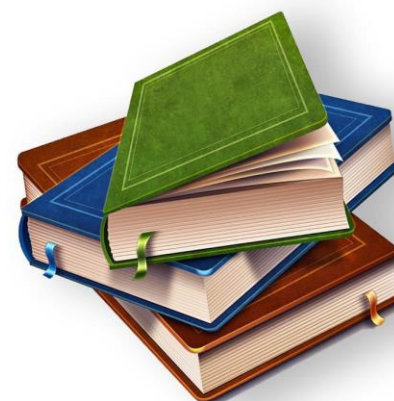


В.С. Игнатович

ПРОЧНОСТЬ СУДОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ДОКОВАНИИ

Методические указания



Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Морской институт
Кафедра «Океанотехника и кораблестроение»

В.С. Игнатович

Прочность судов при строительстве и доковании

Методические указания
для самостоятельной работы студентов

Севастополь
СевГУ
2018

УДК 629.5.015.4(076)
ББК 39.42-02*3,2я73
И 265

Р е ц е н з е н т:

Т.Л. Чемакина – кандидат технических наук, доцент

Игнатович. В.С.

И 265 Прочность судов при строительстве и доковании: метод. указания для самостоятельной работы студентов / В.С. Игнатович. – Севастополь: СевГУ, 2018. – 12 с.: ил.

Методические указания предназначены для оказания методической помощи студентам специальности 26.05.01 Проектирование и постройка кораблей, судов и объектов океанотехники в организации самостоятельной работы студентов по дисциплине «Прочность судов при строительстве и доковании».

УДК 629.5.015.4(076)
ББК 39.42-02*3,2я73

Рассмотрено и рекомендовано на заседании кафедры «Океанотехника и кораблестроение» в качестве методических указаний по дисциплине «Прочность судов при строительстве и доковании» для организации самостоятельной работы студентов специальности 26.05.01 Проектирование и постройка кораблей, судов и объектов океанотехники (протокол от 22.02.2018 № 9).

ОГЛАВЛЕНИЕ

Цель и задачи дисциплины.....	3
Содержание дисциплины	5
Темы для самостоятельного изучения для студентов очной формы обучения	6
Индивидуальные задания на контрольную работу для студентов заочной формы обучения	7
Вопросы для промежуточной аттестации.....	9
Рекомендованная литература.....	9

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины «Прочность судов при строительстве и доковании» (ПСприСиД) является изучение студентами методов расчета прочности судовых конструкций, обеспечивающих их неразрушаемость на всех этапах технологического процесса постройки судна.

Задачи:

- освоить методы расчета внешних воздействий на корпус и конструкции при строительстве судов;
- освоить методы оценки прочности конструкций корпуса при строительстве судна;
- освоить методы расчетов прочности балок на упругом основании;
- освоить методы оценки прочности корпуса судна при постановке в сухой док.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы приведен в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Планируемые результаты обучения по дисциплине

