессов оказания услуг и реализации функций. Основными причинами такого положения дел являются: Недостаточно четкое распределение ответственности между сотрудниками и/или отдельными подразделениями; Рутинность и трудоемкость большинства реализуемых операций; Существует необходимость повышения эффективности управленческого и исполнительского труда, в целом организации труда (в частности, существует проблема единого понимания содержания работы, требований и ожиданий); Недостаточный контроль результатов и сотрудников.

В результате, проблема повышения эффективности связана с необходимостью совершенствования бизнес-процессов и обеспечением их необходимой информационной поддержкой.

Целью разработки системы является повышение эффективности деятельности управления информатизации и администрации города в целом, а также, в перспективе, оптимизация работы администрации за счет создания автоматизированной системы формализованных процессов, обеспечивающих качество оказания услуг и реализации функций.

Достижение цели требует решения следующих задач: анализ состояния и основных проблем в деятельности управления информатизации и органа управления территориальным образованием; формирование предложений по повышению эффективности работы управления информатизации в вопросах реализации процессов оказания услуг; описание предлагаемого решения, как алгоритма функционирования системы формализованных процессов; разработка модели системы на базе сформированного алгоритма и определение пути ее практической реализации; анализ и оценка необходимых материальных и трудовых вложений.

Чтобы добиться запланированных результатов от формализации процессов, предполагаемая система должна обладать следующими критериями для оценки эффективности работы органа управления территориальным образованием: а) фактическое отклонение по срокам выполнения работ в соответствии с типами поддержки и приоритетами задач; б) показатели удовлетворенности клиентов; в) эффективность трудозатрат.

Как показывает анализ текущего состояния, процесс оказания муниципальной услуги может быть представлен (рис.1) совокупностью последовательно реализуемых шести стадий (этапов): 1) прием и обработка запроса; 2) регистрация запроса; 3) направление запроса на рассмотрение; 4) рассмотрение запроса на услугу; 5) оформление ответа на запрос услуги; 6) контроль исполнения услуги.

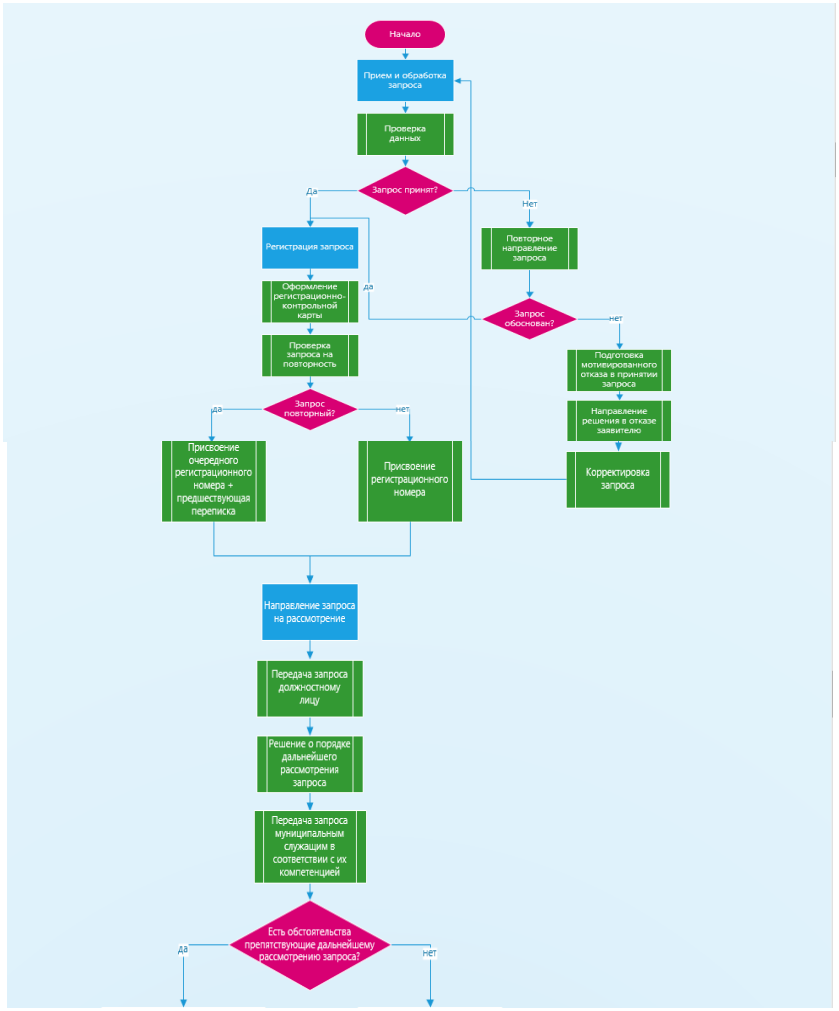
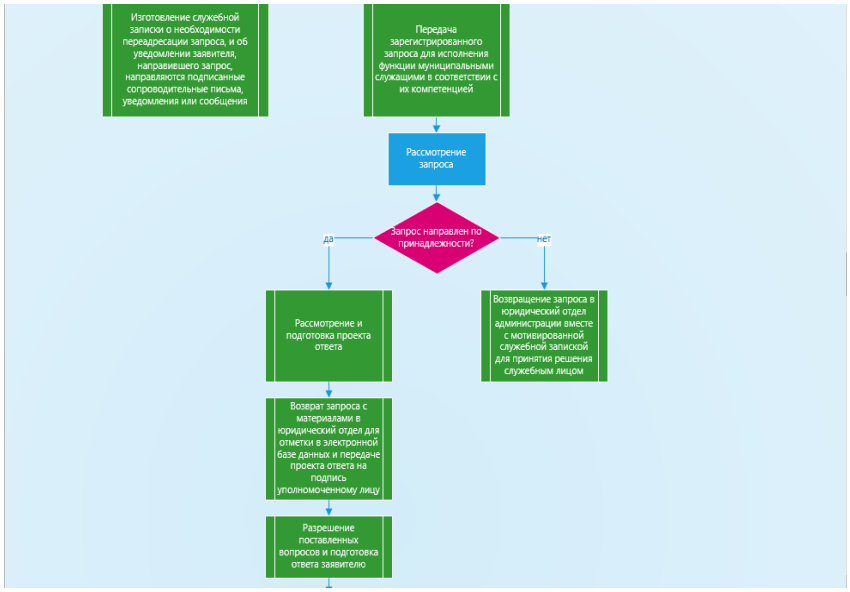
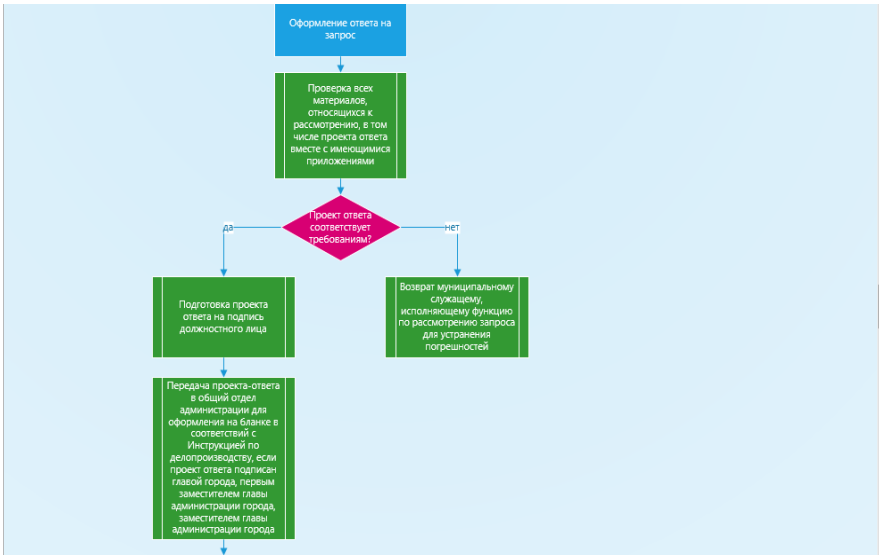
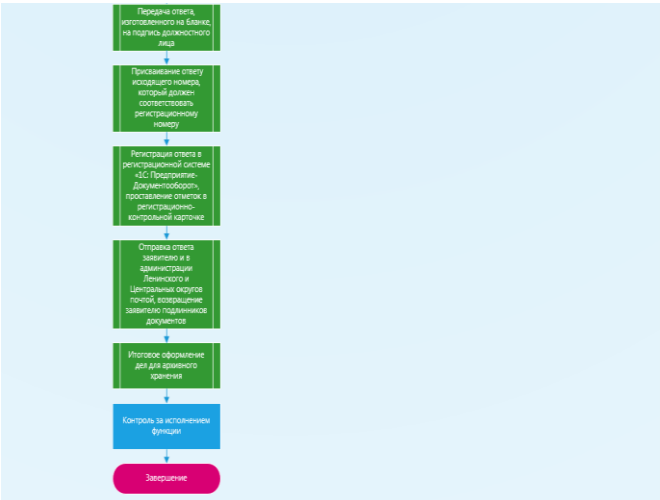


Рис.1 – Типовая блок-схема процесса оказания услуги (как есть сейчас)





Продолжение рис. 1 – Типовая блок-схема процесса оказания услуги (как есть сейчас)



Окончание рис.1 – Типовая блок-схема процесса оказания услуги (как есть сейчас)

Как следует из анализа компонентов блок-схемы процесса на рис. 1, при исполнении услуги присутствуют достаточно большое количество лишних («рутинных») операций. К ним, например, могут быть отнесены присвоение регистрационных номеров, передача проекта ответа в общий отдел администрации, а затем на подпись должностному лицу и другие. Они могут быть сокращены с применением автоматизированной системы, что позволит сократить срок принятия решений и формирования ответов.

При внедрении системы, которая бы оптимизировала работу сотрудников, описание бизнес-процесса с учетом применения автоматизированной системы для формирования запроса и ответов может быть представлено в виде, изображенном на рисунке 2.

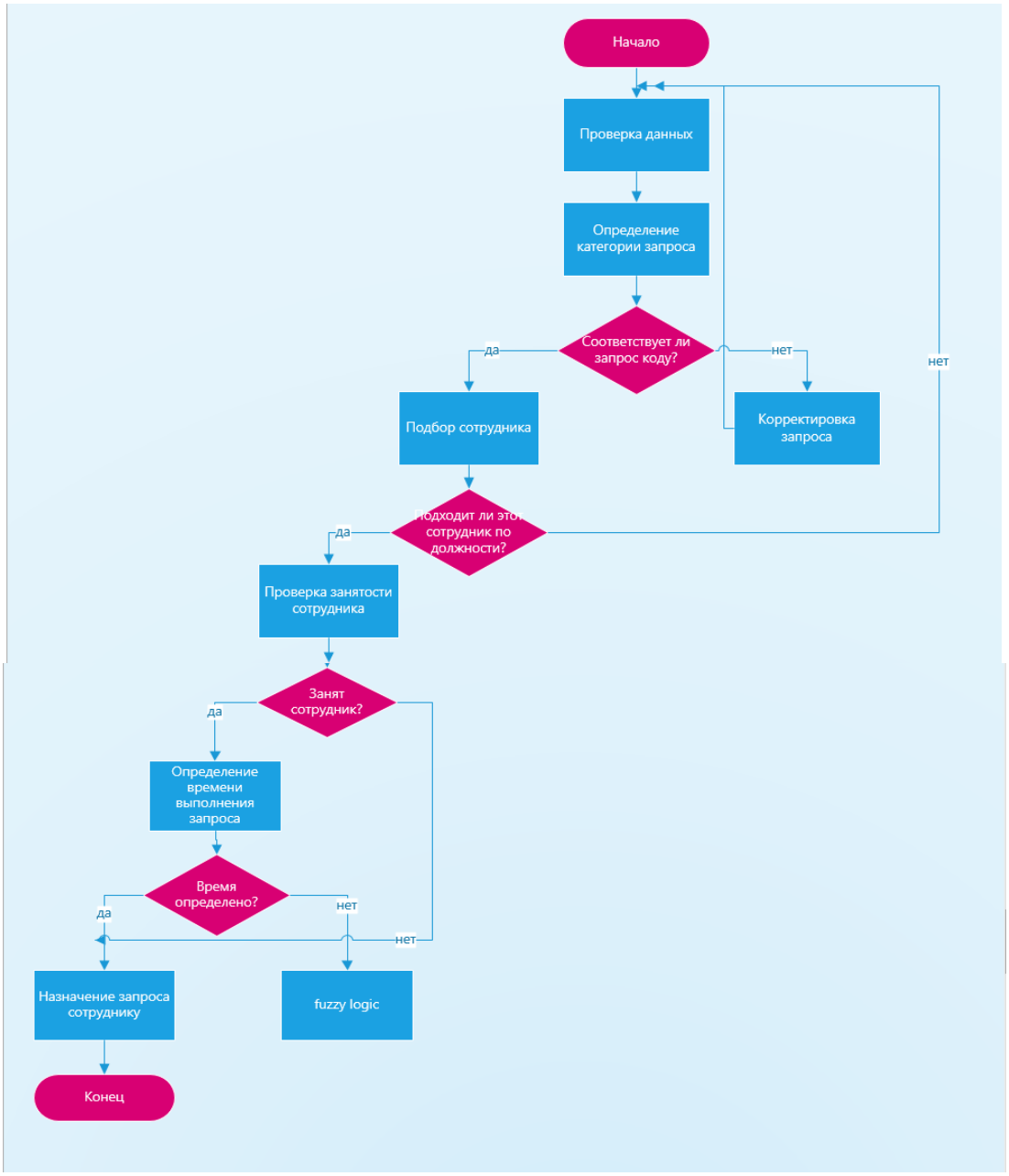


Рис. 2 – Типовая блок-схема процесса оказания услуги (как будет)

В системе формализованных процессов при подаче заявки система автоматически определяет категорию запроса и присваивает ему определенный код. В дальнейшем идет подбор сотрудника для исполнения запроса (если подобранный сотрудник подходит, то идет проверка занятости сотрудника, если нет, то возвращаемся на начало). Затем определяется время выполнения запроса (если время определено, то назначаем запрос сотруднику, если нет, то применяем нечеткую логику с помощью fuzzy logic).

