Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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

Кафедра «Кораблестроение»

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор
_____ И.В. Макурин
«15» ____05____ 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины «Механика разрушений судовых конструкций»

образовательной программы подготовки магистров
по направлению 26.04.02 «Кораблестроение, океанотехника
и системотехника объектов морской инфраструктуры»
направленность (профиль) – Проектирование судовых корпусных конструк-
ций, систем и устройств

Форма обучения Очная
Технология обучения Традиционная

Комсомольск-на-Амуре 2018

Автор рабочей программы
доцент каф. «Кораблестроение»,
канд. физ.-мат. наук

_____ И.Н. Журбина
«04» 05 2017г.

СОГЛАСОВАНО

Директор библиотеки

_____ И.А. Романовская
«04» 05 2017г.

Заведующий кафедрой
«Кораблестроение»

_____ Н.А. Тарануха
«04» 05 2017г.

Заведующий выпускающей кафедрой
«Кораблестроение»

_____ Н.А. Тарануха
«04» 05 2017г.

Декан факультета энергетики, транспорта и морских технологий

_____ А.В. Космынин
«04» 05 2017г.

Начальник учебно-методического управления

_____ Е.Е. Поздеева
«05» 05 2017г.

Введение

Рабочая программа дисциплины «Механика разрушений судовых конструкций» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.03.2015 № 303, и основной профессиональной образовательной программы подготовки магистров по направлению 26.04.02 «Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры».

1 Аннотация дисциплины

<table>
<tr><td>Наименование дисциплины</td><td colspan="8">Механика разрушений судовых конструкций</td></tr>
<tr><td>Цель дисциплины</td><td colspan="8">Формирование у студентов знаний и готовности к самостоятельному изучению и внедрению в профессиональную сферу деятельности передовых методов в области борьбы с разрушениями судовых конструкций.</td></tr>
<tr><td>Задачи дисциплины</td><td colspan="8">– формирование понимания будущими специалистами вычислительных методов в задачах механики разрушений, энергетических подходов, предсказания разрушений;
– формирование знаний принципов проектирования конструкций, работы конструкций с трещинами, разрушения в сварочных соединениях, испытания образцов;
– формирование умений разрабатывать трещиностойкие конструкции, формирование навыков и компетенций разработки методик расчета прочности и надежности судовых конструкций.</td></tr>
<tr><td>Основные разделы дисциплины</td><td colspan="8">1. Строение металлов;
2. Механика разрушений;
3. Концентрация напряжений и методы борьбы.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Общая трудоемкость дисциплины</td><td colspan="8">3 з.е. / 108 академических часов</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Семестр</td><td colspan="4">Аудиторная нагрузка, ч</td><td rowspan="2">СРС, ч</td><td rowspan="2">Промежуточная аттестация, ч</td><td rowspan="2">Всего за семестр, ч</td></tr>
<tr><td>Лекции</td><td>Пр. занятия</td><td>Лаб. работы</td><td>Курсовое проектирование</td></tr>
<tr><td>3 семестр</td><td>-</td><td>-</td><td>16</td><td>-</td><td>92</td><td>-</td><td>108</td></tr>
<tr><td colspan="2">ИТОГО:</td><td>-</td><td>-</td><td>16</td><td>-</td><td>92</td><td>-</td><td>108</td></tr>
</table>

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Дисциплина «Механика разрушений судовых конструкций» нацелена на формирование компетенций, знаний, умений и навыков, указанных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, знания, умения, навыки

Наименование и шифр компетенции, в формировании которой принимает участие дисциплина	Перечень формируемых знаний, умений, навыков, предусмотренных образовательной программой		
	Перечень знаний (с указанием шифра)	Перечень умений (с указанием шифра)	Перечень навыков (с указанием шифра)
ПК-22 Способностью оценить риск и определить меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий и изделий	**З1(ПК-22-1)** Знания строения, деформирования и разрушения судостроительных материалов и их конструктивных прочностей, методов борьбы с трещинами	**У1(ПК-22-1)** Уметь оценивать образование и распространение трещин, предсказывать разрушение, оценивать критерии разрушения в судовых конструкциях	**Н1(ПК-22-1)** Владеть: навыками разработки методик расчета прочности и надежности изделий в области кораблестроения

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Механика разрушений судовых конструкций» изучается на 2 курсе в 3 семестре.

Настоящая дисциплина относится к дисциплинам вариативной части, входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и является дисциплиной по выбору.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки, сформированные в процессе изучения дисциплин: «Механика твердого деформируемого тела», «Строительная механика и прочность корабля».

Формирование ПК-22 осуществляется в рамках двух последовательных этапов:

1 этап - код этапа: ПК-22-1 Механика разрушений судовых конструкций // Прочность и устойчивость оболочек;

2 этап - код этапа: ПК-22-2 Преддипломная практика.

Дисциплина «Механика разрушений судовых конструкций» совместно с дисциплиной «Преддипломная практика» являются основой для успешного прохождения Государственной итоговой аттестации на заключительном этапе освоения компетенции ПК-22.

