

2.5 «МАШИНОСТРОЕНИЕ»

Программа вступительного экзамена включает в себя общие вопросы по группе научных специальностей 1.5 «Машиностроение» (Блок 1) и вопросы по выбору по научным специальностям 2.5.2 «Машиноведение», 2.5.6 «Технология машиностроения», 2.5.17 «Теория корабля и строительная механика», 2.5.18 «Проектирование и конструкция судов», 2.5.19 «Технология судостроения, судоремонта и организация судостроительного производства», 2.5.20 «Судовые и энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные)» (Блок 2).

БЛОК 1. ВОПРОСЫ ПО ГРУППЕ НАУЧНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

1. **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МАШИНОСТРОЕНИЯ.** Роль машин в повышении производительности труда. Тенденции по совершенствованию конструкций, исследований, теории и расчета изделий машиностроения. Понятие качества изделия в машиностроении. Критерии качества и управление показателями качества изделий машиностроения. Методы обеспечения работоспособности изделий машиностроения.

2. **НАГРУЗКИ В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ.** Основные виды нагрузок и их характеристики. Распределение нагрузки во времени. Динамические нагрузки. Методы снижения динамической нагрузки. Концентрация нагрузки и пути ее уменьшения. Коэффициент динамичности.

3. **КРИТЕРИИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ.** Причина выхода из строя изделий машиностроения и технологического оборудования. Основные критерии работоспособности и расчета: прочность; жесткость; виброустойчивость; износостойкость; теплостойкость. Принципиальные основы расчетов деталей машин на прочность и жесткость. Общие основания выбора запаса прочности и допускаемых напряжений. Контактная прочность. Виброустойчивость. Основные виды изнашивания. Расчет элементов машин на износ. Теплостойкость.

4. **НАДЕЖНОСТЬ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ.** Основные понятия и показатели надежности машин. Отказ и его виды. Интенсивность отказов. Вероятность безотказной работы и отказа. Резервирование надежности машин. Надежность приводов машин с последовательным, параллельным и смешанным соединением их элементов. Расчет деталей машин с учетом рассеивания параметров.

5. **СТАНДАРТИЗАЦИЯ И ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ.** Система стандартов. Использование стандартов при проектировании машин. Типизация. Унификация моделей. Проектирование машин с учетом требований стандартизации. Агрегатирование машин. Взаимозаменяемость. Допуски и посадки. Оптимизация конструкции. Расчетные схемы. Этапы разработки конструкций. Учет технологических требований.

6. **САПР В МАШИНОСТРОЕНИИ.** Современные средства автоматизации проектирования в машиностроении. Классификация, характеристика и область применения систем автоматизированного проектирования (САПР). Особенности применения САПР в процессе проектирования узлов и деталей машин. Основные графические возможности САПР.

7. **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ.** Основные задачи экспериментального исследования изделий машиностроения. Современные методы измерения перемещений, скоростей, ускорений, сил, моментов сил и износа. Типы и краткая характеристика стендов для испытания деталей машин. Применение ЭВМ при исследовании изделий машиностроения. Вычислительный эксперимент. Научное планирование эксперимента.

8. **ПЕРЕДАЧИ И ПРИВОДЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ.** Назначение и роль передач в машинах. Принцип работы и классификация механических передач. Основные кинематические и силовые соотношения в передачах. Назначения и классификация приводов. Компонентные характеристики элементов приводов. Разработка компоновочной схемы и разбивка передаточного числа привода. Выбор типа и определение мощности двигателя. Характеристика и область применения электродвигателей, двигателей внутреннего сгорания, гидромоторов.

БЛОК 2. ВОПРОСЫ ПО ВЫБОРУ

2.1 ВОПРОСЫ ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

2.5.2 «МАШИНОВЕДЕНИЕ»

1. **ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ.** Общие сведения и классификация. Критерии работоспособности и виды повреждения зубьев. Материалы и допускаемые напряжения. Методы изготовления зубчатых колес. Модификация профилей зубьев. Точность зубчатых передач.

2. **ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ.** Геометрические соотношения. Силы, действующие в цилиндрических передачах. Расчет зубьев цилиндрических передач на контактную и изгибную прочность. Особенности геометрии и расчета косозубых цилиндрических передач. Цилиндрические передачи с зацеплением М.Л. Новикова. Конструирование зубчатых цилиндрических колес.