С внедрением в администрацию системы формализованных процессов оказания услуг и реализации функций можно добиться следующих результатов:

- повысится управляемость процессов, бизнеса и/или деятельности в целом;
- результаты деятельности станут предсказуемыми;
- бизнес-процессы позволяют избавиться от лишних операций;
- становится легче вводить в работу новых сотрудников;
- администрация становится в большей степени независимой от «незаменимых» сотрудников.

Таким образом, для оптимизации всего рабочего процесса оказания услуг и реализации функций в администрации Комсомольска-на-Амуре необходимо разработать единую автоматизированную систему формализованных бизнес-процессов, которая бы равномерно распределяла нагрузку на сотрудников, экономила время от выполнения той или иной задачи, способствовала прозрачности выполнения задачи, как для клиентов, так и для руководства администрации.

Разработка, реализация и внедрение системы позволит в дальнейшем достичь понимания процессов за счет их визуализации, сократить срок принятия решений и формирования ответов, контролировать выполнение процессов, а также снизить риск возникновения ошибок при выполнении запросов, обеспечить прозрачность процессов оказания услуг и реализации функций администрации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Репин, В. В. Бизнес-процессы. Моделирование, внедрение, управление. / В. В. Репин. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2014. – 512 с.

2. Формализация процессов как инструмент роста эффективности персонала [Электронный ресурс]: статья. – М., [2017-]. – Режим доступа: http://www.management.com.ua/qm/qm226.html

3. Формализация бизнес-процессов как HR-инструмент: статья. – М., [2010:Режим доступа:https://hrliga.com/index.php?id=1205&module=profession&op=view

УДК 621.313.36
Шульга Елизавета Алексеевна, студентка; Shulga Elizaveta Alekseevna
Размыслов Валерьян Александрович, кандидат технических наук, доцент;
Razmyslov Valeryan Aleksandrovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ КОЛЛЕКТОРНЫЙ МИКРОДВИГАТЕЛЬ

HIGH-SPEED COLLECTOR MICROMOTOR

Аннотация. В работе рассмотрены достоинства и недостатки коллекторных микродвигателей относительно других типов электрических машин; приведены способы регулирования частоты вращения; производится сравнение спроектированного двигателя с аналогичными.
Summary. The advantages and disadvantages of collector micromotor with respect to other types of electric machines are considered in the work; methods for controlling the frequency of rotation are given; the motor is compared with the analogous ones.
Ключевые слова: коллекторный двигатель, крючковый коллектор, коммутация, математическая модель.
Key words: collector motor, hook collector, commutation, mathematical model.

Коллекторные микродвигатели нашли широкое применение в автоматических устройствах и для других целей как в промышленности так и в быту. Наиболее важные области применения:

- установки автоматического управления и регулирования в промышленности и в специальной технике;
- самолеты, автомашины и другие движущиеся объекты;
- бытовые приборы (пылесосы, стиральные машины, кухонные комбайны, фены, ручной электроинструмент и т.п.).

Коллекторные двигатели по ряду свойств выгодно отличаются от синхронных и асинхронных двигателей переменного тока: они позволяют получать самые различные скорости вращения практически при любой частоте питающей сети; дают возможность просто, плавно и экономично регулировать скорость вращения в широком диапазоне; имеют сравнительно высокий КПД и большие пусковые моменты при сравнительно небольших токах; малы по габаритам и массе. Именно эти свойства повлияли на их широкое распространение, не смотря на недостатки, вызванные наличием щеточно-коллекторного узла, снижающего надежность.

Регулирование скорости двигателя можно осуществлять изменением питающего напряжения включением в цепь якоря добавочного сопротивления, шунтированием обмотки возбуждения, шунтированием обмотки

якоря. В последнее время для изменения скорости широко применяют широтно-импульсное регулирование напряжения.

Спроектирован коллекторный микродвигатель переменного тока с номинальной мощностью 250 Вт, напряжением питания 220 В частоты 50 Гц на номинальную частоту вращения 18000 об/мин.

Двигатель имеет более высокий КПД по сравнению с выпускаемыми ныне коллекторными микродвигателями. КПД спроектированного двигателя составляет 70%, когда у аналогичных двигателей 64%. Высокий КПД удалось достичь за счет применения современной электротехнической стали марки 2013, увеличения коэффициента заполнения паза якоря проводниками, а также за счет рационального выбора соотношения размеров активной части двигателя. В магнитной цепи двигателя нет участков, в которых бы наблюдалось сильное насыщение стали.

При изготовлении двигателя предполагается применение механизированной укладки обмотки якоря, что позволяет повысить коэффициент заполнения паза, уменьшить размеры паза и зубцов, а, следовательно, уменьшить среднюю длину витка, расход обмоточного провода, уменьшить сопротивление обмотки и электрические потери.

Для возможности механизированной укладки обмотки применен крючковый коллектор на пластмассовой основе. Крючковый коллектор изготавливается из цельной заготовки, что позволяет уменьшить расход коллекторной меди, упростить технологию изготовления и удешевить коллектор.

По поверочным расчетам коммутация благоприятна, так как ЭДС в коммутируемой секции составляет 5,2 В, что меньше допустимого значения в 6…8 В.

Разработана математическая модель коллекторного двигателя, учитывающая нелинейность его магнитной характеристики, вихревые токи в ярме и сердечниках полюсов. Влияние вихревых токов в модели учитывается введением фиктивной короткозамкнутой обмотки. Параметры этой обмотки задаются по потерям в стали в ярме и сердечниках полюсов при номинальном режиме работы. Выполнены расчеты переходных процессов: пуски при различных моментах нагрузки и моментах инерции привода.

УДК 62-503.54
Чжо Йе Хан, студент; Kyaw Ye Han
Стельмащук Сергей Валерьевич, кандидат технических наук, доцент;
Stelmashchuk Sergey Valerievich
Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет

РАБОТА РУЛЕВОГО ПРИВОДА С РАЗЛИЧНОЙ СКОРОСТЬЮ ПЕРЕКЛАДКИ РУЛЯ

WORK STEERING DRIVE WITH A VARIOUS SPEED OF RUDDER MOVE

Аннотация. Рассмотрена возможность работы рулевого привода с различной заданной скоростью перекладки пера руля. Для этого вычисляется коэффициент гибкой обратной связи с помощью интерполятора, таблица значений которого заранее вычислены для возможных значениях углов и скоростей перекладки руля.
Summary. The possibility of the operation of the steering drive with different preset speed of the rudder is considered. For this purpose, the coefficient of flexible feedback is calculated with the help of an interpolator, the table of values of which is pre-computed for possible values of angles and rates of rudder move.
Ключевые слова: рулевой привод, перекладка руля, интерполятор
Keywords: steering drive, rudder move, interpolator

Некоторые современные рулевые привода позволяют задавать не только угол поворота руля, но и скорость, с которой эта перекладка должна быть выполнена [1]. За динамические свойства рулевого привода отвечает гибкая обратная связь, значение которого и определяет быстродействие привода [2]. Из этого следует, что для изменения скорости перекладку руля, необходимо изменять коэффициент гибкой обратной связи.

В статье [2] рассмотрен расчёт коэффициента гибкой обратной связи решением системы уравнений:

$$t_{12} = \frac{\Delta\beta_{тр}}{K_1 \cdot U_N} - \frac{1 + K_1 \cdot K_{am} \cdot K_г}{K_1 \cdot K_{am} \cdot K_\beta} \tag{1}$$

$$\delta\Delta\beta_{тр} - K_1 \cdot U_N \cdot \frac{1 + K_1 \cdot K_{am} \cdot K_г}{K_1 \cdot K_{am} \cdot K_\beta} \cdot e^{\frac{\left(t_{12} - \tau_{тр}\right) \cdot K_1 \cdot K_{am} \cdot K_\beta}{1 + K_1 \cdot K_{am} \cdot K_г}}$$

где $K_1 := \frac{1}{K_m \cdot u_R}$ – коэффициент рулевой машины;

K_m – коэффициент электродвигателя;
u_R – передаточное число редуктора;
K_{am} – коэффициент усилителя;
$K_Г$ – коэффициент гибкой обратной связи;
K_β – коэффициент жёсткой обратной связи по углу руля;
U_N – номинальное напряжение электродвигателя;
t_{12} – время работы рулевого привода в зоне насыщения усилителя;
$\delta = 0{,}05$ – зона установившегося процесса.

Система уравнений (1) решается относительно неизвестных t_{12} и $K_Г$ при различных требуемых значениях угла поворота $\Delta\beta_{тр}$ и времени перекладки руля $\tau_{тр}$. Причем время перекладки связано со скоростью перекладки

$$\omega_R := \frac{(1 - \delta) \cdot \Delta\beta_{тр}}{\tau_{тр}} \qquad (2)$$

Таким образом, задаваясь различными значениями $\Delta\beta_{тр}$ и $\tau_{тр}$ в некотором диапазоне

$$\Delta\beta_{min} \le \Delta\beta_{тр} \le \Delta\beta_{max}; \qquad \tau_{min} \le \tau_{тр} \le \tau_{max};$$

вычисляются ряд скоростей перекладки и таблица коэффициентов гибкой обратной связи:

$$\omega_R = \begin{pmatrix} 0.108 \\ 0.063 \\ 0.044 \\ 0.034 \end{pmatrix} \quad \Delta\beta = \begin{pmatrix} 0.087 \\ 0.567 \\ 1.047 \end{pmatrix} \quad K_т = \begin{pmatrix} -20.9 & -16.6 & -12.4 \\ -14 & 27.8 & 69.6 \\ -9.9 & 55 & 119.8 \\ -6.2 & 78.9 & 163.9 \end{pmatrix}$$

Табличные значения можно использовать для реализации интерполирующего устройства, которое, используя методы кубической интерполяции, будет вычислять коэффициент гибкой обратной связи по заданным значениям угла и скорости перекладки. В этом случае будет решаться не только задача слежения угла перекладки, но и задание быстродействия рулевого привода. Структурная схема рулевого привода с интерполятором представлена на рис. 1. Данная структурная схема реализована в среде Simulink. Интерполятор представлен как блок двумерной таблицы 2-D Lookup Table, куда занесены табличные данные по скорости и углу перекладки руля, а также коэффициента гибкой обратной связи. В опциях настройки блока установлена кубическая сплайн-интерполяция, которая позволяет осуществлять также экстраполяцию данных.

На рис. 2 представлены кривые переходных процессов перекладки руля при двух заданных скоростях 6 град/с (сплошная кривая) и 3 град/с

(пунктирная кривая) на полный угол перекладки (от -35 град до 30 град). По формуле (2) это соответствует времени перекладки соответственно 10,3 с и 20,6 с до значения угла 26,8 град, соответствующего зоне установившегося процесса 5%.

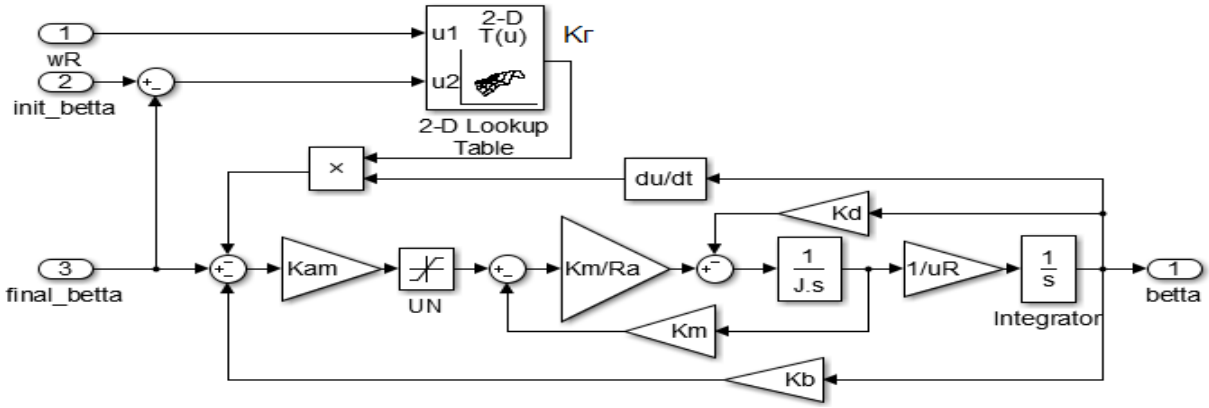


Рисунок 1 – Структурная схема рулевого привода с возможностью регулирования скоростью перекладки руля.

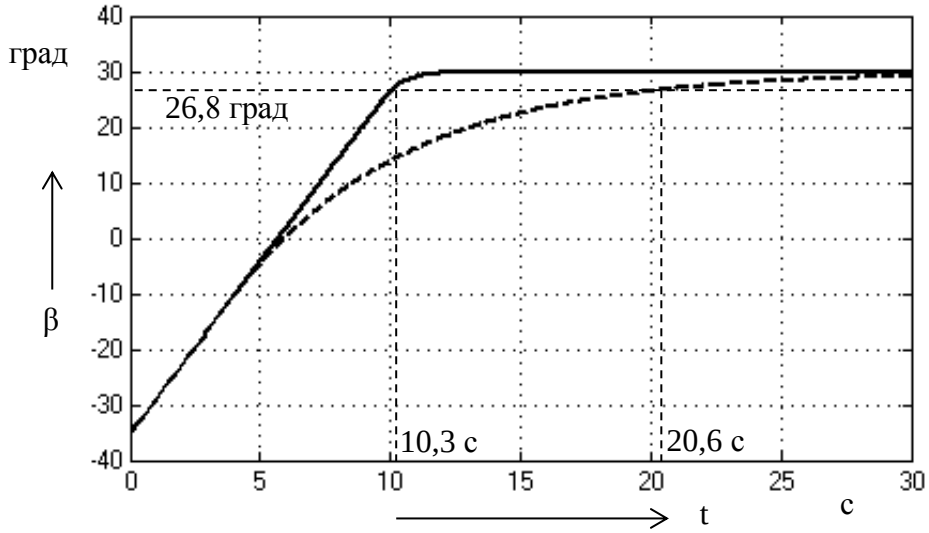


Рисунок 2 – Примеры переходных процессов перекладки руля

Применение интерполятора, позволяющего задавать скорость перекладки руля, позволяет решать задачу отслеживания сигнала задания по углу поворота руля.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Вагущенко, Л.Л. Системы автоматического управления движением судна: Л.Л. Вагущенко, Н.Н. Цымбал. – 3-е изд., перераб. и доп. – Одесса : Феникс, 2007. – 328 с.