Входной контроль при изучении дисциплины не проводится.

4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	**Всего академических часов**
Общая трудоемкость дисциплины	**108**
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	**16**
В том числе:	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	16
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа, включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	**92**
Промежуточная аттестация обучающихся	-

5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
Раздел 1. ***Строение металлов***					
Строение и деформирование металлов, понятие теоретической прочности, дефекты кристаллов, механизмы хрупкого и вязкого разрушения, теории прочности, усталостное разрушение металлов, влияние мик-	Лабораторная работа	3	Традиционная, компьютерный практикум (1 ч)	ПК-22	З1(ПК-22-1), У1(ПК-22-1), Н1(ПК-22-1)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
роконцентраторов.					
Самостоятельная работа обучающихся	Подготовка к лабораторным работам	3	Обработка полученных результатов, оформление	ПК-22	З1(ПК-22-1), У1(ПК-22-1), Н1(ПК-22-1)
	Самостоятельное изучение теоретического материала	11	Чтение основной и дополнительной литературы	ПК-22	З1(ПК-22-1), У1(ПК-22-1)
ИТОГО по разделу 1	Лабораторные работы	**3**	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	**14**	-	-	-
Раздел 2. ***Механика разрушений***					
Линейная механика разрушений, упругое тело, упруго-пластичное тело, образование и распространение трещин, критерии разрушения, влияние остаточных напряжений, влияние температуры, хрупкое разрушение.	Лабораторная работа	6	Традиционная, компьютерный практикум (3 ч)	ПК-22	З1(ПК-22-1), У1(ПК-22-1), Н1(ПК-22-1)
Самостоятельная работа обучающихся	Подготовка к лабораторным работам	6	Обработка полученных результатов, оформление	ПК-22	З1(ПК-22-1), У1(ПК-22-1), Н1(ПК-22-1)
	Самостоятельное изучение теоретического материала	21	Чтение основной и дополнительной литературы	ПК-22	З1(ПК-22-1), У1(ПК-22-1)
	Выполнение РГР	8	Выполнение индивидуальных зада-	ПК-22	З1(ПК-22-1), У1(ПК-22-1), Н1(ПК-22-1)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
			ний РГР		
ИТОГО по разделу 2	Лабораторные работы	**6**	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	**35**	-	-	-
Раздел 3. ***Концентрация напряжений и методы борьбы***					
Сопротивление судокорпусных материалов переменному нагружению, концентрация напряжений в судовых конструкциях, усталостные трещины в судовых конструкциях и методы борьбы с ними, расчетное проектирование типовых узлов судового корпуса.	Лабораторная работа	7	Традиционная, компьютерный практикум (4 ч)	ПК-21	З1(ПК-22-1), У1(ПК-22-1), Н1(ПК-22-1)
Самостоятельная работа обучающихся	Подготовка к лабораторным работам	7	Обработка полученных результатов, оформление	ПК-22	З1(ПК-22-1), У1(ПК-22-1), Н1(ПК-22-1)
	Самостоятельное изучение теоретического материала	24	Чтение основной и дополнительной литературы	ПК-22	З1(ПК-22-1), У1(ПК-22-1)
	Выполнение РГР	12	Выполнение индивидуальных заданий РГР	ПК-22	З1(ПК-22-1), У1(ПК-22-1), Н1(ПК-22-1)
ИТОГО по разделу 3	Лабораторные работы	**7**	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	**43**	-	-	-

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
Промежуточная аттестация по дисциплине - зачет					
ИТОГО по дисциплине	Лабораторные работы	**16**	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	**92**	-	-	-
ИТОГО: общая трудоемкость дисциплины 108 часов, в том числе с использованием активных методов обучения 8 часов					

6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа обучающихся, осваивающих дисциплину «Механика разрушений судовых конструкций», состоит из следующих компонентов: подготовка к лабораторным занятиям; самостоятельное изучение теоретических разделов дисциплины; подготовка и оформление расчетно-графической работы (РГР).

Для успешного выполнения всех разделов самостоятельной работы учащимся рекомендуется использовать следующее учебно-методическое обеспечение:

1. Тарануха, Н. А. Основы механики разрушения судовых конструкций: Учебное пособие для вузов / Н. А. Тарануха, И. Н. Журбина, О.В. Журбин. – Комсомольск-на-Амуре: Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос.техн.ун-та, 2016. – 67 с.

2. Методические указания к выполнению лабораторных работ (компьютерный практикум) по курсу «Механика разрушений судовых конструкций» / сост. : И. Н. Журбина. − Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2020. – 8 с.

3. Анализ напряженно-деформированного состояния конструкции : метод. указания к расчётно-графической работе по курсу «Механика разрушений судовых конструкций» / сост. : И. Н. Журбина. − Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2020. – 6 с.

Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы представлен в таблице 4.