Код и уровень формируемой компетенции по ООП ВО	Владения	Умения	Знания
(ПК-4) – I способность применять методы обеспечения технологичности и ремонтпригодности судостроительной техники, требуемого уровня унификации и стандартизации	Владеть: В (ПК-4) – I.1 навыками разработки принципиальной технологии и предложений по организации постройки, ремонта, модернизации и утилизации судов Владеть: В (ПК-4) – I.2 технологией выполнения докового ремонта судов, кораблей и объектов океанотехники	Уметь: У (ПК-4) – I.1 анализировать организационно-технические условия производства Уметь: У (ПК-4) – I.2 осуществлять организационно-технические мероприятия при выполнении докового ремонта судов, кораблей и объектов океанотехники Уметь: У (ПК-4) – I.3 анализировать перспективные технологии производства на предмет применимости их в текущем и перспективном технологическом процессе организации	Знать: З (ПК-4) – I.1 современные методы расчета прочности конструкций корпуса на нагрузки, воздействующие при их изготовлении Знать: З (ПК-4) – I.2 методологию строительства и ремонта кораблей и судов
(ПСК-3.2) – I способность разрабатывать методики расчёта и проектирования судов и объектов океанотехники, выполнять расчёты по теории корабля, прочности и	Владеть: В (ПСК-3.2) – I.1 современными методами определения внешних нагрузок, действующих на корабль или объект океанотехники при строительстве и доковании	Уметь: У (ПСК-3.2) – I.1 выбрать методы и способы определения нагрузок Уметь: У (ПСК-3.2) – I.2 правильно подобрать расчетные схемы для проверки прочности конструкции Уметь: У (ПСК-3.2) – I.3 выполнять расчет	Знать: З (ПСК-3.2) – I.1 нагрузки, действующие на конструкции корпуса при выполнении технологических операций при строительстве и доковании Знать: З (ПСК-3.2) – I.2 методы анализа результатов расчета судовых конструк-

Код и уровень формируемой компетенции по ООП ВО	Владения	Умения	Знания
надёжности		корабельных конструкций на прочность, жесткость, устойчивость и долговечность при строительстве и доковании	ций и их изменении для снижения концентрации напряжений

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Расчет прочности конструкций корпуса при строительстве.

Тема 1. Введение. Основные виды нагрузок при строительстве судов. Схемы расчета конструкций.

Тема 2. Расчет прочности плоских поперечных переборок при испытании корпуса наливом.

Тема 3. Проверка прочности и устойчивости поперечных переборок при постановке судна в док.

Тема 4. Расчет прочности и устойчивости гофрированных переборок танкеров.

Раздел 2. Расчет балок на упругом основании.

Тема 5. Расчет балок на упругом основании. Жесткость упругого основания. Дифференциальное уравнение изгиба балки.

Тема 6. Расчет балок на упругом основании. Интегрирование дифференциального уравнения. Функции Пузыревского и Клишевича.

Тема 7. Изгиб полубесконечной и бесконечной балок на упругом основании.

Тема 8. Расчет однопролетных балок на упругом основании. Задача Бубнова.

Раздел 3. Расчеты прочности при постановке судна в док и спуске со стапеля.

Тема 9. Расчеты прочности корпуса и устройств при постановке судна в сухой док.

Тема 10. Проверка прочности корпуса судна при продольном спуске судна со стапеля.

Раздел 4. Дополнительные вопросы прочности при строительстве судов.

Тема 11. Определение упругой линии корпуса при достройке судна на плаву.

Тема 12. Концентрация напряжений в корпусе судна. Основные районы концентрации. Расчет подкреплений с учетом влияния технологической сварки.

Тема 13. Особенности применения сталей повышенной прочности для корпусов судов и морских сооружений.

**ТЕМЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ
ДЛЯ СТУДЕНТОВ ОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ**

- 1 Технологические задачи при изготовлении корпуса судна.
- 2 Порядок расчета судовых конструкций.
- 3 Проверка прочности переборок при испытании корпуса наливом.
- 4 Анализ конструкции переборок и выбор расчетной схемы.
- 5 Применение теоремы трех моментов для расчета стоек переборки.
- 6 Проверка прочности рамных связей перекрытия переборки.
- 7 Подбор профиля переборки.
- 8 Расчет прочности поперечных переборок при постановке судна в док.
- 9 Проверка устойчивости обшивки переборки при постановке судна в док.
- 10 Расчет прочности гофрированных переборок с различными типами гофров.
- 11 Расчет прочности цистерн: обшивки и набора.
- 12 Расчет упругой линии корпуса на плаву.
- 13 Применение сталей повышенной прочности, влияние на характеристики судна.
- 14 Изгиб балок на упругом основании. Понятие о коэффициенте жесткости.
- 15 Дифференциальное уравнение изгиба балки на упругом основании
- 16 Интегрирование дифференциального уравнения изгиба балки на упругом основании.
- 17 Функции Пузыревского и Клишевича, их особенности.
- 18 Применение расчета изгиба балок на упругом основании для судового набора.
- 19 Изгиб полубесконечной балки на упругом основании.