2. Чжо Йе Хан, Стельмащук С.В. Расчёт коэффициента гибкой обратной связи следящей системы управления рулём судна // Научно-техническое творчество аспирантов и студентов: Материалы 47-й научно-технической конференции студентов и аспирантов. – 2017. – С. 1185-1188.

УДК 661.671.004-7
Шиченко Антон Сергеевич, студент; Shichenko Anton Sergeevich
Коннова Галина Витальевна, кандидат технических наук, доцент; Konnova Galina Vitalyevna
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ДЕФЕКТОВ ВАЛОВ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ

BASIC METHODS FOR CONTROL OF DEFECTS OF SHAFT OF CENTRIFUGAL PUMPS

Аннотация. В данной статье раскрываются особенности дефектов валов центробежных насосов и пути их устранения.
Summary. In thise article based on the features of defects in the shafts of centrifugal pamps and ways to eliminate them.
Ключевые слова: вал, насос, дефекты, ремонт.
Key words: shaft, pamp, defects, repair.

Основными дефектами валов центробежных насосов являются прогиб, износ шеек, шлицев, шпоночных канавок и резьб. Аварии с валами насосов при перекачке нефти и нефтепродуктов приводят к серьезным последствиям, поэтому к выбору материалов, технологии изготовления и ремонту валов необходимо подходить очень серьезно. После разборки производится контроль вала на наличие трещин, наружных трещин - магнитопорошковым методом и внутренних трещин - ультразвуковой дефектоскопией. При обнаружении трещины на валу его дальнейшая эксплуатация не допускается.

Для обеспечения высокой надежности машин большое значение имеет периодический контроль их состояния при эксплуатационном обслуживании и ремонте.

Самым простым методом контроля является визуальный осмотр. При этом методе контролируемую деталь тщательно очищают и осматривают с использованием слабой оптики. Этот метод контроля применим только для выявления явных дефектов и существенно экономит время по сравнению с другими методами контроля.

С целью установления правильности геометрической формы деталей и узлов, отклонения их размеров от заданных и определения износа выполняются технические измерения. Основные узлы насоса (ротор, торцовое уплотнение) могут иметь различные отклонения формы, относительного расположения деталей на каждое из которых существует определенный метод контроля.

Конусообразность определяют с помощью универсальных приборов измерением диаметров по краям продольного сечения, а бочкообразность – по краям и в середине продольного сечения. Изогнутость определяют при вращении детали, базирующиеся на двух ножевых опорах под наконечником измерительной головки. При этом размах колебаний показаний головки равен удвоенной величине изогнутости.

Неплоскостность можно определить по поверочной плите с помощью измерительной головки, укрепленной на стойке. Деталь выверяют на плите так, чтобы три точки, не лежащие на одной прямой и по возможности наиболее удаленный друг от друга, находились на одинаковом расстоянии от поверочной плиты. Непараллельность плоскостей контролируют с помощью измерительной головки, укрепленной на стойке. Деталь устанавливают базовой поверхностью на поверочной плите, имитирующей прилегающую плоскость; непараллельность определяют изменением показаний головки в разных точках свободной поверхности. Перекос осей и непараллельность могут быть определены на поверочной плите с помощью индикаторного прибора, укрепленного на стойке. Деталь устанавливают на призмах и выверят так чтобы ее ось была параллельна плоскости поверочной плиты, причем расположение оси цилиндрической прилегающей поверхности при измерении обычно определяется по соответствующей образующей этой поверхности.

Неперпендикулярность определяют на поверочной плите с помощью измерительной головки, укрепленной на стойке, позволяющей перемещать головку перпендикулярно плоскости плиты. За неперпендикулярность принимается разность показаний головки на заданном перемещении.

Торцовое биение определяют на призме с помощью измерительной головки. Деталь устанавливают базовой поверхностью и фиксируют в осевом направлении. За торцовое биение принимают разность между наибольшим и наименьшим показаниями головки, полученными при вращении детали.

Несоосность относительно базовой поверхности определяют обычно измерением радиального биения проверяемой поверхности в заданном сечении или в крайних сечениях при вращении детали вокруг оси базовой поверхности.

Несоосность шеек вала определяют на ножевых опорах, находящихся в средних сечениях шеек, с помощью измерительной головки.

Несимметричность проверяют на плите в центрах с помощью измерительной головки. Она определяется как полуразность расстояний, замеренных в двух диаметрально противоположных направлениях детали.

Неуравновешенность ротора приводит к появлению инерционных сил, перегружающих опоры и вызывающих вибрацию машины. Поэтому ротор должен быть обязательно уравновешен. Процесс уравновешивания

называют балансировкой. Различают статическую и динамическую балансировку.

Цель статической балансировки – устранить неуравновешенность детали и узла относительно оси вращения. Установленный на балансировочное приспособление ротор выводят из равновесия, перекатывая его по ножам или дискам на разные углы. Если узел не уравновешен, он будет стараться вернуться в прежнее положение, т.е. в такое, при котором дисбаланс (смещение центра тяжести) будет находиться в нижней части сечения ротора вертикальной плоскостью, проходящей через ось. Пробным прикреплением корректирующих грузов или, наоборот, удалением эквивалентного их количества с диаметрально противоположной стороны добиваются равновесия балансируемого ротора во всех положениях. Добавляемый груз приваривают к какой-нибудь детали ротора, заливают ее в пустоты и т.п. Излишний металл удаляют сверлением, рубкой, точением.

Дефекты в глубине детали обнаруживают методами магнитной и ультразвуковой дефектоскопии и рентгеноскопии.

Определенное время оборудование обкатывают без нагрузки. При обкатке непрерывно наблюдают за давлением и подачей смазки на все поверхности трения, определяют, нет ли стуков и ударов в механизме движения, контролируют температуру подшипников и размер осевого сдвига.

После сборки для проверки ее правильности оборудование вновь запускают под нагрузкой. Продолжительность пробного пробега под нагрузкой составляет 1-3 часа. При нормальной работе всех сборочных единиц оборудование включают в систему для работы. После 2-3 часов работы насоса в системе подписывают акт о приемке агрегата из ремонта.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1.Колпаков, Л.Г. Центробежные насосы магистральных нефтепроводов / Л.Г. Колпаков. – М.: Недра, 1985. – 184 с.

УДК 621.34
Шилов Алексей Сергеевич, студент; Shilov Aleksey Sergeevich
Дерюжкова Нелли Егоровна, канд. техн. наук, доцент;
Deryuzhkova Nelli Egorovna
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

МОДЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВНИЕ РЕГУЛЯТОРА МОЩНОСТИ ВАКУУМНОЙ ДУГОВОЙ ПЕЧИ В РЕЖИМЕ ЗАЖИГАНИЯ ДУГИ

MODEL INVESTIGATION OF THE POWER REGULATOR OF A VACUUM ARC STOVE IN THE IGNITION MODE OF THE ARC

Аннотация. Рассматривается задача улучшения динамических характеристик регулятора мощности вакуумной дуговой печи в рамках допустимых значений. Предлагается решение поставленной задачи применением нечеткого регулятора в контуре скорости в приводе перемещения электрода. Результаты исследований показаны в сравнении систем с традиционными регуляторами. Исследования проиллюстрированы динамическими характеристиками.

Summary. The problem of improving the dynamic characteristics of the power controller of a vacuum arc furnace within the limits of admissible values is considered. It is proposed to solve the problem posed by the use of a non-precise regulator in the speed loop in the electrodeposition drive. The results of studies are shown in comparison of systems with traditional regulators. Studies are illustrated by dynamic characteristics.

Ключевые слова: нечеткая логика, нечеткая система, регулятор мощности, ВДП.

Key words: fuzzy logic, fuzzy system, power regulator, VAF.

Целью данной работы является исследование регулятора мощности вакуумной дуговой печи в режиме зажигания дуги. Система автоматического управления (САУ) ВДП должна с высокой точностью поддерживать заданный режим плавления, так как необходимо получить высокое качество слитка.

На каждом из этапов плавки необходимо поддерживать разную массовую скорость переплава. Для этого необходимо чтобы САУ ВДП регулировала мощность так, чтобы требуемая скорость наплавления слитка равнялась скорости его кристаллизации, это является одним из условий получения слитка с однородной микроструктурой. Так же САУ ВДП должна обеспечить устойчивое горение дуги, поддерживая непрерывно изменяющуюся в процессе переплава длину дугового промежутка в заданных пределах.

В следствии данных воздействий различают группы устройств, управляющих процессом переплава: регуляторы тока дуги (управляемые источники тока) и регуляторы длины дугового промежутка.

Если рассматривать ВДП как объект управления, то печь можно представить в виде системы, состоящей из четырех динамических звеньев с внутренней обратной связью: электрическая дуга, межэлектродный промежуток, электрод, ванна жидкого металла, данная структурная схема представлена на рис. 1.

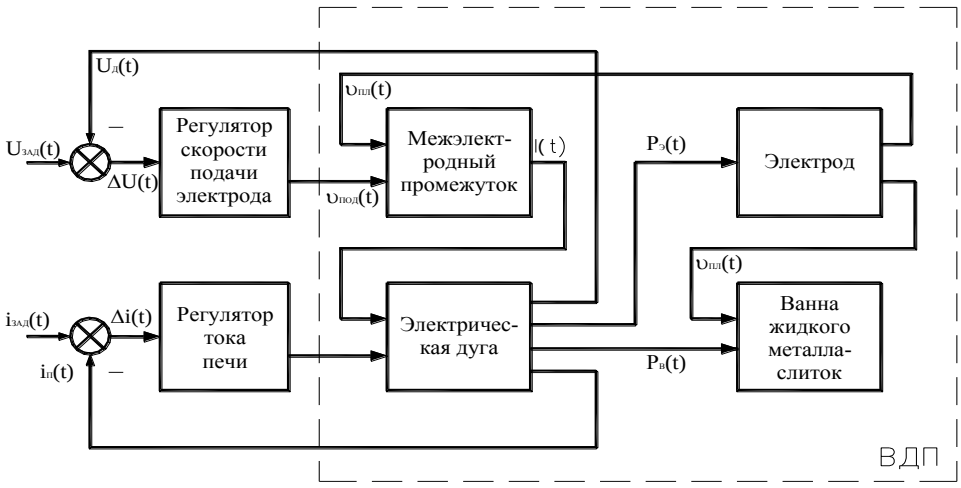


Рис. 1. Структурная схема САУ ВПД

Необходимый режим плавки характеризуется регулируемыми параметрами – током дуги и длиной дугового (межэлектродного) промежутка, эти параметры, определяют мощность, выделяющуюся в дуге и ее распределение между слитком и электродом, что в свою очередь определяет скорость плавления электрода.

Следовательно, мощность, выделяемая на дуге, может быть выражена через параметры дугового разряда:

$$P_{\text{д}} = U_{\text{д}} \cdot I_{\text{д}} = I_{\text{д}} \cdot (\alpha + \beta \cdot l_{\text{д}}),$$

где $U_{\text{д}}$ – падение напряжения на дуге; α – приэлектродное напряжение; β – градиент потенциала столба дуги; $l_{\text{д}}$ – длина дуги; $I_{\text{д}}$ – ток дуги.

Таким образом, управление мощностью, выделяемой на электрической дуге, может быть достигнуто двумя способами:

- изменением питающего напряжения;
- изменением длины дуги путем перемещения электрода.

Регулирование мощности печи принципиально возможно по значениям таких переменных, как напряжение и ток.

С увеличением тока проводимость столба увеличивается, поэтому напряжение, необходимое для поддержания дуги, уменьшается.

Для автоматического запуска дуги применяется так называемый дифференциальный параметр, пропорциональный сопротивлению дуги:

$$A = b \cdot U_{Д} - c \cdot I_{Д}.$$

Коэффициенты b и c выбираются так, чтобы выполнялись соотношения:

$$b = K \cdot I_{ном}; c = K \cdot U_{ном}.$$

Так как ряд технологических параметров, определяющих режим плавления невозможно измерить прямым способом, а только оценить косвенно, целесообразно для регулирования длины дуги применить нечеткий регулятор. Структурная схема нечёткой системы управления после замены классического регулятора скорости на нечёткий примет следующий вид, представленный на рис. 2. Схема разделена на отдельные функциональные блоки: привод перемещения электрода представляет собой блок ФБ1; механическая часть – ФБ2; объект управления – ФБ3; модель касания электрода темплета (зажигание дуги) - ФБ4.