Общие рекомендации по организации самостоятельной работы:

Время, которым располагает студент для выполнения учебного плана, складывается из двух составляющих: одна из них – это аудиторная работа в вузе по расписанию занятий, другая – внеаудиторная самостоятельная рабо-

та. Задания и материалы для самостоятельной работы выдаются во время учебных занятий по расписанию, на этих же занятиях преподаватель осуществляет контроль за самостоятельной работой, а также оказывает помощь студентам по правильной организации работы.

Чтобы выполнить весь объем самостоятельной работы, необходимо заниматься по 4-7 часов в неделю. Начинать самостоятельные внеаудиторные занятия следует с первых же дней семестра. Первые дни семестра очень важны для того, чтобы включиться в работу, установить определенный порядок, равномерный ритм на весь семестр. Ритм в работе – это ежедневные самостоятельные занятия, желательно в одни и те же часы, при целесообразном чередовании занятий с перерывами для отдыха.

При выполнении самостоятельной работы необходимо перед практическим занятием выполнить обзор и анализ литературы и источников из интернета по теме занятия и текущего раздела работы, определить вопросы к преподавателю.

Важно выполнять, закреплять и оформлять рассмотренные на практическом занятии вопросы и разделы самостоятельной работы, а также рекомендации преподавателя непосредственно после занятия (в течение 1-2 дней). В этом случае исключается забывание информации. На последней стадии работы (в конце семестра) следует выполнить анализ разделов самостоятельной работы, скорректировать их и сделать выводы.

Следует правильно организовать свои занятия по времени: 50 минут – работа, 5-10 минут – перерыв; после 3 часов работы перерыв – 20-25 минут. Иначе нарастающее утомление повлечет неустойчивость внимания. Очень существенным фактором, влияющим на повышение умственной работоспособности, являются систематические занятия физической культурой. Организация активного отдыха предусматривает чередование умственной и физической деятельности, что полностью восстанавливает работоспособность человека.

Таблица 4 – Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы студентов при 16-недельном семестре

Вид самостоятельной работы	Часов в неделю																Итого по видам работ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Подготовка к лабораторным занятиям	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**16**
Изучение теоретических разделов дисциплины	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	**56**
Выполнение и защита РГР	-	-	-	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	**20**
ИТОГО в 3 семестре	**5**	**4**	**5**	**5**	**6**	**5**	**6**	**6**	**7**	**6**	**7**	**6**	**7**	**6**	**6**	**5**	**92**

7 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Таблица 5 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Раздел 1 **Тема:** Кристаллические тела.	З1(ПК-22-1), У1(ПК-22-1), Н1(ПК-22-1)	Выполнение и защита лабораторной работы №1	- способность анализировать и обобщать информацию; - способность синтезировать новую информацию; - способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения; - установление причинно-следственных связей, выявление закономерности.
Раздел 2 **Тема 1:** Концентрация напряжений у круглого выреза при одноосном и двуосном напряженном состоянии.	З1(ПК-22-1), У1(ПК-22-1), Н1(ПК-22-1)	Выполнение и защита лабораторной работы №2	
Тема 2: Концентрация напряжений у квадратного выреза при одноосном растяжении.	З1(ПК-22-1), У1(ПК-22-1), Н1(ПК-22-1)	Выполнение и защита лабораторной работы №3	
Тема 3: Концентрация напряжений в жестких точках при одноосном растяжении.	З1(ПК-22-1), У1(ПК-22-1), Н1(ПК-22-1)	Выполнение и защита лабораторной работы №4	
Тема 4: Концентрация напряжений у вырезов в стенках днищевых стрингеров.	З1(ПК-22-1), У1(ПК-22-1), Н1(ПК-22-1)	Выполнение и защита лабораторной работы №5	
Тема 5: Концентрация напряжений в узлах пересечения продольных днищевых балок танкеров с поперечными переборками.	З1(ПК-22-1), У1(ПК-22-1), Н1(ПК-22-1)	Выполнение и защита лабораторной работы №6	
Раздел 3 **Тема 1:** Расчет безопасности использования панели с плоской сквозной трещиной в сварном шве.	З1(ПК-22-1), У1(ПК-22-1), Н1(ПК-22-1)	Выполнение и защита лабораторной работы №7	
Тема 2: Расчет безопасности использования стальной крановой балки с начальной трещиной при перепа-	З1(ПК-22-1), У1(ПК-22-1), Н1(ПК-22-1)	Выполнение и защита лабораторной работы №8	

дах температур. **Тема 3:** Расчет безопасности использования анкерного стержня пресса с начальной поверхностной трещиной.	З1(ПК-22-1), У1(ПК-22-1), Н1(ПК-22-1)	Выполнение и защита лабораторной работы №9	
Раздел 2-3	У1(ПК-22-1), Н1(ПК-22-1)	Расчётно-графическая работа	- понимание методики и умение ее правильно применить; - качество оформления (аккуратность, логичность, для чертежно-графических работ - соответствие требованиям единой системы конструкторской документации); - достаточность пояснений.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 6).