- 20 Зависимость элементов изгиба балки от жесткости упругого основания.
- 21 Изгиб однопролетной балки свободно опертой на упругие опоры на упругом основании.
- 22 Изгиб жестко защемленной балки на упругих опорах и упругом основании.
- 23 Сухой док. Опорные устройства.
- 24 Расчет прочности судна при постановке в сухой док
- 25 Проверка прочности судна при продольном спуске со стапеля.
- 26 Технологические свойства корпусных сталей.
- 27 Особые свойства сталей для листовых конструкций ПБУ.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Выполнить проверку прочности поперечной переборки при испытании корпуса наливом и при постановке судна в док.

1. Расчет поперечной переборки

а) Вычертить эскиз поперечной переборки корпуса судна в соответствии с конструктивным мидель-шпангоутом на формате А-4.

б) Составить расчетные схемы для рассматриваемых конструкций: обшивки, стойки, рамных стоек и горизонтальных шельфов.

в) Определить нагрузки, действующие на переборку от давления воды.

г) Вычислить напряжения в пластине переборки в наиболее нагруженном районе.

д) Определить размеры стоек переборки, используя теорему трех моментов. Построить эпюры перерезывающих сил и изгибающих моментов.

е) Приравнявая прогибы рамных стоек и шельфов в точках пересечения, раскрыть статистическую неопределимость перекрытия, определить реакции взаимодействия в узлах пересечения этих балок, найти действующие в них изгибающие моменты и перерезывающие силы и подобрать размеры балок.

Для расчета можно использовать метод конечных элементов.

2. Расчет поперечной переборки при постановке судна в док

а) Вычертить эскиз переборки с разбивкой обшивки на горизонтальные поясья.

б) Проверить прочность и устойчивость обшивки на действие касательных напряжений.

в) Проверить устойчивость доковой стойки и определить ее размеры.

Требования к оформлению индивидуального задания

Индивидуальное задание выполняется принтерным способом на стандартных листах белого цвета формата А4 с заполнением одной стороны. Рекомендуется применение текстового редактора – MicrosoftOfficeWord, используя следующие параметры:

- шрифт Times New Roman, кегль 12-14 пт;
- полуторный межстрочный интервал и обычный межзнаковый интервал;
- абзацный отступ – 1,25 см;
- выравнивание по ширине страницы с автоматической расстановкой переносов;
- заголовок 1 (раздел) – жирный, прописные буквы, каждый раздел начинается с новой страницы, интервал после – 18 пт, запретить автоматический перенос слов, выравнивание текста по левому краю, отступ слева – 1,25 см и выступ – 0,4;
- заголовок 2 (подраздел) – жирный, строчные буквы, интервал перед заголовком 12 пт, после – 6 пт, запретить автоматический перенос слов, выравнивание текста по левому краю, отступ слева – 1,25 см и выступ – 0,8;
- заголовок 3 (пункт) – строчные буквы, интервал перед заголовком 6 пт, после – 6 пт, запретить автоматический перенос слов, выравнивание текста по левому краю, отступ слева – 1,25 см и выступ – 1,2.

Основной текст должен быть разделен на разделы и подразделы, которые нумеруются арабскими цифрами без точки в конце. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. Нумерация пунктов должна быть в пределах подраздела и номер пункта должен состоять из номеров раздела, подраздела и пункта, разделенных точками. В конце заголовков, названий таблиц и рисунков точки не ставятся.

Перечень допускаемых сокращений слов установлен в ГОСТ 2.316.