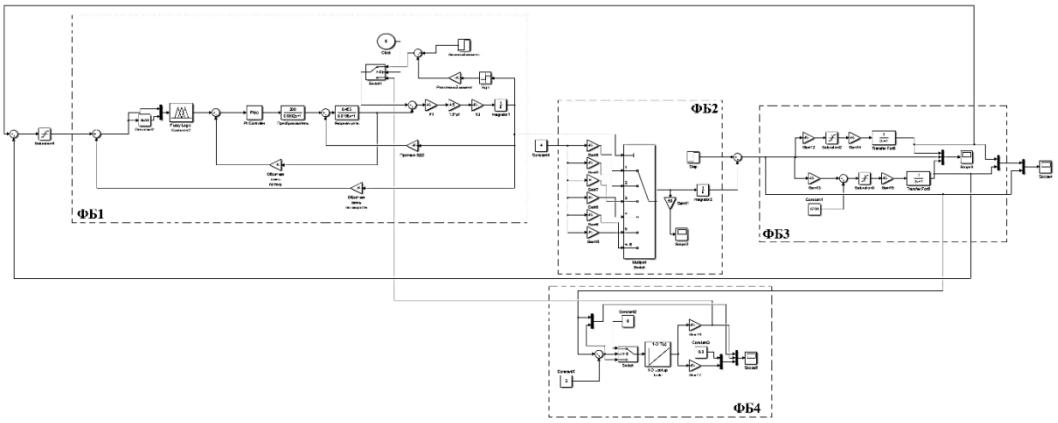


Рис. 2. Структурная схема с нечетким регулятором в среде MatLab/Simulink

Исследование разработанной модели было произведено для режима зажигания дуги. На основании модельного исследования получены переходные функции при применении классического и нечеткого регулятора по Сугено.

На рис. 3 приведена переходная функция перемещения электрода. Перемещение электрода из начального положения 0,3 м до касания его с шихтой 0 м происходит в момент времени 8 с. После касания электрода с шихтой происходит короткое замыкание, ток резко возрастает до значения короткого замыкания $I_{кз}$ = 5726 А, а напряжение падает до нулевого значения (падение напряжения при зажигание электрической дуги) (рис. 4).

Сравнивая результаты моделирования блок-схемы модели РМ ВДП с классическим и нечетким регуляторами можно отметить, что более лучшие динамические показатели системы с нечетким регулятором, который настроен по Сугено.

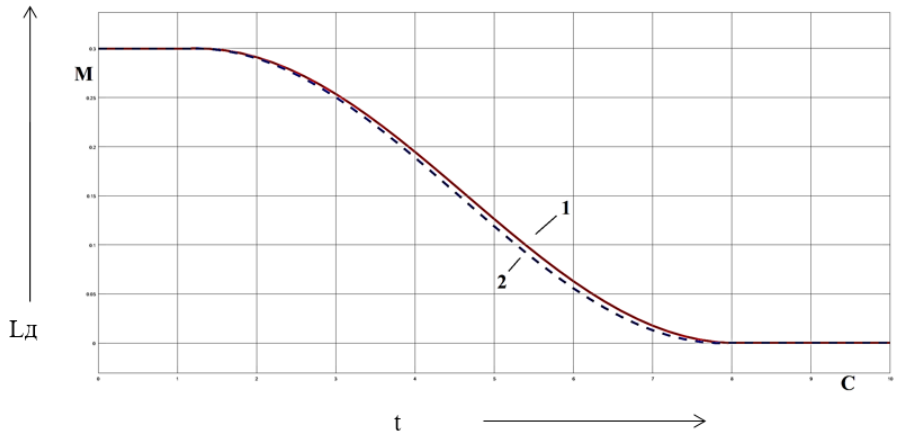


Рис. 3. Переходная функция перемещения электрода
(1 – с классическим регулятором; 2 – с нечетким регулятором)

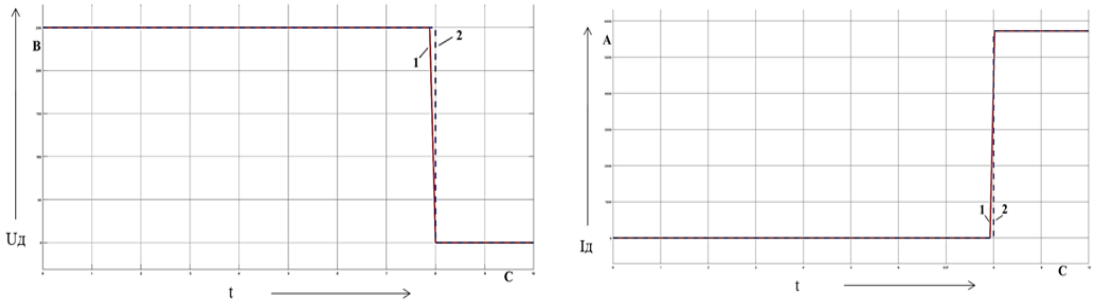


Рис. 4. Переходные функции напряжения и тока электрода
(1 – с классическим регулятором; 2 – с нечетким регулятором)

Система, с классическим регулятором, обладает меньшим быстродействием, чем система с нечетким регулятором. На рисунке видно, что динамические показатели системы с нечетким регулятором имеют несколько лучшие значения (при одинаковом времени отработки касания, быстродействие классической системы примерно на 0,23 с меньше, чем у системы с нечетким регулятором). Приведенные графики переходных процессов наглядно иллюстрируют режим зажигания дуги и подтверждают целесообразность применения в структуре РМ ВДП нечеткого регулятора.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Свенчанский, А.Д. Дуговые печи: Учебное пособие для вузов / А.Д. Свенчанский, М.Я. Смелянский. - М.: Энергия, 1970, - 264 с.

2 Нечёткое управление системами автоматизированного электропривода. / Соловьев В.А., Владыко А.Г., Суздорф В.И., Черный С.П. // Электромеханические преобразователи энергии: Материалы докл. междунар. научно-техн. конф. – Томск. – 2001. – С. 79 –80.

УДК 621.771
Тетерин Виктор Владимирович, студент; Viktor Vladimirovich Teterin
Чжо Аунг Хтет, аспирант; Kyaw Aung Htet
Дерюжкова Нелли Егоровна, канд. тех. наук, доцент; Nelli Egorovna Deryuzhkova
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЗАИМОСВЯЗАННОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ПРОЦЕССА ОБЪЕМНОГО ФОРМОВАНИЯ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА

MATHEMATICAL MODEL OF THE INTERCONNECTING ELECTRIC SYSTEM OF THE PROCESS OF VOLUME FORMATION OF SHEET MATERIAL

Аннотация. Рассмотрен процесс формования крупногабаритных изделий на стержневой установке. Дано математическое описание трехточечного узла изгиба. Представлена модель взаимосвязанной системы электроприводов для трехточечного объемного формования и результаты, полученные при её моделировании в среде MatLab.
Summary. The process of forming large-sized products on a rod installation is considered. A mathematical description of the three-point bending node is given. The model of the interconnected system of electric drives for three-point volumetric molding and the results obtained during its modeling in the MatLab environment are presented.
Ключевые слова: процесс формования, математическая модель, изгиб.
Keywords: molding process, mathematical model, bending.

При производстве деталей машин и механизмов широкое применение имеют металлические детали двойной кривизны. Одним из способов придания листовому материалу необходимой кривизны является его гибка, что даёт возможность сократить временные и ресурсные затраты на изготовления изделия [1]. Процесс формования зависит от разного рода факторов: свойств формуемого материала, его температуры, скорости изменения формующего усилия и др. Стержневая установка представляет собой многодвигательный электропривод, реализуемый по схеме замкнутой системы регулирования, и является управляющим звеном процесса формования. Осуществление исследований на реальной физической модели для получения оптимизационных режимов формования проводить проблематично, из-за единичности формующей установки, а изготовление опытной модели несколько накладно. Поэтому процесс исследования был переведен в область моделирования.

За базовый узел формования принята модель 3-х точечной гибки [2]. Необходимое усилие P для перемещения стержня на величину Δh определяется следующим образом [2]:

$$\Delta P = \frac{\sigma_s \frac{Bs^2}{4} + \frac{\Pi}{R_0}\frac{Bs^3}{12}}{\frac{l}{4} + \frac{\Delta h}{4}\left(\frac{\frac{2\cdot\Delta h}{l} - \mu}{1 + \mu\cdot\frac{2\cdot\Delta h}{l}}\right)} \quad (1)$$

где s – толщина заготовки, м; B – ширина заготовки, м; R_0 – центральный радиус изгиба, м; l – расстояние между осями оппозитно расположенных стержней, м; σ_s – модуль пластичности материала; П – модуль упрочнения материала;μ – коэффициент трения между стержнем и заготовкой; Δh – величина прогиба, м.

На основании математического описания трехточечного узла изгиба [2] разработана структурная схема модели объекта, представленная на рис. 1.

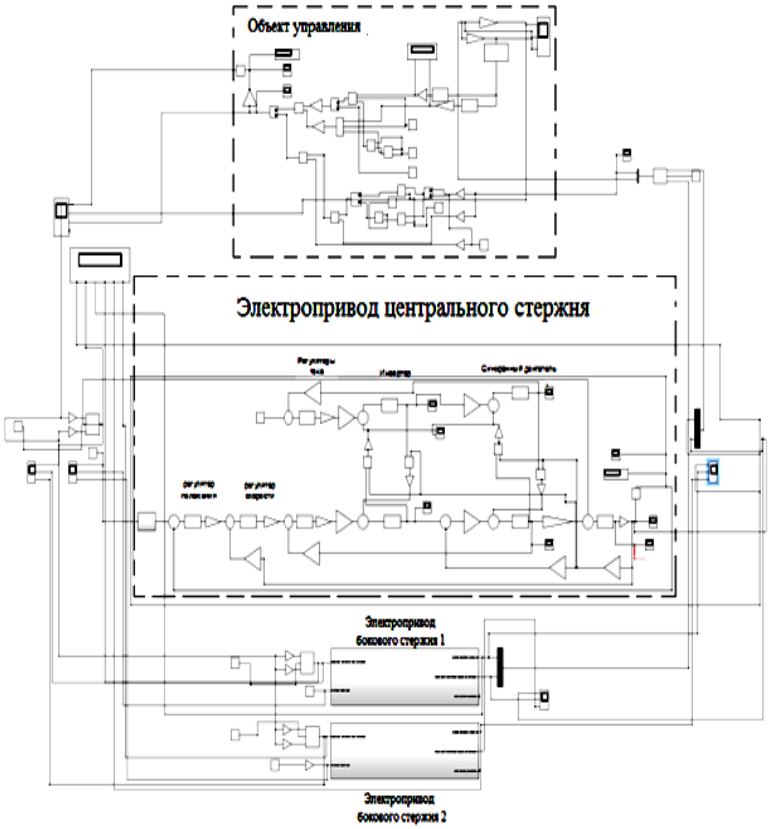


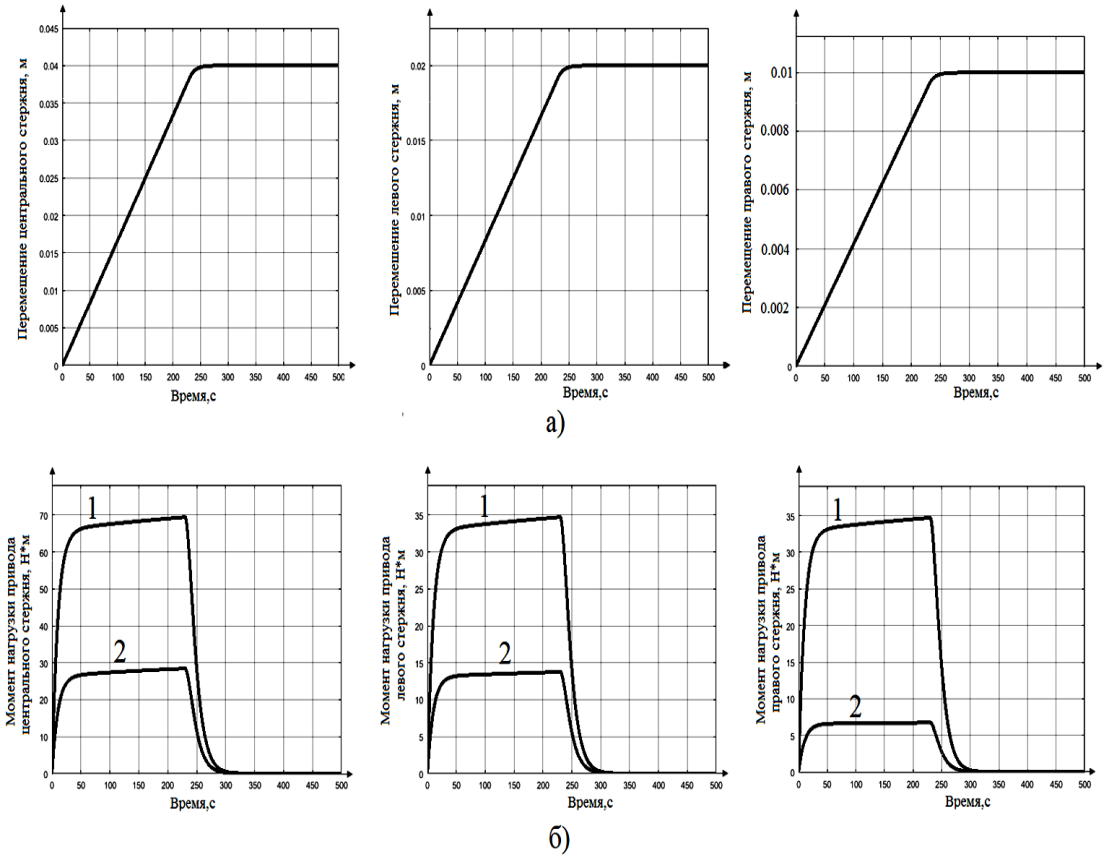
Рисунок 9 – Структурная модель взаимосвязанной системы объемного формования

Привод перемещения стержней выполнен на базе автономных частотно-регулируемых электроприводов. Система позиционного регулиро-

вания электроприводов формующих стержней трехконтурная, в состав которой входят: регулятор тока, настроенный на модульный оптимум; регуляторы скорости и положения, имеющие настройку на симметричный оптимум. Для исключения перерегулирования сигнал управления на вход системы подаётся через задатчик интенсивности. Компьютерная модель позиционного электропривода центрального стержня приведена на рис. 1.