Таблица 6 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	**Сроки выполнения**	**Шкала оценивания**	**Критерии оценивания**
Промежуточная аттестация в форме зачета				
1	Выполнение и защита лабораторной работы №1	В течение семестра	5 баллов	5 баллов - задание по работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями. 4 балла - задание по работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к работе не полностью соответствует требованиям
2	Выполнение и защита лабораторной работы №2	В течение семестра	5 баллов	
3	Выполнение и защита лабораторной работы №3	В течение семестра	5 баллов	
4	Выполнение и защита лабораторной работы №4	В течение семестра	5 баллов	
5	Выполнение и защита лабораторной работы №5	В течение семестра	5 баллов	

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
6	Выполнение и защита лабораторной работы №6	В течение семестра	5 баллов	3 балла - студент правильно выполнил задание к работе. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты. 2 балла - студент не выполнил все задания работы и не может объяснить полученные результаты.
7	Выполнение и защита лабораторной работы №7	В течение семестра	5 баллов	
8	Выполнение и защита лабораторной работы №8	В течение семестра	5 баллов	
9	Выполнение и защита лабораторной работы №9	В течение семестра	5 баллов	
10	Расчётно-графическая работа	В течение семестра	5 баллов	5 баллов - студент правильно выполнил задание. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите. 4 балла - студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите. 3 балла - студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей. 2 балла - при выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей.
ИТОГО:		-	50 баллов	-

Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:
Пороговый (минимальный) уровень для аттестации в форме зачета – 37 баллов

Задания для текущего контроля

Лабораторные работы

(компьютерный практикум)

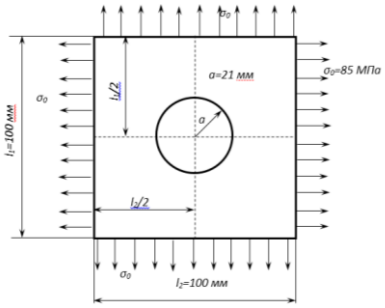
ЛР №1. Тема: Кристаллические тела.

Плоскость в пределах кристалла определяется индексами Миллера (кристаллографические индексы). Для определения кристаллографических индексов (*hkl*) плоскости необходимо:

1. Найти координаты пересечения плоскости по трем осям в единицах элементарной ячейки.
2. Определить обратные величины этих значений.
3. Привести их к наименьшему целому, кратному каждому из полученных чисел.

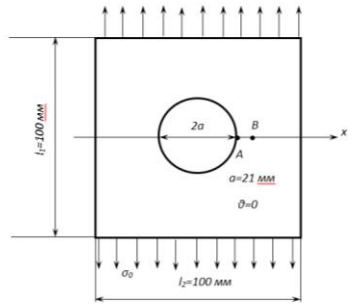
ЛР №2. Тема: Концентрация напряжений у круглого выреза при одноосном и двуосном напряженном состоянии.

1. Двуосное напряженное состояние.



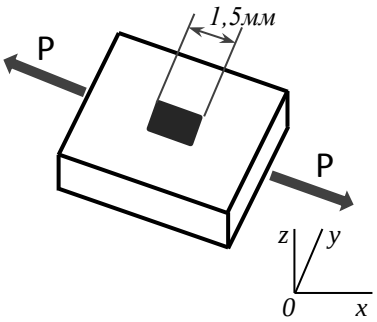
<u>*Найти*</u>: Радиальные σ_r и окружные σ_θ напряжения на кромке выреза при радиусе $r = 50мм$.

2. Одноосное напряженное состояние.



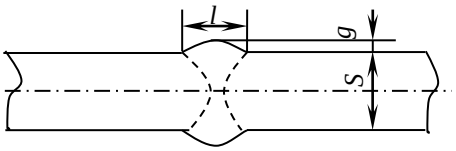
<u>*Найти*</u>: Построить график σ_r и σ_θ, определить на каком расстоянии от кромки выреза $\sigma_r = \sigma_{r\max}$.

ЛР №3. Тема: Концентрация напряжений у квадратного выреза при одноосном растяжении.

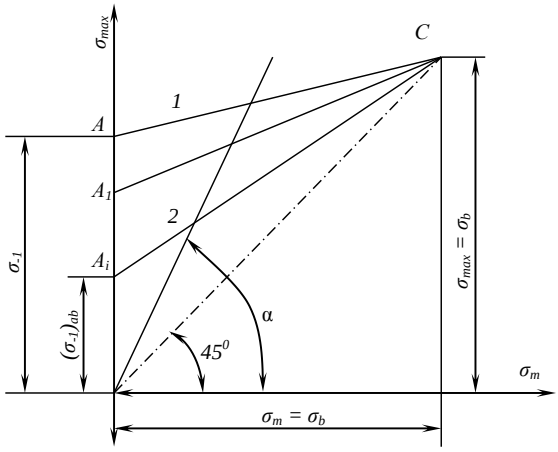


Панель длиной *l=20см*, шириной *b=10см*, толщиной *h=2см* с центральным односторонним локальным углублением (дефектом) с параметрами – в плане *0,15см* х *0,15см*; глубина: 0,025см; 0,05см; 0,075см; 0,1см. Вдоль продольной оси *ox* на торцы панели действует распределенная нагрузка $q= 200Н/см^2$ (суммарная сила *P=4000Н*). В качестве материала рассмотрены два разных вида материала – модель Гука (Сталь): $\eta= 0.3$, $E=2.1*10^5 МПа$; модель Нео-Гука (резиноподобный материал): $\mu= 0.4225Н/мм^2$; $K=5\ Н/мм^2$. Определить концентрацию напряжений в плоской панели с локальным углублением для двух типов материала: по модели Гука и по модели Нео-Гука (резиноподобный материал).