Библиографический список является обязательным элементом научной публикации (оформляется по ГОСТ 7.1-2003, ГОСТ 7.80-2000, ГОСТ 7.82-2001). Ссылки на все приведенные в списке литературы источники обязательны (в тексте приводится порядковый номер работы в квадратных скобках, например: [2], [4–7], [1, 18, 25]). Если в тексте есть прямая цитата, заключенная в кавычки, то обязательно должна быть указана страница, на которой эта цитата находится в цитируемом источнике. Например: [7, с. 28]. Ссылки на неопубликованные работы и работы, находящиеся в печати, не допускаются.

В список включаются только те работы, на которые автор ссылается в тексте. Источники в списке литературы нумеруются и располагаются в порядке их упоминания в тексте (в порядке цитирования).

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

- 1 Прочностные и деформативные характеристики судостроительных сталей.
- 2 Основные характеристики сталей для ПБУ.
- 3 Категории сталей по Правилам Регистра для судов и ПБУ.
- 4 Применение сталей повышенной прочности для корпусов транспортных судов.
- 5 Особенности проектирования и расчета прочности судовых конструкций из алюминиевых сплавов.
- 6 Расчет прочности переборок при испытании корпуса наливом.
- 7 Расчет прочности переборок при постановке судна в док.
- 8 Концентрация напряжений в углах прямоугольных палубных вырезов.
- 9 Коэффициенты концентрации напряжений для различных вырезов.
- 10 Дифференциальное уравнение изгиба балки на сплошном упругом основании.
- 11 Интегрирование дифференциального уравнения балки на сплошном упругом основании. Функции Пузыревского.
- 12 Изгиб полубесконечной балки на упругом основании.
- 13 Изгиб однопролетной балки на упругом основании и упругих опорах.
- 14 Расчет прочности при постановке судна в сухой док. Оснастка.
- 15 Уравнение постановки в сухой док. Методы интегрирования.
- 16 Задача о постановке судна в плавучий док.
- 17 Проверка прочности судна при продольном спуске со стапеля.

РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

Т а б л и ц а 2

Основная и дополнительная литература

№	Наименование и полное библиографическое описание	Количество экземпляров в библиотеке
Основная литература		
1.	Правила классификации и постройки морских судов. – СПб.: Российский морской регистр судоходства, 2018.	Электрон. ресурс
2.	Строительная механика корабля и теория упругости [Текст] : учеб. для студ. кораблестроит. вузов и фак. : в 2-х т. Т. 1: Изгиб и устойчивость стержней и стержневых систем / Я. И. Короткин, В. А. Постнов, Н. Л. Сиверс. - Л. : Судостроение, 1968. - 424 с. : ил., табл.	137

№	Наименование и полное библиографическое описание	Количество экземпляров в библиотеке
3.	Справочник по строительной механике корабля [Текст] : в 3-х т. Т. 1 : Общие понятия. Стержни. Стержневые системы и перекрытия. / Ред. О. М. Палий. - Л. : Судостроение, 1982. - 376 с. : ил.	53
4.	Справочник по строительной механике корабля [Текст] : в 3-х т. Т. 2 : Пластины. Теория упругости и ползучести. Численные методы. / Ред. О. М. Палий. - Л. : Судостроение, 1982. - 462 с. : ил.	72
5.	Справочник по строительной механике корабля [Текст] : в 3-х т. Т. 3 : Динамика и устойчивость корпусных конструкций. / Ред. О. М. Палий. - Л. : Судостроение, 1982. - 320 с. : ил.	58
6.	Нормы прочности корпуса корабля.- Л.: ЦНИИ им. А.Н. Крылова, 1992	Электрон. Ресурс
Дополнительная литература		
1.	Правила классификации, постройки и оборудования плавучих буровых установок и морских стационарных платформ. – СПб.: Российский морской регистр судоходства, 2014. – 493 с.	Электрон. ресурс
2.	Курдюмов, А. А. Прочность корабля [Текст] : учеб. пособие для кораблестроит. вузов / А. А. Курдюмов. - Л. : Судпромгиз, 1956. - 384 с. : ил.	5
3.	Короткин, Я. И. Прочность корабля [Текст] : учеб. для вузов по спец. "Судостроение и судоремонт" / Я. И. Короткин, Д. М. Ростовцев, Н. Л. Сиверс. - Л. : Судостроение, 1974. - 432 с. : ил.	5
4.	Прочность корпуса судна: Методические указания к курсовой работе /НГТУ; Сост.: В.М.Волков. Н.Новгород, 2001. 56 с. http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/203/46203/22681	Электрон. ресурс