Преобразование вращательного движения в поступательное осуществляется с помощью актуатора, роль которого исполняет электроцилиндр с типовой шарико-винтовой парой. Для согласования работы электродвигателя и актуатора применяется понижающий редуктор.

Результаты исследования модели системы взаимосвязанных электроприводов 3-х точечного объемного формования приведены на рис. 2 .



1 – момент нагрузки привода при одновременном перемещении стержней;
2 – момент нагрузки привода при раздельном перемещении стержней

Рисунок 10 – Результаты работы модели:
а – перемещение стержней; б – момент нагрузки приводов

Из представленных результатов можно сделать заключение, что момент нагрузки электропривода каждого стержня непостоянен во времени и зависит от величины перемещения стержня, а также от его скорости. При этом имеет место наличие взаимовлияния приводов стержней при их одновременной работе, что выражается в увеличении момента нагрузки на при-

воды всех стержней. Поэтому при разработке системы регулирования электроприводов стержневой установки необходимо применять корректирующие узлы, исключающие взаимовлияния электроприводов друг на друга при их одновременной работе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Пат. 2251464 Российская Федерация, МПК[8] B 21 D 11/20. Способ формообразования деталей из плоской или криволинейной заготовки / Любашевская И. В. ; заявитель и патентообладатель Ин-т гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН. - № 2002119982/02; заявл. 22.07.02 ; опубл. 10.05.05, Бюл. № 13. – 42 с.

2 Дерюжкова, Н.Е. К вопросу разработки математической модели объекта взаимосвязанной системы объемного формования / Н.Е. Дерюжкова, В. А. Соловьев, Чжо Аунг Хтет // Ученые записки КнАГТУ. – Комсомольск-на-Амуре, 2017. № 2.

3 Соколовский, Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием / Г.Г. Соколовский. – М. : ACADEMA, 2006. – 259 с.

УДК 621.771
Чжо Аунг Хтет, аспирант; Kyaw Aung Htet
Тетерин Виктор Владимирович, студент; V.V. Teterin
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

К ОЦЕНКЕ ГЛУБИНЫ ВЗАМИОСВЯЗИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ, РЕАЛИЗУЮЩИХ ПРОЦЕСС ФОРМОВАНИЯ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА

TO THE ESTIMATION OF DEPTH INTERCONNECTION OF THE ELECTRIC DRIVES SYSTEM WHICH REALIZING THE PROCESS OF FORMING SHEET MATERIAL

Аннотация. В статье рассматриваются оценку степени взамиосвязи системы электроприводов, реализирующих процесс формования листого материала. Для разработки имитационной модели моноготочечной взамиосвязанной системы формования необходимо предварительно исследовать степени взаимосвязнности между локальными системами электроприводов. Выбран приемлемый критерий, метод оценки взамиосвязности между локальными системами электроприводов формование. Получены матрицы Бристоля и распределения усилий стрежней локальных электроприводов многосвязанной системы формования листого материала. Анализ взамиосвязи системы элетроприводов показывает что, для обеспечения однозначности между задаваемыми параметрами на перемешение каждого локального стержня и реальными значениями необходимо анализируемую взамиосвязанную системы управления объемного формования укомплектовать конпенцирующими связями ослабляющими эффектом взаимовлияния.

Summary. The article considers the estimation of the degree of interconnection for electric drives system that realizes the forming process of sheet material. To develop an imitation model of a multi-point forming system, previously necessary to research the degree of interconnection between local electric drives system. An acceptable criterion and a method for estimating the interconnection between local electrical drive systems, is selected. The Bristol matrix and the stresses distribution matrix of forming the rods of local electric drives are obtained. Analysis of the interconnection for forming electrical derives system shows that, in order to ensure uniformity between the input and output parameters of displacement of forming, it is necessary to obtain the compensating links which can deal with negative effect of interconnection.

Ключевые слова: Многосвязная система, формование, изгиб, взаимосвязь.

Keywords: Multi-connected system, forming, bending, interconnection.

В конструкциях изделий самолетостроительного и машиностроительного производства широко применяются крупногабаритные металлические детали двойной кривизны из листового материала. Придание листовому материалу определенной кривизны позволяет сократить временные и ресурсные затраты на изготовления изделия[1-5]. Формуемая заготовка представляет собой металлический лист большой толщины из высокопрочных материалов (алюминий, сталь, титан) и др. Формирование определенной кривизны реализуется под действием массив независимо движущихся формующихся стержней на заготовку. Процесс формование является процессом изгиба и можно считать как многоточечной взамиосвязанной системы формования при наличии общего объекта управления. Процесс формообразования зависит от множества разнородных факторов: свойств материала, температуры, скорости изменения прикладываемого усилия и др. Стержневая установка представляет собой многодвигательный электропривод, реализуемый по схеме замкнутой системы регулирования и является управляющим звеном процесса формования. Формующие стержни располагаются в виде равномерно шахматной распределенной матрицы с двух сторон заготовки.

Осуществление исследований на реальном физическом объекте для получения оптимизационных режимов формования проводить трудно, из-за единичности установки формования, а изготовление опытной установки дорогостоящее мероприятие. Поэтому целесообразно процесс исследования перевести в область моделирования.Для разработки имитационной модели многоточечной взамиосвязанной системы формования необходимо предварительно исследовать степени взаимосвязнности между локальными системами электроприводов и выбрать приемлемые критерии, методы оценки взамиосвязности.

Критерий Бристоля является одним из алгебраических критериев оценивания степени взамиосвязнности многосвязанной системы, в котором степень взамиосвязнности оценивается путем формированием специозированной матрицы Бристоля[6]. В качестве примера, ниже преведено матрица Бристоля для оценки степени взамиосвязнности 5-ти точечной взаимосвязнной системы процесса формования листового материала. Матрица Бристоля имеет вид:

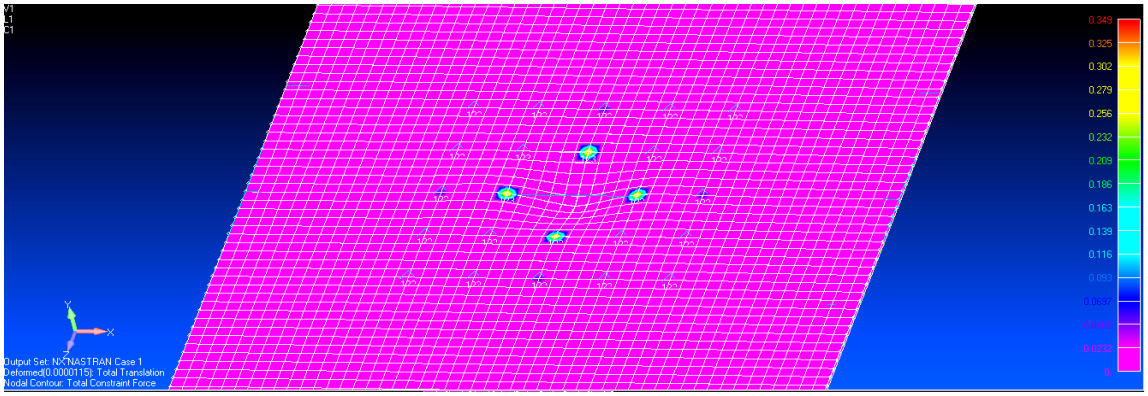
$$\Lambda = \begin{bmatrix} 0.9 & -0,3 & -0,32 & -0,15 & -0,08 \\ -0,25 & 0,9 & -0,29 & -0,19 & -0,05 \\ -0,23 & -0,35 & 0,86 & -0,35 & -0,25 \\ -0,45 & -0,5 & -0,29 & 0,91 & -0,3 \\ -0.09 & -0,18 & -0,39 & -0,45 & 0.88 \end{bmatrix}.$$

Анализ данной матрицы показывает, что между системами электроприводов присутствует взамиосвязь, на что указывает отрицательные ве-

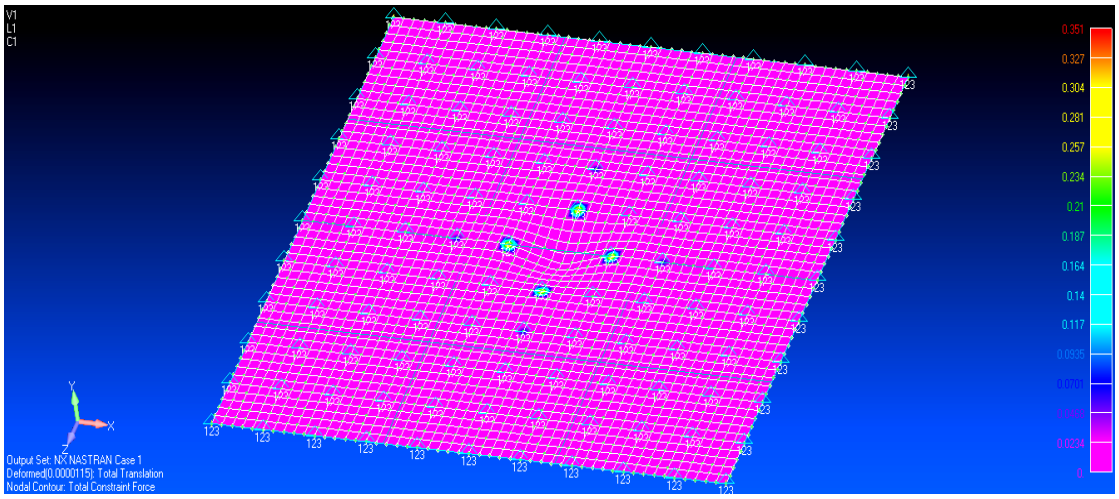
личины коэффициентов матрицы. Причем наибольшая взамиосвязь проявляется между рабочими электроприводами и двумями ближайшими оппозитными электроприводами, располагаемыми по линии строк геометрического матрица размешения электроприводов. Красные подчеркивающие коэффициенты матрицы указывает место рабочих электроприводов.

Использование критерий Бристоля для оценки взамиовляний системы электроприводов описываемых матричными уравнениями размерностью быше 9-ти преставляется сложную задачу. В силу того, что коэффициеты передачи матрицы Бристоля сильно зависит от количества каналов взамиосвязи воздействующих на конкретную систему электропривода. Степень связности между системами локальных электроприводов абсолютно зависит от распределения усилий стрежней и необходимо исследовать распределение усилий стрежней. По матрице Бристоля только может судить о наличии связности между системами локальных электроприводов. По этому, критерий Бристоля является недостоточным для оценивания степени связности многоточечной взамиосвязанной системы формования. Для исследования распределения усилий стрежней многосвязанной системы формования необходимио дополнительно использовать другие методы оценивания степени взамиосвязности.

По конечно-элементным анализом с помощью программы Femap исследованы распределения усилий стрежней многосвязанной системы формования листового материала. Ниже показаны рисунки матрицы размешений стержней локальных электроприводов.



Рисунка1. Матрица 5х5 размешений стержней локальных электроприводов.



Рисунка 2. Матрица 11x11 размешений стержней локальных электро-приводов.

Для матрицы 5x5 при наличии перемещения центрального рабочего стержня, на ближайшие оппозитные стержни действуют усилия, составляющие около 0.3 усилия, водействующего на центральный рабочий стержень. С увеличением размерности расстояния между стержнями матрицы размешений стержней локальных электроприводов, усилия на ближайшие оппозитные стержни постепенно незначительно умельшается. Дальнейшее увеличение размерности матрицы выше 11x11 не приводит к изменениям усилий.

По анализу матрица 5x5 размешений стержней локальных электро-приводов выбирается для исследования многоточечной взамиосвязанной системы формования листового материала. Ниже показана матрица 5x5 распределения усилий стрежней локальных электроприводов многосвязанной системы формования листого материала при наличии перемещения центрального формующегось стержни.

$$A = \begin{bmatrix} 0,002 & 0,018 & 0,049 & 0,017 & 0,004 \\ 0,018 & 0,007 & 0,034 & 0,009 & 0,016 \\ 0,049 & 0,339 & 1 & 0,339 & 0,052 \\ 0,018 & 0,007 & 0,339 & 0,006 & 0,017 \\ 0,002 & 0,018 & 0,049 & 0,018 & 0,002 \end{bmatrix}.$$

При работе центрального стрежни, наибольщая нагрузка проявляется по линии строк и столбец геометрического матрица размешения центрального электропривода и вызывает проседаний на опозытных стержней.

Таким образом, выше приведеного исследования указывает на то что при построении системы управления объемного формования листового материла стержневого типа не обходимо учитывать взаимовлияниие меж-

ду локальными электроприводами перемешения стержней. Для обеспечения одназначности между задаваемыми параметрами на перемещение каждого локального стержня и реальными значениями необходимо анализируемую взамиосвязанную систему управления формования укомплектовать компенсирующими связями ослабляющими эффектом взаимовлияния.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1.Устройство формования. Патент РФ № 2251464 / И.Д. Клопотов, И.В. Любашевская, Г.А Раевская, Л.Л. Рублевский, О.В. Соснин. Опубл. 10.05.2005 г.

2.Формообразуещее устройство. Патент РФ № 2216422 / Г.А. Гусев, И.В. Любашевская, Л.Л, Рублевский. Опубл. 20.11.2003г.

3.Формообразуещее устройство. Патент РФ № 2275267 / И.В. Любашевская, Л.Л.Рублевский. Опубл. 27.04.2006 г.

4.Способ формообразования деталей двойной крутизны и устройство для его осуществления. АС СССР № 1147471 / О.В. Соснин, И.А. Шубин, В.В. Горин, Г.А Раевская. Опубл. 30.03.1985 г. БИ №12.ъ

5.Горбунов, М.Н. Технология заготовительно-штамповочных работ в производстве летательных аппаратов / М.Н.Горбунов –М.: Машиностроение, 1970.

6.Основы автоматики и системы автоматического управления: учебник для студ.высш.заведений / С.И.Малафеев, А.А.Малафеева. – М.: Издательский центр«Академия», 2010. – 384 с.