ЛР №4. Тема: Концентрация напряжений в жестких точках при одноосном растяжении.



Дано сварное соединение с размерами $S= 40мм$, $l= 24мм$, $g= 2{,}5^{+1{,}5}мм$. Материал ВСт3сп, $\sigma_в=41\text{-}50кг/мм^2$. Характеристика схемы нагружения $r_0= -1$, $r_1= -0.5$, $r_2= 0$, $r_3= 0.5$.



Расчеты:
- Расчет напряжений в шве;
- Определение радиуса концентратора напряжений;
- Расчет теоретического коэффициента концентрации;
- Определение σ_{-1}, σ_m для заданных r.
- Построение диаграммы предельных напряжений сварных соединений.

ЛР №5. Тема: Концентрация напряжений у вырезов в стенках днищевых стрингеров.

Требуется сконструировать часть борта судна около лацпорта: определить радиус скругления угла лацпорта, а также толщину подкрепляющего вварного листа у выреза, если подкрепление необходимо для снижения концентрации напряжений.

Исходные данные. Рассматривается судно с вырезами в палубе ограниченных размеров, что позволяет считать изгиб в вертикальной плоскости основным видом деформации корпуса. Необходимые для расчетов размерения судна следующие: L=162м, B=22м, δ = 0,78. Момент сопротивления для верхней палубы при моменте на тихой воде, не превышающем минимального, согласно Регистру $W = 71\ 960м \bullet см^2$; материал корпуса – сталь марки 09Г2. Пропорции лацпорта такие: l/b = 1,4 (l -длина, b -высота выреза); положение верхней части лацпорта по высоте борта $z/z_{в.п}$=0,87 ($z_{в.п}$ - ордината верхней палубы, измеренная от нейтральной оси поперечного сечения корпуса).

ЛР №6. Тема: Концентрация напряжений в узлах пересечения продольных днищевых балок танкеров с поперечными переборками.

Для судна, характеристики и район плавания которого приведены в предыдущей работе *(ЛР №5)*, требуется определить геометрические параметры сечения сварного соединения наружной обшивки днища и поперечной переборки: катет шва при Т-образном соединении и радиус кривизны сечения шва у мест перехода от основного к наплавленному металлу. Критерий оценки - возникновение трещины усталости у корня сварного шва на внутренней поверхности обшивки днища.

В расчете примем следующие допущения, не имеющие принципиального значения для иллюстрации применения метода:

- определяющую роль в создании напряженности материала в соединении имеют деформации общего изгиба судна (осевое нагружение днищевой обшивки судна) и деформации изгиба пластин обшивки в поле между балками набора и от переборки до ближайшего флора;

- междудонное пространство не заполнено (если анализ нагруженности перекрытия и напряженности его элементов требует формулировки других условий нагружения, то они должны приниматься в расчете);

- начальные погиби и коррозионный износ конструкций не учитываются;

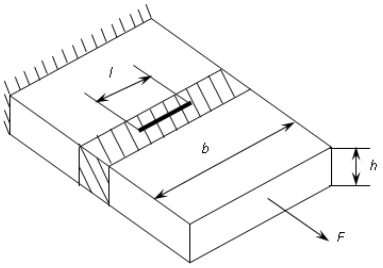
- согласно данным А.И. Максимаджи гидродинамическое давление на днищевую обшивку и общий изгиб корпуса изменяются во времени синфазно;

- вклад в усталостное повреждение статической составляющей изгиба корпуса и участка обшивки незначителен в стадии зарождения разрушения.

Рассматриваемое сварное соединение - тавровое: толщина непрерывной части - обшивки днища t=16мм; толщина пластины переборки t_1=12,5 мм. Шпация продольного набора при L=162м равна b=0,$002L$+0,48=0,8м.

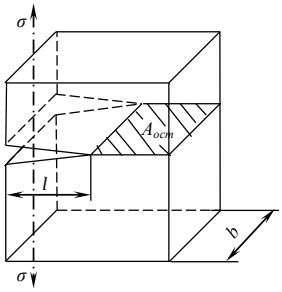
Найдем напряжения от деформации изгиба пластины и их статистические характеристики. Изгибающий момент в середине короткой стороны опорного контура пластины (у переборки) при жестком защемлении по периметру и равномерно распределенном давлении равен $M_1 = -k_4pb^2$, где k_4=0,0515 при $a/b > 1$.