3. **КОНИЧЕСКИЕ ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ.** Геометрические соотношения. Силы, действующие в конических передачах. Расчет зубьев конических передач на контактную и изгибную прочность. Особенности геометрии и расчета конических передач с непрямыми зубьями. Конструирование зубчатых конических колес.

4. **ЧЕРВЯЧНЫЕ ПЕРЕДАЧИ.** Общие сведения, классификация, геометрические и кинематические соотношения. Критерии работоспособности. Материалы и допускаемые напряжения. Силы, действующие в зацеплении. Расчет на контактную и изгибную прочность. Тепловой расчет. Конструкции червячных колес и червяков.

5. **ЦЕПНЫЕ ПЕРЕДАЧИ.** Общие сведения, классификация, геометрические и кинематические соотношения. Цепи и их основные характеристики. Силы, действующие в цепной передаче. Критерии работоспособности и основы расчета. Конструкции основных элементов цепных передач.

6. **РЕМЕННЫЕ ПЕРЕДАЧИ.** Общие сведения, классификация, геометрические и кинематические соотношения. Критерии работоспособности и основы расчета. Типы ремней. Материалы ремней и шкивов. Теория работы ременной передачи. Силы и напряжения, действующие в ременной передаче. Конструкции шкивов и натяжных устройств.

7. **ТРЕНИЕ И ИЗНАШИВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН.** Виды трения и изнашивания. Геометрические характеристики поверхностей и площадь касания. Сухое трение. Граничное трение. Трение в условиях гидродинамической и гидростатической смазки. Газовое трение. Износ. Надежность в период износовых отказов. Способы повышения износостойкости.

8. **СМАЗКА ДЕТАЛЕЙ МАШИН.** Смазочные материалы и их основные характеристики. Рекомендации по применению смазочных материалов. Основные способы смазки машин. Конструкции смазочных устройств и уплотнений. Смазка зубчатых, червячных и цепных передач. Смазка подшипников качения и скольжения.

9. **ПОДШИПНИКИ КАЧЕНИЯ.** Общие сведения, классификация, конструкции и условное обозначение. Виды повреждений и критерии работоспособности. Материалы для изготовления подшипников качения. Подбор и расчет подшипников качения. Конструкции типовых подшипниковых узлов.

10. **ПОДШИПНИКИ СКОЛЬЖЕНИЯ.** Общие сведения, основные типы и конструкции. Виды выхода из строя и критерии работоспособности. Расчет при граничном и жидкостном трении. Работа подшипника скольжения в условиях гидродинамической смазки. Тепловой расчет. Конструкции типовых подшипниковых узлов.

11. **ВАЛЫ И ОСИ.** Общие сведения и основы конструирования. Материалы и изготовление валов и осей. Критерии расчета: прочность; жесткость; виброустойчивость. Нагрузки на валы и расчетные схемы. Проектный и проверочный расчет валов.

12. **РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.** Основные типы резьб, их геометрические характеристики и способы изготовления. Теория винтовой пары. Материалы и допускаемые напряжения. Типы крепежных деталей. Критерии работоспособности. Расчет резьбы и стержня болта на прочность. Расчет болтовых соединений при различных случаях нагружения. Расчет группы болтов.

13. **ШПОНОЧНЫЕ И ШЛИЦЕВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.** Общие сведения, конструкции, классификация. Материалы и допускаемые напряжения. Критерии работоспособности и основы расчета Конструирование шпоночных и шлицевых соединений.

14. СОЕДИНЕНИЯ СВАРКОЙ И СКЛЕИВАНИЕМ. Общие сведения, конструкции, классификация. Способы выполнения. Критерии работоспособности, основы расчета и конструирования соединений.

15. МУФТЫ КОМПЕНСИРУЮЩИЕ. Общие сведения, материалы, принцип работы компенсирующих муфт. Конструкции зубчатых, цепных и кулачково-дисковых муфт. Критерии работоспособности, основы расчета и конструирования Рекомендации по эксплуатации.

16. МУФТЫ УПРУГИЕ. Общие сведения, материалы, принцип работы упругих муфт. Конструкции муфт: с неметаллическими упругими элементами (упругой втулочно-пальцевой, с резиновой звездочкой, с торообразной оболочкой) и с металлическими упругими элементами (с цилиндрическими пружинами, с пакетом плоских пружин, со стальными стержнями, со змеевидными пружинами). Критерии работоспособности, основы расчета и конструирования. Рекомендации по эксплуатации и динамические свойства упругих муфт.