УДК 681.5.01:658.5
Чжо Минь У, студент; Kyaw Minn Oo
Черный Сергей Петрович, кандидат технических наук, доцент;
Cherny Sergey Petrovich
Комсомольский-на-Амуре государственный университет

СИНТЕЗ НЕЧЕТКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЯКОРНО-ШВАРТОВОЧНЫМ УСТРОЙСТВОМ

SYNTHESIS OF A FUZZY CONTROL SYSTEM ANCHOR-MOORING DEVICE

Аннотация. В работе представлена модель интеллектуальной системы управления якорно-швартовочным устройством с применением аппарата нечеткой логики. Реализован нечеткий логический регулятор с алгоритмом вывода Сугено и тремя лингвистическим переменными на входе.
Summary. The paper presents a model of intelligent control system anchor-mooring device using fuzzy logic. A fuzzy logic controller with the Sugeno output algorithm and three linguistic variables at the input is implemented.
Ключевые слова: нечеткий регулятор, интеллектуальная система управления, якорно-швартовочное устройство.
Key words: fuzzy controller, intelligent control system, anchor-mooring device.

Основной спектр систем управления якорно-швартовочными устройствами представлен системами, реализующими классические алгоритмы регулирования. Условно такие системы можно разделить на два класса- это системы реализующие законы управления аналогового вида и, соответственно, реализующие цифровую форму. Для всех описанных выше систем присущи, в общем, аналогичные недостатки, связанные с существенным количеством допущений и неполнотой информации, которые определяются целым рядом факторов таких как вязкость грунта, глубина погружения, волнение и т.п.

На рисунке 1 представлена структурная схема нечеткой системы управления электроприводом якорно-швартовочного устройства

На представленной структурной схеме проведена замена классического регулятора реализующего ПИ-закон управления на нечеткий логический регулятор. Нечеткий логический регулятор построен с применением алгоритма вывода Сугено и имеет на своем входе три лингвистические переменные.

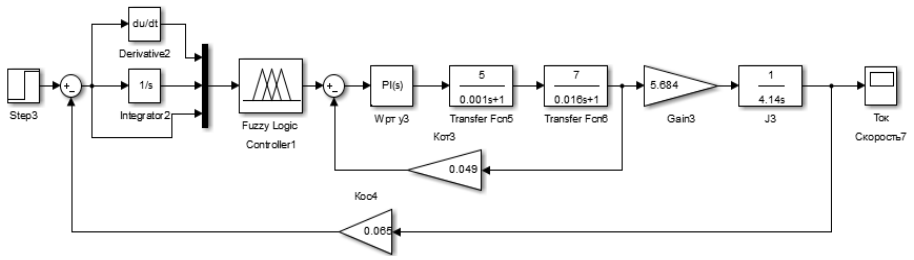


Рисунок 1 – Интеллектуальная система управления электроприводом якорно-швартовочного устройства.

Первый вход описывается лингвистической переменной соответствующей понятию «производная ошибки регулирования». Базовое терм-множество этой переменной представлено пятью нечеткими переменными треугольного вида и соответствующим диапазоном регулирования. Второй вход нечеткого регулятора формализуется лингвистической переменой «интегральная составляющая ошибки регулирования», пятью нечеткими термами в базовом терм-множестве и заданной областью определения. Третья лингвистическая переменная соответствует непосредственно понятию «ошибка регулирования» и описывается аналогичным набором параметров.

Выход нечеткого регулятора реализует набор из пяти констант в соответствии с алгоритмом вывода Сугено нулевого порядка. База знаний интеллектуального модуля описывается набором из 5 нечетких продукционных правил, полнота и непротиворечивость которых проверяется стандартами способами.

1. **Если** «ошибка по скоростю дифференциального» (X_1) есть $mf1$, **тогда** «сигнал управления» (U)=-450 есть $mf1$.

2. **Если** «ошибка по скоростю дифференциального» (X_1) есть $mf2$, **тогда** «сигнал управления» (U)=-225 есть $mf2$.

3. **Если** «ошибка по скоростю дифференциального» (X_1) есть $mf3$, **тогда** «сигнал управления» (U)=0 есть $mf3$.

4. **Если** «ошибка по скоростю дифференциального» (X_1) есть $mf4$, **тогда** «сигнал управления» (U) =225 есть $mf4$.

5. **Если** «ошибка по скоростю дифференциального» (X_1) есть $mf5$, **тогда** «сигнал управления» (U) =450 есть $mf5$.

Анализ результатов моделирования для нечеткой и классической систем управления представлен на рисунке 2.

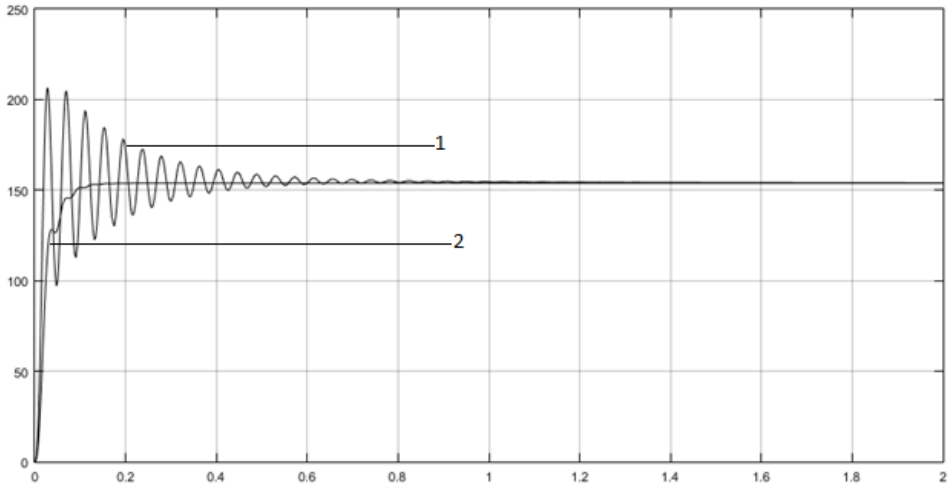


Рисунок 2- Переходные характеристики системы по скорости.
1-классическая система; 2-система с нечетким регулятором Сугено.

Графики переходных процессов по скорости для классической системы управления и интеллектуальной системы с нечётким логическим регулятором наглядно иллюстрируют целесообразность применения интеллектуальной технологии управления. Нечеткая система позволяет существенно сократить амплитуду колебаний, снизить величину перерегулирования и как следствие сократить время регулирования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Соловьев, В.А. Искусственный интеллект в задачах управления. Интеллектуальные системы управления технологическими процессами / В. А Соловьев, С.П. Черный – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 63с.

2. Черный, С.П. Моделирование следящей системы управления с применением многокаскадного нечеткого регулятора **/ С.П. Черный, И.Е. Бичаев –** Электротехнические комплексы и системы управления, Воронеж: Издательский дом «Кварта», 2014, №1 (33), С. 47-54.

3. Пегат А. Нечёткое моделирование и управление / А. Пегат, – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 798с.

4. Cherny, S.P. Another approach to enhancement of fuzzy controller intellectual capabilities / S.P. Cherny, V.A. Solovyev. – 2017 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM). IEEE Xplore Conference Publications. – 2017. – P. 1 - 4.

5. Иванкова, Е.П. Оптимизация распределения функций принадлежности при синтезе нечеткого регулятора для систем управления тепловыми процессами / Е.П. Иванкова, В.Г. Косицын, В.А. Соловьев, С.П. Черный - Журнал 1(5) "Информатика и системы управления". - Благовещенск 2003.
УДК 531.77

Чубий Роман Сергеевич, студент; Chubii Roman Sergeevich
Гуляев Александр Викторович, доцент; Gulyaev Aleksandr Viktorovich
Дальневосточный государственный университет путей сообщений

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ РАДИО ДАТЧИК УГЛОВОЙ СКОРОСТИ

SMART RADIO SENSOR OF ANGULAR VELOCITY

Аннотация. Каждый механизм, которому присуще вращение (роботизированные манипуляторы, башенные краны, вал колесной пары электропоезда), обязательно должен быть оснащен устройством контроля скорости. Основная цель, с которой применяется датчик угловой скорости – это обеспечение плавности движения, без рывков, а также достижение оптимальной скорости в участках рабочего хода. Современные датчики угловой скорости имеют недостатки, ограничивающие области применения этих устройств. К примеру такими ограничениями могут быть: необходимость центровки датчика относительно рабочего органа или поддержание постоянного расстояния между датчиком и объектом измерения. Разработанное устройство устраняет данные ограничения. Более того оно способно определять вращательно поступательное движение в трехмерном пространстве.
Summary. Rotating mechanisms (robotic manipulator, tower crane or shaft of pair of electric train wheels and etc.) should be equipped with sensor of angular velocity. The main purpose of applying angular velocity sensor is providing smooth motion without thrusts and achieving an optimal speed in the running range. Modern sensors have finite area of application caused by their limitation of use. It could be limitation in sensor alignment relative to operative element or keeping a constant distance between the sensor and the object of measurement. The device designed to overcome this limitation. Moreover, it makes possible to determine the rotational translational motion in three-dimensional space.
Ключевые слова: Вращающиеся объекты, датчик угловой скорости, радио датчик, плавное движение, трехмерное движение
Key words: Rotating mechanisms, sensor of angular velocity, radio sensor, smooth motion, three-dimension motion

Каждый механизм, которому присуще вращение (роботизированные манипуляторы, башенные краны, вал колесной пары электропоезда), обязательно должен быть оснащен устройством контроля скорости. Основная цель, с которой применяется датчик угловой скорости – это обеспечение плавности движения, без рывков, а также достижение оптимальной скорости в участках рабочего хода. Современные датчики угловой скорости имеют недостатки, ограничивающие области применения этих устройств.

В подтверждение данного утверждения рассмотрим 3 типа датчиков угловой скорости: Инкрементальные энкодеры (ИЭ), тахогенераторы (ТГ), индуктивные датчики скорости (ИДС).

К основным недостаткам инкрементальных ИЭ относятся требования по их установки. Это означает, что точная центровка - главное требование для обеспечения их долговременной службы. При неточной центровки динамическая нагрузка на подшипники возрастает в геометрической прогрессии с увеличением скорости вращения вала. Ошибка измерения пропорциональна погрешности центровки и прямо с ней связана. Также ИЭ при подсчете оборотов вращающегося механизма выдает большое количество импульсов, для обработки которых требуется быстродействующий счетчик импульсов.

Тахогенераторы имеют такие недостатки как наличие скользящего контакта между щетками и коллектором, что приводит к снижению надежности ТГ и к нестабильности выходной характеристики; наличие зоны нечувствительности; пульсация выходного напряжения; помехи радиоприему, для подавления которых в некоторых случаях приходится применять специальные меры; необходимость точной центровки.

Основным недостатком ИДС является необходимость соблюдать постоянную дистанцию между датчиком и объектом измерения, которая находится в пределах до 10 мм. Отклонение приводит к большим погрешностям измерения или полной потери данных.

Разработанный интеллектуальный радио датчик угловой скорости исключает описанные выше недостатки так как он присоединяется непосредственно к валу ЭП без соединительных муфт с фланцем, не требует соблюдения соосности и центровки, данные с вращающихся частей передаются без лимита по расстоянию по радиоканалу. Также использование этого устройства позволяет определить вращательно-поступательное движение в трехмерном пространстве.

Интеллектуальный радио датчик состоит из: трехосевого акселерометра, программируемого микропроцессора и передатчика радио сигнала. При вращении акселерометр генерирует аналоговый сигнал, который впоследствии кодируется и передается радиопередатчиком. Полученный по радиоприемнику сигнал имеет синусоидальную форму. Синусоидальный сигнал записывается в программу, разработанную в LabVIEW, где по нему вычисляется частота вращательного движения. По частоте синусоидального сигнала определяется угловая скорость вращения механизма.

Тестирование работоспособности датчика проводилось на асинхронном двигателе (АД) и двигателе постоянного тока (ДПТ) последовательного возбуждения.

Лабораторное испытание на ДПТ

Испытание проводилось на учебном стенде для исследования рабочих характеристик ДПТ с использованием лабораторного тахометра. В таблице ниже приведены полученные данные.

Таблица №1 Данные испытаний на ДПТ

Мс, Нм	0	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4
ω, об/мин	330	450	300	450	600	350	450	600	350	400	600	600
Frequency, Hz	5,55	7,52	5,05	7,48	10	5,8	7,48	10	5,85	6,7	9,95	10,03

Проанализировав графики, построенные на основе данных полученных с разработанного утройства и контрольного тахометра, можно сделать вывод, что предложенный метод измерения угловой скорости корректен и имеет высокую точность.

Ниже на рисунке приведена функциональная схема построения системы регулирования скорости двигателя с разрабатываемым датчиком.

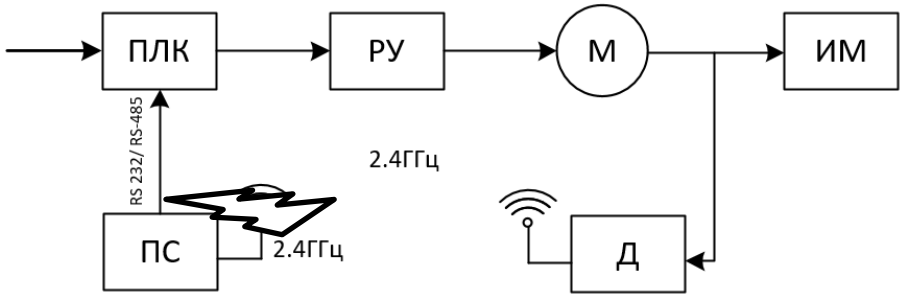


Рис. 1 Функциональная схема интеграции датчика в систему регулирования скорости электродвигателя

ПЛК – программируемый логический контроллер
РУ – регулирующее
М – мотор
ИМ – исполнительный механизм
Д – датчик
ПС – приемник сигнала (с датчика)

Датчик измеряет скорость вращения вала машины и передает информацию по радио каналу 2.4 ГГц на приемник. В микропроцессоре приемника полученная информация преобразуется для передачи по интерфейсу RS-235 или RS-485 и передается на ПЛК. Таким образом разработанное устройство может быть встроено в систему управления электроприводом с обратной связью по скорости в качестве датчика скорости.