ЛР №7. Тема: Расчет безопасности использования панели с плоской сквозной трещиной в сварном шве.



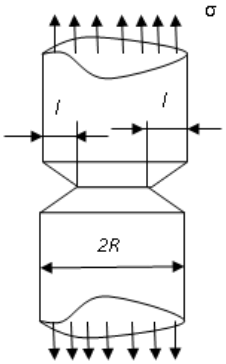
В алюминиевой панели шириной $b = 2м$, толщиной $h = 100мм$ обнаружена плоская сквозная трещина в сварном шве. Панель нагружена усилием $F = 1{,}37 \cdot 10^7 H$, трещина длиной $l = 20мм$ расположена перпендикулярно направлению в центральной части панели. Материал – алюминиевый сплав с вязкостью разрушения $K_{IC} = 25МПа \cdot м^{\frac{1}{2}}$.

ЛР №8. Тема: Расчет безопасности использования стальной крановой балки с начальной трещиной при перепадах температур.



Поперечная трещина $l = 30мм$ обнаружена в нижней полке стальной крановой балки, ширина которой $b = 254мм$. Балка эксплуатируется при максимальном растягивающем напряжении $\sigma = 172МПа$. Является ли эксплуатация безопасной, если вязкость разрушения стали $K_{IC} = 165МПа \cdot м^{\frac{1}{2}}$?

ЛР №9. Тема: Расчет безопасности использования анкерного стержня пресса с начальной поверхностной трещиной.



Обследование методами неразрушающего контроля позволило обнаружить в анкерном стержне пресса поверхностную трещину глубиной $l = 4{,}5мм$. Диаметр стального стержня *300мм*. На четыре таких стержня поровну распределяется усилие *1850 тон*, развиваемое при каждом нагружении. Будем считать, что в месяц число нагружений равно приблизительно *9600*, критическая глубина трещины составляет ≈ *60мм*.

Пусть из эксперимента установлен закон роста усталостной трещины

$$\frac{dl}{dN} = 1{,}7 \cdot 10^{-11} (\Delta K)^{3,5} \frac{мм}{цикл}$$

если ΔK измерен в $H \cdot мм^{-\frac{3}{2}}$.

Заводу необходимо, чтобы пресс работал. На сколько можно отложить замену стержня?

Расчетно-графическая работа (РГР)

Общая тематика РГР: «Анализ напряженно-деформированного состояния конструкции».

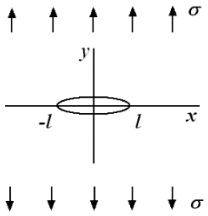
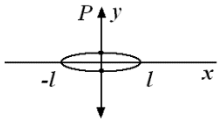
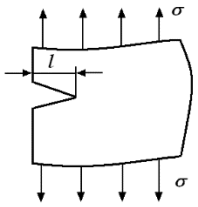
Цель РГР: Изучение и анализ работоспособности конструкции при расчете напряженного состояния и установление связи между внешними нагрузками и напряжениями в конструкции на стадии проектирования.

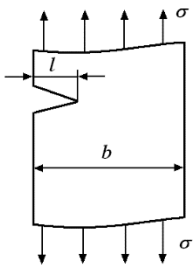
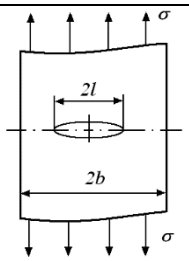
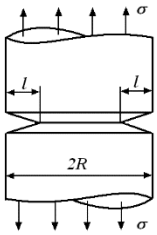
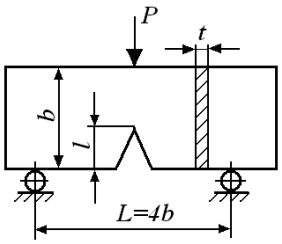
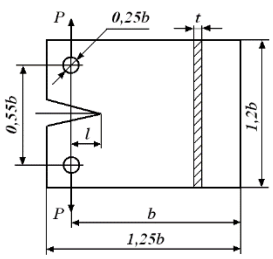
Задание: Рассчитать конструкцию с образованной в ней трещиной на разрушение. При этом для каждой схемы известны геометрические размеры элемента конструкции и трещины, параметры трещиностойкости материала конструкции.