17. МУФТЫ СЦЕПНЫЕ. Общие сведения, материалы, принцип работы сцепных муфт. Конструкции кулачковых, зубчатых и фрикционных (дисковых, конических, колодочных) муфт. Критерии работоспособности, основы расчета и конструирования Рекомендации по эксплуатации.

18. МУФТЫ АВТОМАТИЧЕСКИЕ И САМОДЕЙСТВУЮЩИЕ. Общие сведения, классификация, принцип работы. Конструкции предохранительных муфт: кулачковых, шариковых, фрикционных, с разрушающимися элементами, свободного хода. Конструкции центробежных муфт: с колодками и со стальными шариками. Критерии работоспособности, основы расчета и проектирования. Рекомендации по эксплуатации предохранительных и центробежных муфт.

19. ТОРМОЗА. Общие сведения, классификация, материалы, принцип работы. Конструкции ленточных и колодочных тормозов. Критерии работоспособности, основы расчета и конструирования. Способы управления тормозами.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Детали машин: учебник / под ред. О. А. Ряховского. - Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. - 466 с.
2. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин: учебное пособие. – Москва: Академия, 2009 - 495 с.
3. Иванов М.Н., Финогенов В.А. Детали машин: учебник. - Москва: Юрайт, 2016. - 408 с.
4. Крайнев А.Ф. Идеология конструирования. – Москва: Машиностроение-1, 2003. – 384 с.
5. Никифоров А.Д. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: учебное пособие. - Москва : Высшая школа, 2002. - 509 с.
6. Чичинадзе А.В. Основы трибологии (трение, износ, смазка): учебник / А.В. Чичинадзе, Э.Д. Браун, Н.А. Буше и др.; под общ. ред. А.В. Чичинадзе. - Москва: Машиностроение, 2001.- 664с.
7. Чернилевский Д.В. Детали машин. Проектирование приводов технологического оборудования: учебное пособие. – Москва: Машиностроение, 2004. – 560 с.
8. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. Т. 1. / под ред. И. Н. Жестковой. – Москва: Машиностроение, 2006. – Т. 1, 928 с., Т. 2, 960 с., Т. 3, 928 с.
9. Атлас конструкций узлов и деталей машин: учебное пособие / под ред. О.А. Ряховского, О.П. Леликова. - Москва: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2009. - 400 с.
10. Биргер И.А., Шорр Б.Я., Иосилевич Г.Б. Расчет на прочность деталей машин. - Москва: Машиностроение, 1993 - 640 с.
11. Берлинер Э.М., Таратынов О.В.САПР в машиностроении: учебник. - Москва : ФОРУМ, 2008. - 447 с.
12. Бушуев В.В. Практика конструирования машин. – Москва: Машиностроение, 2006. – 448 с.
13. Роцин Г.И., Самойлов Е.А. Детали машин и основы конструирования: учебник. - Москва: Юрайт, 2012. – 416 с.
14. Ряховский О.А., Иванов С.С. Справочник по муфтам - Ленинград: Политехника. 1991. - 384 с.
15. Детали машин: учеб. / под общ. ред. Н.В. Гулиа. - Санкт-Петербург: Лань, 2013. - 416 с.
16. Мышкин, Н.К. Трение, смазка, износ. Физические основы и технические приложения трибологии / Н.К. Мышкин, М.И. Петроковец. - Москва: Физматлит, 2007. - 368 с.