Т а б л и ц а 3

Описание информационных ресурсов необходимых для освоения дисциплины

№	Адрес сайта и его описание	Перечень материалов представленных на сайте
1	https://e.lanbook.com/	Электронно-библиотечная система (ЭБС) издательства «ЛАНЬ» – ресурс, включающий в себя как электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.
2	http://znanium.com/	Электронно-библиотечная система Znanium.com предоставляет зарегистрированным пользователям круглосуточный доступ к электронным изданиям из любой точки мира посредством сети Интернет.
3	https://www.biblio-online.ru/	ЭБС Юрайт – это сайт для поиска изданий и доступа к тексту издания в отсутствие традиционной печатной книги.
4	http://www.iprbookshop.ru/	В ЭБС IPRbooks представлено более 600 изда-

№	Адрес сайта и его описание	Перечень материалов представленных на сайте
		тельств, многие издания – эксклюзивная часть контента, которая не размещена в других электронных ресурсах. Включено около 600 журналов, в том числе более 300 журналов из перечня ВАК.
5	https://www.book.ru/	Электронно-библиотечная система ВООК.ru – лицензионная библиотека, которая содержит учебные и научные издания от преподавателей ведущих вузов России. Отвечает требованиям ГОСТ 7.0.96-2016. Фонд электронной библиотеки комплектуется на основании новых ФГОС ВО, СПО.
6	http://lib.sevsu.ru:8080/xmlui/	Репозиторий eSevSUIR является универсальным по содержанию и включает: научные публикации работников Севастопольского государственного университета; авторефераты диссертаций; отчеты о НИР; другие материалы научного, образовательного или методического значения по желанию их авторов.
7	https://www.libnauka.ru/	ЭБС Издательства «Наука» – это простой и удобный доступ к огромной коллекции статей и книг, входящих в портфолио «Науки».
Интернет-ресурсы свободного доступа		
8	http://www.e-heritage.ru	Электронная библиотека «Научное наследие России» разрабатывается в рамках одноименной программы Президиума РАН с целью обеспечения сохранности и предоставления публичного доступа к научным трудам известных российских и зарубежных ученых и исследователей, работавших на территории России. Так же некоторые из подсистем электронной библиотеки (системы хранения и представления электронных изданий конечным пользователям) создаются в рамках программы Президиума РАН «Информатизация». Общая координация и управление проектом осуществляется Межведомственным суперкомпьютерным центром (МСЦ) РАН.
9	http://window.edu.ru/	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" предоставляет свободный доступ к каталогу образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования.
10	http://www.doaj.org/	DOAJ – это интерактивный онлайн-каталог, который индексирует и обеспечивает доступ к высококачественным, открытым доступом, рецензируемым журналам.

ПРОЧНОСТЬ СУДОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ДОКОВАНИИ

*Методические указания
для самостоятельной работы студентов*

Игнатович Владилен Сергеевич

Редактор – *О.В. Дмитриева*

Подписано к печати 02.10.18. Изд. № 58/18. Зак. № 51/18. Тираж 30 экз.
Объем 0,75 п. л. Усл. печ. л. 0,70. Уч.-изд. л. 0,74.
Формат бумаги 60х84 1/16

РИИЦМ ФГБОУ ВО
«Севастопольский государственный университет»