Исходные данные

№ варианта	*B*, мм	*l/B*	*h*, мм	*l/h*	*t*, мм	*l/t*	*W/t*	*b*, мм	*l/b*	*a/b*	*r*, мм
1	100	0,45	550	0,025	10	0,45	1	550	0,025	0,025	7,5
2	150	0,40	500	0,050	15	0,40	2	500	0,050	0,050	10,0
3	200	0,35	450	0,100	20	0,35	3	450	0,100	0,100	12,5
4	250	0,30	400	0,150	25	0,30	4	400	0,150	0,150	15,0
5	300	0,25	350	0,200	25	0,25	5	350	0,200	0,200	17,5
6	350	0,20	300	0,250	20	0,20	5	300	0,250	0,250	20,0
7	400	0,15	250	0,300	15	0,15	4	250	0,300	0,300	22,5
8	450	0,10	200	0,350	10	0,10	3	200	0,350	0,350	25,0

Варианты заданий с расчётными схемами

Номер варианта	Форма образца и схема нагружения	Условие нагружения	Формула для Коэффициента интенсивности напряжений
1		Неограниченная плоскость с трещиной, растяжение перпендикулярно трещине	$K = \sigma\sqrt{\pi l}$
2		Неограниченная плоскость с трещиной, растяжение сосредоточенными силами	$K = \dfrac{P}{\sqrt{\pi l}}$
3		Полуплоскость с краевой поперечной трещиной, растяжение перпендикулярно трещине	$K = 1{,}12\sigma\sqrt{\pi l}$

Номер варианта	Форма образца и схема нагружения	Условие нагружения	Формула для Коэффициента интенсивности напряжений
4		Полоса с краевой поперечной трещиной, осевое растяжение	$K=\sigma\sqrt{l}Y(\lambda)$, $\lambda=\frac{l}{b}$, $Y(\lambda)=1{,}99-0{,}41\lambda+$ $+18{,}70\lambda^2-38{,}48\lambda^3+$ $+53{,}85\lambda^4$
5		Полоса с центральной поперечной трещиной, осевое растяжение	$K=\sigma\sqrt{\pi l}Y(\lambda)$, $\lambda=\frac{l}{b}$, $Y(\lambda)=1+0{,}13\lambda-$ $-0.29\lambda^2+1{,}53\lambda^3$
6		Цилиндр с внешней кольцевой трещиной, осевое растяжение	$K=\sigma\sqrt{l}Y(\lambda)$, $\lambda=\frac{l}{b}$, $\lambda=0{,}03\quad Y(\lambda)=1{,}88$; $\lambda=0{,}05\quad Y(\lambda)=1{,}82$; $\lambda=0{,}10\quad Y(\lambda)=1{,}66$; $\lambda=0{,}20\quad Y(\lambda)=1{,}41$; $\lambda=0{,}40\quad Y(\lambda)=1{,}01$
7		Балка с краевой поперечной трещиной, изгиб сосредоточенной силой	$K=\frac{6P\sqrt{l}}{tb}Y(\lambda)$, $\lambda=\frac{l}{b}$, $Y(\lambda)=1{,}93-3{,}07\lambda+$ $+14{,}53\lambda^2-25{,}11\lambda^3+$ $+25{,}81\lambda^4$
8		«Компактный» образец, растяжение сосредоточенными силами	$K=\frac{P\sqrt{l}}{tb}Y(\lambda)$, $\lambda=\frac{l}{b}$, $Y(\lambda)=29{,}60-185{,}00\lambda+$ $+655{,}00\lambda^2-1017{,}00\lambda^3+$ $+639{,}00\lambda^4$

Определить:

- нормальные напряжения σ_x и σ_y, действующих в направлениях x и y;
- касательные напряжения τ_{xy};
- коэффициент интенсивности напряжений;
- оценку безопасности эксплуатационной нагрузки;
- критическую длину трещины (краевой или внутренней, в зависимости от схемы);
- предельный момент.

Построить:
- графики распределения напряжений;
- схему возможных состояний при эксплуатации конструкции.

Контрольные вопросы для защиты РГР

1. Назовите опасные состояния и соответствующие им признаки разрушения судовых конструкций.
2. Что представляет собой математическая модель трещины?
3. Понятие о периоде зарождения трещины.
4. Период зарождения трещины – это?
5. Понятие магистральной трещины.
6. Как остановить движение трещины?
7. Понятие о концентрации напряжений.
8. Как вычисляется коэффициент концентрации напряжений?
9. Кривая Гриффитса. Зависимость соотношений энергий (поверхностной и потенциальной) от длины трещины.
10. Охарактеризуйте основные виды смещений поверхности трещины.
11. Как учитывается влияние размеров детали на снижение предела выносливости?
12. Что такое эквивалентное напряжение?
13. Результаты каких испытаний можно отразить с помощью кривой А. Велера?
14. Чем измеряется работа разрушения?
15. По каким характеристикам можно судить о степени напряженности исследуемой детали?

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1 Основная литература

1. Тарануха, Н. А. Основы механики разрушения судовых конструкций : учеб. пособие для вузов / Н. А. Тарануха, И. Н. Журбина, О. В. Журбин. – Комсомольск-на-Амуре : Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос.техн.ун-та, 2016. – 67 с.

2. Матвиенко, Ю. Г. Модели и критерии механики разрушения : монография / Ю. Г. Матвиенко. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 328 с. // Znanium.com : электронно-библиотечная система. – URL: http://www.znanium.com/catalog.php? (дата обращения 10.05.2020). – Режим доступа: по подписке.

8.2 Дополнительная литература

1. Механика разрушения и надёжность судовых конструкций : Межвузовский сборник / Горьковский политехнический институт им. А. А. Жданова; редкол. : В.М. Волков (отв.ред.) и др. – Горький: Изд-во ГПИ, 1987. – 124с.