17. Подшипники. Рабочие и эксплуатационные характеристики подшипников, устанавливаемых в подшипниковых узлах машин, механизмов и приборов. Общий каталог. – Москва: Машиностроение, 2001. – 458 с.
18. Глухарев Е.Г., Зубарев Н.И. Зубчатые соединения. - Москва: Машиностроение, 1983. - 276 с.
19. Готовцев А.Л., Котенок И.П. Проектирование цепных передач. - Москва: Машиностроение, 1982. - 336 с.
20. Испытательная техника: справочник в 2 кн. / Под. ред. В. В. Ключева. - Москва: Машиностроение, 1982. - Кн. 1, 528 с., Кн. 2, 559 с.
21. Зубчатые передачи: справочник / Под общ. ред. Е.Г. Гинзбурга. – Ленинград: Машиностроение, 1980. -416 с.
22. Когаев В.П., Дроздов Ю.Н. Прочность и износостойкость деталей машин. - Москва: Высшая школа, 1991. - 319с.
23. Крайнев А. Ф. Детали машин. Словарь-справочник. - Москва: Машиностроение, 1992 -480 с.
24. Крайнев, А.Ф. Идеология конструирования. – Москва: Машиностроение, 2003. – 384 с.
25. Кудрявцев Е.М. Компас-3D. Проектирование в машиностроении. - Москва: ДМК Пресс, 2009. - 435 с.
26. Лифиц И.М. Стандартизация, метрология и сертификация: учебник. - Москва: Юрайт, 2002. – 294 с.
27. Леликов О.П. Валы и опоры с подшипниками качения. Конструирование и расчет: справочник. – Москва: Машиностроение, 2006. – 640 с.
28. Машиностроение. Энциклопедия в 40-ка т. – Т. I-3. Динамика и прочность машин. Теория механизмов и машин: в 2-х кн. / под ред. К.С. Колесникова. - Москва: Машиностроение. – Кн.1, 1994. – 534 с. – Кн.2, 1995 - 624 с.
29. Машиностроение. Энциклопедия в 40-ка т. – Т. IV-3. Надежность машин / под ред. В.В. Ключева. – Москва: Машиностроение, 2003. – 592 с.
30. Машиностроение. Энциклопедия в 40-ка т. – Т. I-5. Стандартизация и сертификация в машиностроении / под ред. Г.П. Воронин. – Москва: Машиностроение, 2002. – 672 с.
31. Машиностроение. Энциклопедия в 40-ка т. – Т. III- 3. Технология изготовления деталей машин / под ред. А.Г. Сулова. – Москва: Машиностроение, 2006. – 840 с.

2.2 ВОПРОСЫ ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

2.5.6 «ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ»

1. Основы технологии машиностроения

Машина как объект производства. Показатели качества машины. Технологические способы обеспечения точности, повышения качества и снижения себестоимости машин. Производственный и технологический процессы, их структура. Влияние типа производства на построение технологического процесса. Трудоемкость, станкочасовое количество. Цикл производства. Технологические пути повышения экономичности производства. Показатели точности деталей. Погрешности обработки и их причины. Случайные и систематические погрешности. Закономерности распределения погрешностей. (Т4Х Погрешности, возникающие в результате деформаций от сил резания. Жесткость и податливость технологической системы, влияние изменения силы резания и податливости системы на возникновение погрешностей. Меры по уменьшению погрешностей от деформаций системы. Погрешности, возникающие от геометрической неточности элементов технологической системы: станка, приспособления, инструмента, заготовки. Влияние износа элементов системы на точность детали. Температурные деформации и деформации от внутренних напряжений в технологической системе и в заготовке. Меры по уменьшению погрешностей от деформации. Погрешность установки заготовок на станок. Структура погрешности, причины возникновения, основы расчета, пути сокращения погрешности. Погрешности настройки инструмента на размер. Настройка по пробным проходам. Статическая и динамическая настройки. Основы расчета настроечного размера. Статистические методы анализа погрешностей. Кривые распределения случайных величин. Методы точечных диаграмм. Их параметры, связь с допуском, прогнозирование брака, регламентация поднастроек.

Расчетно-аналитический метод анализа погрешностей. Расчет первичных погрешностей, суммирование погрешностей. Структура суммарной погрешности в зависимости от способа обеспечения точности: по пробным проходам, при автоматическом получении размеров. Анализ погрешностей с помощью размерных цепей. Технологические приемы для получения кратчайших размерных цепей. Использование графов для анализа взаимосвязи размеров и поворотов поверхностей. Базирование и базы. Классификация баз. Теоретические положения базирования. Теоретическая схема установки, обозначение баз и установочных элементов в технологической документации. Способы базирования и установки деталей различных классов, при обработке на станках основных групп. Принципы постоянства и единства баз. Смена баз. Выбор баз на первой и последующих операциях. Минимизация выбора баз. Качество поверхностного слоя деталей машин. Параметры качества поверхностного слоя, их характеристика. Влияние методов и режимов механической обработки на шероховатость поверхности. Влияние шероховатости на эксплуатационные свойства деталей. Физико-механические свойства поверхностного слоя. Структура, наклеп, остаточные напряжения. Влияние физико-механических свойств поверхностного слоя на эксплуатационные свойства деталей машин. Технологические способы обеспечения заданных параметров поверхностного слоя.