В сравнении с другими датчиками скорости разработанное устройство имеет ряд преимуществ:

– измерение угловой скорости без широкого ряда требований к его установке.
– отслеживание вращательно-поступательного и других видов движения в трехмерном пространстве.
– получение данных с удаленных приводов (робот для очистки ЛЭП от наледи)
– возможность получения данных от приводов, работающих в агрессивной для человека среде (радиация и т.д.)

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ	3
Абрамов Д.А. Коннова Г. В. **МЕТОДЫ ОЧИСТКИ РЕЗЕРВУАРОВ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ**	4
Андрющенко Е.В. Виноградов С.В. **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВНЕШНИХ И ВНУТРЕННИХ УСЛОВИЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ООО «РН-КОМСОМОЛЬСКИЙ НПЗ»**	7
Бабко А.П. Бахматов П.В. **ЛАЗЕРНАЯ СВАРКА ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ**	10
Балдина И.В. Сарилов М.Ю. Коннова Г.В. **КОРРОЗИЯ И МЕТОДЫ БОРЬБЫ С КОРРОЗИЕЙ ОБОРУДОВАНИЯ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ**	14
Бессмертная Н.С. Отряскина Т.А. **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ УСТАНОВОК**	18
Верижников В.Ю. **ЛАЗЕРНАЯ СВАРКА НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ**	22
Верижников В.Ю. **ЛАЗЕРНАЯ СВАРКА**	25
Вин Аунг, Сверкунов Ю.А. Сверкунов В.А. Бормотин К.С. **АЛГОРИТМ РАСЧЕТА В СИСТЕМЕ САЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЦЕССА ФОРМООБРАЗОВАНИЯ В РЕЖИМЕ ПОЛЗУЧЕСТИ ПЛАСТИНКИ С ПОМОЩЬЮ СТЕРЖНЕВОГО ПУАНСОНА**	28
Гаврилов М.С. Григорьев В.В. **ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ТЕМНЫХ ПОЛОС ПРИ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ СВАРКЕ (ЭЛС) ТИТАНОВОГО СПЛАВА ВТ23 НА ЭЛУ 30Е3000**	32
Данилов Д.А. Куриный В.В. **ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛИ СТАНКА ДЛЯ СКРУЧИВАНИЯ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ СПИРАЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**	36
Данилов Д.А. Маниленко И.В. Бахматов П.В. **ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ТЕРМИЧЕСКОГО ЦИКЛА СВАРКИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**	39
Дубенко Е.М. Андрианов И.К. **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ТОНКОСТЕННОЙ ПЛАСТИНКИ С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСА MSC.PATRAN & MARC**	41

Евглевская Е.Е. Кравченко Е.Г. **АНАЛИЗ РИСКОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**	44
Ивакин И.С. Козлита А. Н. **ВЫБОР ЭНЕРГОСИЛОВОЙ СХЕМЫ ПРИВОДОВ УСТАНОВКИ ЭЛОУ-АВТ-3**	47
Ильин О.А. Бахматов П.В. **ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КРЕСТОВЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ АРМАТУРНОГО ПРОКАТА, ПОЛУЧЕННЫХ КОНТАКТНОЙ ТОЧЕЧНОЙ СВАРКОЙ**	50
Катунцева Н.Л. Ким В.А. **ТЕПЛОФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ С УЧЕТОМ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА ОПЛАВЛЕНИЯ-КРИСТАЛ-ЛИЗАЦИИ**	54
Кодиров А.А. Виноградов С.В. **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОРЯДКА ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В МИРО-ВОЙ ПРАКТИКЕ**	57
Колосова З.Г. Отряскина Т.А. **СТРУКТУРНАЯ ДЕГРАДАЦИЯ СТАЛИ ПРИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ**	60
Конюхова Я.В. Мокрицкий Б.Я. **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРУЖКОДРОБЛЕНИЯ ПРИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ КОЛЕСОТОКАРНОЙ ОБРАБОТКЕ**	65
Костюченко А.В. Башков О.В. **АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА СОСУДОВ, РАБОТАЮЩИХ ПОД ДАВЛЕНИЕМ**	68
Кузнецова У.Е. Сарилов М.Ю. Коннова Г.В. **ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЦЕНТРО-БЕЖНЫХ НАСОСОВ РЕЗЕРВУАРНОГО ПАРКА НПЗ**	72
Кхун Хан Хту Аунг, Бао.Ф. Башков О.В. **МОДЕЛИРОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН В ПЛАСТИ-НАХ ПРИ ВОЗБУЖДЕНИИ ИСТОЧНИКАМИ С РАЗЛИЧ-НОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТЬЮ ФРОНТА ВОЛНЫ**	75
Лаптева И.А. Сарилов М.Ю. **УВЕЛИЧЕНИЕ МЕЖРЕМОНТНОГО ЦИКЛА РЕЗЕРВУАРОВ ЗА СЧЁТ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ УЛАВЛИВАНИЯ ЛЁГКИХ ФРАКЦИЙ (УЛФ) НЕФТЕПРОДУКТОВ**	79
Леонтьевский К.Б. Соболев Б. М. **АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ШИХТЕ ПРМОВОССТАНОВЛЕННОГО ЖЕЛЕЗА ПРИ ПРОИЗВОД-**	82

СТВЕ СТАЛИ	
Леонтьевский К.Б. Соболев Б.М. **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА ИЗ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАКОВ**	86
Лисков П.А. Сарилов М.Ю. **ПРИМЕНЕНИИ МЯГКИХ РЕЗЕРВУАРОВ - КОМПЕНСАТОРОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ НЕФТЕПРОДУКТА ИЗ РЕЗЕРВУАРА**	89
Мангаев А.И. Ступин А.В. **ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ ФОРМЫ ТАРЕЛКИ ДЛЯ КОЛОННОГО АППАРАТА С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ**	93
Маслова В.В. Андрианов И.К. **МОДЕЛЬ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ОБОЛОЧКИ ДВОЙНОЙ КРИВИЗНЫ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ MSC.PATRAN&MARC**	96
Маслова В.В. Андрианов И.К. **АНАЛИЗ ШТАМПУЕМОСТИ ЛИСТОВОЙ ЗАГОТОВКИ И ПОВЕДЕНИЯ МАТЕРИАЛА В ПРОЦЕССЕ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ**	99
Михайленко А.А. Черномас В.В. **МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ДЕФОРМИРОВАНИЯ НЕОДНОРОДНОГО МАТЕРИАЛА**	102
Михайленко А.А. Черномас В.В. **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭВОЛЮЦИИ СТРУКТУРЫ НЕОДНОРОДНОГО МАТЕРИАЛА В ПРОЦЕССЕ ЕГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ**	107
Михайленко А.А. Черномас В.В. **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОСИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ДЕФОРМИРОВАНИЯ НЕОДНОРОДНОГО МАТЕРИАЛА**	111
Михалькова Л.А. Щетинин В.С. **ПРИМЕНЕНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОМПЕНСАТОРОВ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ**	113
Москаева А.В. Рубан К.Е. Верижников В.Ю. **ОТРАБОТКА РЕЖИМОВ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКИ ПОД СЛОЕМ ФЛЮСА СТЫКОВОГО СОЕДИНЕНИЕ С7 ИЗ НИЗКОЛЕГИРОВАНОЙ СТАЛИ**	116
Новицкий А.С. Козлита А.Н. **ПОДЪЕМ АППАРАТОВ В ПРОЕКТНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ МЕТОДОМ ПОВОРОТА «НА СЕБЯ»**	119

Палкин Д.А. Устинов В.А. **ПРОЕКТ МОДЕРНИЗАЦИИ НЕФТЯНЫХ НАСОСОВ УСТАНОВКИ ИЗОМЕРИЗАЦИИ**	122
Петухов А.А. Устинов В.А. **МОДЕРНИЗАЦИЯ КОЖУХОТРУБЧАТОГО ТЕПЛООБМЕННИКА**	125
Писаная Е.А. Коннова Г.В. **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОЖАРОТУШЕНИЯ РЕЗЕРВУАРОВ НА НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАВОДАХ**	128
Посаженников Д.Г. Щелкунов Е.Б. **ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ «ШАССИЙНАЯ БАЛКА»**	131
Пугина Е.А. Коннова Г.В. **ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ УЛУЧШЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РЕЗИН ПУТЕМ ИХ МОДИФИЦИРОВАНИЯ**	134
Путилин Е.В. Щетинин В.С. **ИЗМЕНЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПЛАСТИНЧАТОГО ТЕПЛООБМЕННИКА**	137
Раджабов Д.У. Олещук В.А. **БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО КАК ФАКТОР РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ**	140
Рахмонов С.С. Назаров У.А. Виноградов С.В. **НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ**	142
Рубан К.Е. **ЛАЗЕРНАЯ СВАРКА АЛЛЮМИНИЯ**	144
Самар Е.В. Ким В.А. **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОЦЕССОВ КОНТАКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НА ХАРАКТЕР СТРУЖКООБРАЗОВАНИЯ**	147
Саяпина Е.С. Сарилов М.Ю. **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЦЕНТРОБЕЖНОГО КОМПРЕССОРА**	151
Серёдкина Е.А. Кравченко Е.Г. **АНАЛИЗ МЕТОДИК ПОВЕРКИ ПРОФИЛОМЕТРА С УЧЕТОМ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ**	154
Симагин И.Д. Еренков О.Ю. **ФИЛЬТРАЦИОННАЯ ТАРЕЛКА ДЛЯ УЛАВЛИВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ В РЕАКТОРЕ**	157
Ситамов Э.С. Мокрицкий Б.Я. **СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ИЗНОСА ИНСТРУМЕНТА ПРИ ОБРАБОТКЕ НЕРЖАВЕ-**	160

ЮЩЕЙ СТАЛИ	
Старцев Е.А. Соболев Б.М. **МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ЭЛЕКТРОШЛАКОВОЙ СВАРКЕ**	164
Старцев Е.А. Куриный В.В. **ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ FDM ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПЕЧАТИ ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ**	167
Стробыкин С.А. Бахматов П.В. **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КАЧЕСТВА СВАРНОЙ ПРОВОЛОКИ НА ДЕФЕКТНОСТЬ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**	170
Тарасов А.Т. Сарилов М.Ю. **МЕТОДЫ ОЧИСТКИ КОЖУХОТРУБЧАТОГО ТЕПЛООБМЕННИКА**	173
Телегин А.Н. Сарилов М.Ю. **ВНЕДРЕНИЕ ТЕПЛОВИЗИОННОГО МОНИТОРИНГА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ**	176
Турбин А.М. Мокрицкий Б.Я. **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СБОРНЫХ ТВЁРДОСПЛАВНЫХ КОНЦЕВЫХ ФРЕЗ**	179
Турбин А.М. Мокрицкий Б.Я. **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СОСТАВНЫХ КОНЦЕВЫХ ФРЕЗ С ПРИЗМАТИЧЕСКИМ СОЧЛЕНЕНИЕМ РЕЖУЩЕЙ ЧАСТИ И ХВОСТОВИКА**	182
Усова Т.И. Мокрицкий Б.Я. **ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ПРИМЕНЕНИЯ ВИДЕОИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ МИКРОТРЕЩИН**	186
Холощак К.М. Алтухова В.В. **ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БАЗОВОЙ КАФЕДРЫ**	189
Хомченко Н.В. Шишкин Б.В. **ОПТИМИЗАЦИЯ ХАРАКТЕРИСТИК БЛОКА ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ**	192
Хомченко Н.В. Шишкин Б.В. **СНИЖЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ В МЕЖТРУБНОМ ПРОСТРАНСТВЕ КОЖУХОТРУБЧАТЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ**	195
Шарипов Ш.Ш. Олещук В.А. **ПРЕИМУЩЕСТВА СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА «ТОЧНО В СРОК»**	198

СЕКЦИЯ УПРАВЛЕНИЕИ АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ	199
Абулхаев Х. К. Валиев М. А. Васильченко С.Э. **УЛУЧШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**	202
Агаркова А.С. Сериков А.В. **БЕСКОНТАКТНЫЙ ГЕНЕРАТОР ДЛЯ АВТОНОМНЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**	205
Аксютина М.С. Гончарук С.Е. **РАСПОЗНАВАНИЕ ОБЪЕКТОВ В ВИДЕОПОТОКЕ ПРИ ПОМОЩИ АЛГОРИТМА YOLO И ТЕХНОЛОГИИ OPENFACE**	208
Аунг Мьинт У, Егоров В.А. **СТЕНД ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМЫ КАТОДНОЙ ЗАЩИТЫ КОРПУСА СУДНА**	212
Афанасьев Д.И. Кузьмин Р.В. **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ МИКРОГЭС НА БАЗЕ АСИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА**	215
Афанасьев Д.И. Кузьмин Р.В. **РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ АСИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА МИКРОГЭС В СРЕДЕ MATLAB**	218
Бахмацкий С. М. Чернышёв Д. В. **МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЯГОВЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ**	221
Белов Р.А. Марущенко С.Г. **РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА РАСХОДА ВОДЫ И КОНТРОЛЯ ДАВЛЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННЫХ СЕТЯХ ХОЛОДНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ**	224
Беляков М. В. Козлов А. А. Копытов С.М. Ульянов А. В. **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ СБОРА ДАННЫХ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ МОДЕЛЕЙ СУДОВ СПОСОБОМ ГРАВИТАЦИОННОЙ БУКСИРОВКИ**	227
Бичаев И. Е. Егоров В. А. **МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕКТОРНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ**	231
Богданов А. С. **ДВУХКАНАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА САМОЛЁТНОГО ТИПА**	235
Бондарев Р. И. Климаш В. С. **ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ ГИБРИДНОГО МАНЕВРОВОГО ТЕПЛОВОЗА**	238
Бузикаева А.В. Черный С.П. **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ**	241

СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ	
Варова В.С. Цибульский И.Ю. Кузьмин Р.В. **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В СВЕРХПРОВОДЯЩИХ СРЕДАХ РАЗЛИЧНОЙ КОНФИГУРАЦИИ**	245
Галамага К.В. Суздорф В.И. **ГИБРИДНАЯ СИСТЕМА ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ «ДЭС-МИКРОГЭС»**	248
Гарт Д.А. Ульянов А.В. **РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ РЕГУЛЯТОРА ТЕМПЕРАТУРЫ С АВТОМАТИЧЕСКОЙ НАСТРОЙКОЙ КОЭФФИЦИЕНТОВ**	252
Гетопанов А.Ю. Климаш В.С. **ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕГУЛЯТОР НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ ТРАНСФОРМАТОРА ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ**	255
Гончарова С. А. Зайченко И. В. **АЛГОРИТМ РАСЧЁТА РАЦИОНАЛЬНОЙ ФОРМЫ РОБОТИЗИРОВАННОГО СИДЕНЬЯ И ОЦЕНКА КОМФОРТНОСТИ**	259
Громов А.А. Егоров В.А. **ПРИМЕНЕНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИИ СОЦИАЛЬНО-БЫТОВОГО СЕКТОРА**	263
Дзюба А. А. Горькавый А. И. **ВНЕДРЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС НА ОСНОВЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ-МАНИПУЛЯТОРОВ**	267
Дубовик М.Е. Соловьёв В.А. **РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОВОРОТА КАРЬЕРНОГО ЭКСКАВАТОРА НА БАЗЕ МАШИНЫ ДВОЙНОГО ПИТАНИЯ**	270
Духно А.А. Черный С.П. **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЧЕТКОГО РЕГУЛЯТОРА С ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРИЕНТАЦИЕЙ ФУНКЦИЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ТЕПЛОВЫМИ ПРОЦЕССАМИ**	274
Жиганов С.В. Зверев Д.А. **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА АНАЛИЗА И КЛАССИФИКАЦИИ СОБЫТИЙ В ВИДЕОФРАГМЕНТЕ**	277
Жидов А.Ю. Соловьёв В.А. **ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫМ АВТОНОМНЫМ АГРАРНЫМ КОМПЛЕКСОМ**	281

Жуков М. В. Болдырев В. В. **РАЗРАБОТКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ИНФАСТРУКТУРЫ РЕАКРИАЦИОННОЙ ЗОНЫ С ФОРМИРОВАНИЕМ ПЛАНА ПРИВЛЕЧЕНИЯ ЧАСТНЫХ ИНВЕСТИЦИЙ**	284
Зверев Д.А. Жиганов С.В. **РАЗРАБОТКА НЕЙРО-НЕЧЁТКОГО АЛГОРИТМА ПРЕДОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**	287
Зиновьева О.А. Сериков А.В. **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**	290
Зоря В.А. **ИССЛЕДОВАНИЕ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ**	293
Зоря В.А. **РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ЗА ОБЪЕКТАМИ НА ТЕРРИТОРИИ ОРГАНИЗАЦИИ**	296
Исмоилзода Ш.Х. Егоров В.А. **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СЕРВОСИСТЕМ НА БАЗЕ ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА И СИНХРОННОЙ МАШИНЫ**	299
Йе Мин Тху, Климаш В.С. **ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ВЕНТИЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ НАГРУЗОК**	303
Йе Тун Хейн, Горькавый А.И. **ОЦЕНКА ВЗАИМОВЛИЯНИЯ МЕХАТРОННЫХ МОДУЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**	307
Казаков О.В. Дерюжкова Н.Е. **НЕЧЕТКОЕ УПРАВЛЕНИЕ СКОРОСТНЫМ РЕЖИМОМ ПРОКАТКИ В РЕЖИМЕ МИНИМАЛЬНОГО НАТЯЖЕНИЯ**	311
Каплан И.А. Сериков А.В. **СИЛОВОЙ ТРАНСФОРМАТОР С БЛОКОМ НАГРЕВА ЖИДКОСТИ**	315
Капустенко Д.В. Стельмащук С.В. **ОСОБЕННОСТИ СОГЛАСОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ТРЕХЗВЕННОГО**	318

МАНИПУЛЯТОРА	
Карсымбаева А.А. Марущенко С.Г. **РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОМЕХОУСТОЙЧЕВЫХ КОДОВ**	321
Копанев Н.М. Кузьмин Р.В. **ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ НА ОСНОВЕ ЭНЕРГИИ ВЕТРА**	324
Косичков А.О. Бутова Д.А. Вакаев О.Ю. **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА БИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА И КОНТРОЛЯ СПОРТСМЕНА**	326
Кулинка Ю.И. **ИССЛЕДОВАНИ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОПЛЕКСА ДЛЯ СНЯТИЯ ЭЭГ**	329
Купченко М.В. **ЗВУКОВЫЕ ФАЗОВРАЩАТЕЛИ**	332
Лавренов А. С. Климаш В. С. **МИКРОКОНТРОЛЛЕРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ IGBT МОДУЛЯМИ ВОЛЬТОДОБАВОЧНОГО КАСКАДА**	335
Левченко В. С. Болдырев В. В. **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДА КОМСОМОЛЬСК-НА-АМУРЕ**	339
Лепёхина С.Ю. Черный С.П. **АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ТЯГОВЫХ ПОДСТАНЦИЯХ С ПРИМЕНЕНИЕМ СЕМАНТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ**	341
Лесков О.М. Марущенко С.Г. **МОДЕРНИЗАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЭЛЕКТРОЖГУТОВОЙ ПРОДУКЦИИ**	344
Ляпустина Ю. В. Куделько А. Р. **ИННОВАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ КЛАСТЕР КАК КОМПОНЕНТ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ**	347
Ляпустина Ю. В. **СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ТЕПЛА ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК**	351
Максимов А.В. Янченко А.В. **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОНОМНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ КОТТЕДЖА**	355

Мельниченко М.А. Горькавый А.И. **ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА С МОДАЛЬНЫМ РЕГУЛЯТОРОМ**	358
Милютин И.В. Чёрный С.П. **ПРИМЕНЕНИЕ ПРОДУКЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ПРИ ФОРМАЛИЗАЦИИ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ МАГИСТРАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДА**	361
Мин Ту, Соловьев В.А. **НЕЧЕТКАЯ КОРРЕКЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ СУДНА**	364
Михайлов Н. Ю. Егорова В. П. **ЦЕНТР ИНТЕГРАЦИИ ИННОВАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ**	368
Муллоев Д.М. Васильченко С.А. **ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПЕНСАТОРА РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ**	371
Мурашкина Е.В. Киба Д.А. **БУКСИР ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ КАТАЛОК**	374
Мшвениерадзе Л.С. Сериков А.В. **СПЕЦИАЬНЫЙ ТРАНСФОРМАТОР ДЛЯ СИСТЕМЫ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ**	377
Назаров М.Н. **ЗОНЫ ИНТЕНСИВНОСТИ ГОЛОЛЕДООБРАЗОВАНИЯ НА ПРОВОДАХ ЛЭП 220, 110 КВ О. САХАЛИН**	380
Ненюк В.В. **УСИЛИТЕЛИ НА ВАКУУМНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРАХ**	384
Осипчук М.А. **РАЗРАБОКА АППАРАТАНО-ПРОГРАММНОЙ ПЛАТФОРМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО ДОСТУПА**	387
Патраков В.А. Шибеко Р.В. **ИСКУССТВЕННАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ ЛЕГКИХ**	390
Петрова А.К. Чёрный С.П. **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ МНОГОКАСКАДНОГО НЕЧЕТКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ**	393
Петухов А.В. Климаш В.С. **ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЁЖНОСТИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОПРИВОДА**	396
Плетников Д.В. Иванов С.Н. **РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОХРАННОГО КОМПЛЕКСА**	399

Плотников Е.В. Егоров В.А. **АВТОНОМНЫЙ ИНВЕРТОР НА БАЗЕ ОДНОКРИСТАЛЬНОГО МИКРОКОНТРОЛЛЕРА**	402
Полей Е.О. Черный С.П. **РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛИ НЕЧЕТКОГО МНОГОКАСКАДНОГО РЕГУЛЯТОРА С РАЗЛИЧНЫМИ СОЧЕТАНИЯМИ АЛГОРИТМОВ ВЫВОДА**	406
Попов М.М. Стельмащук С.В. **ДИСКОВАЯ РУБИТЕЛЬНАЯ МАШИНА КАК ОБЪЕКТ АВТОМАТИЗАЦИИ**	409
Попов Д.В. Копытов С.М. Ульянов А.В. **РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ**	415
Попова Д.А. Копытов С.М. **РАЗРАБОТКА АППАРАТА ВИБРОАКУСТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**	419
Попова В.С. Соловьёв В.А. **АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ И УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ МОДУЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ГОЛОЛЁДООБРАЗОВАНИЯ**	422
Пыльнова К. А. Егорова В. П. **РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССНОЙ МОДЕЛИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УЧАСТКА ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ**	425
Расин К.В. Кузьмин Р.В. **ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ НА БАЗЕ МИКРОГЭС**	427
Русова Л.Е. Марущенко С.Г. **РАЗРАБОТКА УЛЬТРАЗВУКОВГО ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА**	429
Ряполов С.А. Янченко А.В. **ОЦЕНКА МОМЕНТА СТРАГИВАНИЯ МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ГЕНЕРАТОРА**	432
Сафин В.И. Васильченко С.А. **АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ МЕХАНИЗМАМИ МНОГОТОЧЕЧНОГО ПРЕССА**	435
Семенова Е.Ю. Климаш В.С. **ИССЛЕДОВАНИЕ ОДНОФАЗНЫХ И ТРЕХФАЗНЫХ ИНВЕРТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ С ШИМ В СРЕДЕ MATLAB**	438
Семенько М. В. Куделько А. Р. **ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПЛАНИРОВАНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИННОВАЦИИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ АВТОМАТИЗАЦИЮ ПРОЦЕССОВ НАНЕСЕНИЯ МАРКИ-**	441

РОВКИ НА ПРОДУКТ ПРЕДПРИЯТИЯ	
Сергиенко И.С. Янченко А.В. **ТЕПЛОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ НАГРЕВАТЕЛЕЙ ДЛЯ СТАНДАРТНЫХ РАДИАТОРОВ ОТОПЛЕНИЯ**	444
Со Хтайк **СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ПОСЕЩАЕМОСТИ НА ОСНОВЕ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ**	447
Соколова В. С. Зайченко И. В. **К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АБСОРБЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРИ СТУПЕНЧАТЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ ВХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ**	451
Табаров Б.Д. Климаш В.С. **РАЗРАБОТКА СПОСОБА И УСТРОЙСТВА РАЗДЕЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРНОЙ ПОДСТАНЦИЙ В ДВУХ ПОДДИАПАЗОНАХ**	455
Толибов Б.Н. Черный С.П. **МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЧЕТКОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ НН ПРИ ИХ МОДЕРНИЗАЦИИ**	459
Тренколенко Е. В. Горькавый М. А. **РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ**	462
Трусов Р. Е. Горькавый М. А. **СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРОЦЕССОВ СИТУАЦИОННОЙ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕМОНТНЫХ РАБОТ**	465
Хандошко А.К. Сочелев А.Ф. **РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О НАРУШЕНИИ ФИЗИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗУЕМОСТИ ЭКВИВАЛЕНТНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ НАГРУЗОК В ЦЕПЯХ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА**	467
Хохлова О.А. Егоров В.А. **МОДАЛЬНЫЙ РЕГУЛЯТОР ТЕМПЕРАТУРЫ**	470
Челышев И.В. Шибеко Р.В. **МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ДРОНАМИ**	474
Шашерина А. А. Куделько А. Р. **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ФОРМАЛИЗОВАННЫХ ПРОЦЕССОВ ОКАЗАНИЯ УСЛУГ И РЕАЛИЗАЦИИ ФУНКЦИЙ ОРГАНОМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫМ ОБРАЗОВАНИЕМ Г. КОМСОМОЛЬСК-НА-АМУРЕ**	478
Шульга Е.А. Размыслов В.А. **ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ КОЛЛЕКТОРНЫЙ МИКРОДВИГАТЕЛЬ**	484

Чжо Йе Хан Стельмащук С. В. **РАБОТА РУЛЕВОГО ПРИВОДА С РАЗЛИЧНОЙ СКОРОСТЬЮ ПЕРЕКЛАДКИ РУЛЯ**	486
Шиченко А. С. Коннова Г. В. **ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ДЕФЕКТОВ ВАЛОВ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ**	489
Шилов А. С. Дерюжкова Н. Е. **МОДЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВНИЕ РЕГУЛЯТОРА МОЩНОСТИ ВАКУУМНОЙ ДУГОВОЙ ПЕЧИ В РЕЖИМЕ ЗАЖИГАНИЯ ДУГИ**	492
Тетерин В. В. Чжо Аунг Хтет **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЗАИМОСВЯЗАННОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ПРОЦЕССА ОБЪЕМНОГО ФОРМОВАНИЯ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА**	496
Чжо Аунг Хтет, Тетерин В. В. **К ОЦЕНКЕ ГЛУБИНЫ ВЗАМИОСВЯЗИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ, РЕАЛИЗУЮЩИХ ПРОЦЕСС ФОРМОВАНИЯ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА**	500
Чжо Минь У, Черный С. П. **СИНТЕЗ НЕЧЕТКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЯКОРНО-ШВАРТОВОЧНЫМ УСТРОЙСТВОМ**	505
Чубий Р. С. Гуляев А. В. **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ РАДИО ДАТЧИК УГЛОВОЙ СКОРОСТИ**	508