2. Партон, В. З. Механика упругопластического разрушения: специальные задачи механики разрушения : учеб. пособие для вузов / В. З. Партон, Е.

М. Морозов. – 2-е изд., испр. – М. : Либроком, 2008. – 190 с.

3. Партон, В. З. Механика упругопластического разрушения: основы механики разрушения : учеб. пособие для вузов / В. З. Партон, Е. М. Морозов. – 3-е изд., испр. – М. : Либроком, 2008. – 349 с.

4. Пестриков, В. М. Механика разрушения : курс лекций / В. М. Пестриков, Е. М. Морозов. – СПб. : Профессия, 2012. – 551 с.

5. Смирнов, А. Н. Основы физики и механики разрушения : учеб. пособие для вузов / А. Н. Смирнов, Н. В. Абабков. – Кемерово : КузГТУ, 2014. – 162 с.

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

1. Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM. Договор № 4378 эбс ИКЗ 20 1 2727000769 270301001 0006 001 6311 000 от 17 апреля 2020 г.

2. Электронно-библиотечная система IPRbooks. Лицензионный договор № ЕП 44/13 на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе IPRbooks ИКЗ 20 1 2727000769 270301001 0005 001 6311 000 от 27 марта 2020 г.

3. Электронно-библиотечная система eLIBRARY.RU (периодические издания) Договор № ЕП 44//12 на оказание услуг доступа к электронным изданиям ИКЗ 20 1 2727000769 270301001 0008 001 6311 000 от 02 марта 2020 г.

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Изучение дисциплины «Механика разрушений судовых конструкций» осуществляется в процессе аудиторных занятий и самостоятельной работы студента. Аудиторные занятия проводятся в форме лабораторных занятий. Самостоятельная работа включает изучение основных разделов дисциплины, проработку и оформление расчетно-графической работы.

Самостоятельная работа является наиболее продуктивной формой образовательной и познавательной деятельности студента в период обучения. СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений.

РГР – самостоятельное практическое занятие, ориентированное на формирование и развитие у студентов умений и навыков расчета напряженного состояния трещиностойких конструкций. В РГР выполнятся расчет критической длины трещины, коэффициента интенсивности напряжений для трещины, критических напряжений, прочности материала. РГР студенты выполняют самостоятельно. Дополнительно преподаватель назначает консультации для контроля работы студентов, подведения итогов и оказания помощи

при выполнении РГР.

Студенты самостоятельно изучают содержание учебных материалов.

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины «Механика разрушений судовых конструкций», при выполнении расчетов в процессе изучения дисциплины на практических занятиях и курсового проекта, основывается (по согласованию с руководителем) на активном использовании Microsoft Office (в части оформления результатов работы) и Mathcad или SMath- Studio (в части расчетов и графических построений). SMath- Studio – это бесплатная математическая программа с графическим редактором и полной поддержкой единиц измерения. В КнАГУ имеется академическая плавающая лицензия бессрочного действия для Mathcad на 25 рабочих мест (Сервисный контракт # 2A1820328, лицензионный ключ, договор № 106-АЭ120 от 27.11.2012), а также студенты самостоятельно могут получить полнофункциональную 30-дневную версию на сайте www.ptc.com.

С целью повышения качества ведения образовательной деятельности в университете создана электронная информационно-образовательная среда. Она подразумевает организацию взаимодействия между обучающимися и преподавателями через систему личных кабинетов студентов, расположенных на официальном сайте университета в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» по адресу https://knastu.ru/students. Созданная информационно-образовательная среда позволяет осуществлять взаимодействие между участниками образовательного процесса посредством организации дистанционного консультирования по вопросам выполнения практических заданий.

12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для реализации программы дисциплины «Механика разрушений судовых конструкций» используется материально-техническое обеспечение, перечисленное в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование	Назначение оборудования
228/3	Компьютерный класс ФЭТМТ с неограниченным доступом к сети Интернет, включая доступ к ЭБС	Персональные компьютеры по количеству студентов	Проведение практических занятий с помощью прикладных программных продуктов

Лист регистрации изменений к РПД

№ п/п	Содержание изменения / основание / дата внесения изменения	Количество страниц РПД	Подпись автора РПД
1	*Изменение КУГ - изменения в Учебный план и календарный учебный график, одобренные Ученым советом, протокол № 6 от 01.09.2017, 5 сентября 2017 г.*	*10 страниц с указанием часов*	
2	*Изменение наименования вуза на 1 листе* - от 17.11.2017 № 467-«О» «О внесении изменений в реквизиты бланков документов университета», *16 января 2018 г.*	*1 - титульный лист*	
3	*Изменение количества аудиторных часов и СРС* Основание: Рабочий учебный план на 2020/2021 учебный год	*Страницы с количеством аудиторной нагрузки и СРС*	
4	*Актуализация литературы* (включая перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет»)	*1*	
5	*Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине*	*1*	