2. Основы проектирования технологических процессов

Способы получения заготовок методами литейной технологии. Достоинства, недостатки. Качество получаемых отливок, производительность процессов. Способы получения заготовок методами пластического деформирования. Достоинства и недостатки способов. Точность и качество заготовок. Производительность процессов. Общая методика и последовательность проектирования технологического процесса обработки заготовок. Исходные данные для проектирования технологического процесса. Принципы проектирования. Виды оптимизации. Типы техпроцессов по условиям разработки, объему. Технологичность конструкций деталей машин. Стадии отработки конструкции на технологичность. Основные и дополнительные показатели технологичности. Требования технологичности к деталям, проходящим механическую обработку. Приведите пример. Принципы построения плана операций механической обработки. Технологическая сущность каждого из принципов. Определение маршрута обработки отдельных поверхностей. Достоинства малооперационного технологического процесса. Приведите пример. Размерные цепи. Основные понятия и определения. Структура размерной цепи. Действия, осу-

ществляемые над размерными цепями. Способы задания размерных цепей. Задачи, решаемые с помощью размерного анализа. Привести примеры. Определение припусков под обработку. Операционный и общий припуски. Структура припуска. Значение уменьшения величины припуска. Понятия производительности машиностроительного производства. Роль повышения производительности в народном хозяйстве. Пути и методы повышения производительности. Структура штучного времени и пути повышения производительности на базе его составляющих. Технология получения заготовок методами порошковой металлургии. Достоинства и недостатки метода. Область применимости в машиностроении. Оборудование.

3. Типовые технологические процессы изготовления деталей машин

Основные принципы разработки типовой технологии механической обработки деталей класса валов и осей. Принципы базирования, последовательность обработки, обеспечение оборудованием и инструментом. Основные принципы разработки типовой технологии механической обработки деталей класса втулок. Базирование. Применяемое оборудование и инструмент. Типовая последовательность обработки. Методы обеспечения точности. Основные принципы разработки типовой технологии механической обработки деталей класса дисков. Особенности базирования. Применяемое оборудование и инструмент. Типовая последовательность обработки. Типовой технологический процесс механической обработки деталей класса рычагов и шатунов. Заготовки. Особенности базирования. Применяемое оборудование и инструмент. Особенности контроля точности изготовления. Типовой технологический процесс механической обработки деталей класса корпусов. Особенности базирования и разработка плана операций. Применяемое оборудование инструмент. Способы контроля точности корпусных деталей. Технология изготовления зубчатых колес в условиях серийного производства. Охарактеризуйте степени точности зубчатых колес и способы их достижения. Технология обработки деталей класса «крепежные детали (метизы)». Методы их контроля. Основы групповой технологии механической обработки. Условия ее использования в производстве. Технологические основы ее реализации. Технология сборки изделий в машиностроении. Методы обеспечения точности сборки, как они связаны с типом и организационной формой производства. Характеристики методов обеспечения точности сборки и особенности условий их реализации в производстве. Назначение технологических схем сборки изделия. Дайте характеристику базовой сборочной единицы. Классификация сборочных единиц. Электрохимические методы обработки осесимметричных деталей. Сущность ЭХО-обработки. Упрочнением отладка деталей поверхностным пластическим деформированием. Назначение. Методы исполнения. Достижимые технико-экономические результаты. Плазменная обработка заготовок. Технологические возможности и способы применения в машиностроительном производстве. Лазерная обработка заготовок. Принцип и способы применения лазерной технологии в машиностроении. Оборудование лазерной технологии. Методы удаления заусенцев, в том числе и в глубоких каналах корпусных деталей. Пояснить примерами. Выбор способов удаления и переработки стружки в цехе. Станки токарной группы. Классификация станков. Технологические возможности. Использование в различных типах машиностроительного производства. Станки фрезерной группы. Классификация станков. Технологические возможности. Использование станков в различных видах машиностроительного производства. Зуборезные станки. Принципы зубонарезания, классификация станков. Технологические возможности станков. Использование станков при различной серийности производства. Шлифовальные станки. Классификация станков. Технологические возможности станков. Применение в различных условиях производства. Инструментальные материалы, применяемые для изготовления режущего инструмента. Быстрорежущие стали, твердые сплавы, металлокерамика. Виды инструментов, оснащаемые различными инструментальными материалами. Основное технологическое использование.

4. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП)

Предпосылки создания САПР ТП. Состав и структура САПР ТП. Методология автоматизированного проектирования. Проектирование на основе типизации и путем синтеза. Информационное обеспечение САПР. Постоянная и переменная информация. Типовые решения. Табличные алгоритмы. Лингвистическое обеспечение САПР. Таблицы копировочных сведений. Формализованный технологический язык. Алгоритмизация проектирования. Решаемые задачи, укрупненная блок-схема проектирования.

Пример САПР на основе типизации. Решаемые задачи. Представление сведений о детали. Алгоритмы проектирования технологии. Пример САПР на основе синтеза решений. Решаемые задачи. Представление сведений о детали. Алгоритмы проектирования. Оптимизация проектных решений. Значение оптимизации. Параметрическая и структурная оптимизация. Примеры.

5. Гибкое автоматизированное производство (ГАП)

Особенности современного машиностроительного производства и предпосылки ГАП. Объективная потребность и техническая основа создания ГАП. Принципы числового программного управления технологическими процессами и обеспечение технологической гибкости в автоматизированном производстве. Источник эффективности при применении оборудования с ЧПУ. Привести примеры. Основные этапы технологической подготовки производства деталей на станках с ЧПУ. Изменение характера ТПП. Сокращение затрат средств и сроков запуска в производство новых изделий. Области наиболее эффективного применения станков с ЧПУ (типы производства, номенклатура обрабатываемых деталей). Привести примеры. Цели создания гибких производственных систем (ГПС), организация их работы в безлюдном и малолюдном режимах. Источники повышения эффективности при работе технологического оборудования в составе ГПС. Виды подразделений ГАП. Структура и функционирование подразделения ГАП на примере ГАУ для обработки корпусных деталей в условиях мелкосерийного производства (по плакату). Основные системы обеспечения автоматизированной работы технологического оборудования в ГПС и их функции.

6. Проектирование технологической оснастки

Системы технологической оснастки при обработке заготовок на станках. Выбор технологической оснастки. Проектирование установочных элементов приспособления для обработки втулок, Проектирование установочных элементов приспособления для обработки корпусных деталей. Точностной расчет приспособлений. Цель и методика выполнения. Использование результатов расчета (привести пример). Силовой расчет приспособлений (цель и методика выполнения. Использование результатов расчета. Привести пример).

7. Проектирование механосборочных цехов

Состав проекта цеха и что является основой проекта. Состав производственного цеха и от чего он зависит. Что показывается на компоновочном плане и планировке цеха. Каким образом определяется тип производства в процессе проектирования цеха. Основные параметры цеха и их определение. Определение коэффициента загрузки оборудования и коэффициента использования оборудования. Определение потребной площади цеха.

8. Надежность и работоспособность изделий машиностроения

Понятие надежности и долговечности изделий машиностроения. Физический и статистико-вероятностный смысл понятий. Отказ и неисправность. Срок службы, ресурс. Проблемы работоспособности машиностроительной продукции. Элемент и система. Факторы, определяющие надежность элементов и систем. Надежность, элемента работающего до первого отказа. Экспоненциальный закон распределения. Закон нормального распределения. Закон Вейбулла-Гнеденко. Коэффициент готовности. Определение надежности системы с основным и резервным соединением. Нагруженный резерв. Ненагруженный резерв. Масштаб резервирования. Скользящий резерв. Старение технических устройств (ТУ). Виды энергий, способствующих разрушению ТУ. Касание трущихся поверхностей. Критерии износа и методы их измерения. Виды испытаний. Обработка результатов и оценка испытаний на надежность. Доверительный интервал, доверительная вероятность. Организация и планирование испытаний. Методы форсирования испытаний. Физические основы упрочнения. Упрочнение деталей поверхностным пластическим деформированием. Термические и химико-термические методы упрочнения. Нанесение защитно-декоративных покрытий. Стабильность технологического процесса. Организация службы надежности на промышленном предприятии. Аппроксимация информации о точности и надежности машиностроительной продукции. Линейная аппроксимация экспериментальных кривых. Аппроксима-

ция усталостной кривой старения. Аппроксимация экспериментальной кривой с использованием первой и второй производных.

9. Математическое моделирование процессов в машиностроении

Математическое моделирование в системе знаний инженера. Понятие математической модели и математического моделирования. Классификация математических моделей. Моделирование и обучение. Основные сведения о графах и их применении. Моделирование простой детали с помощью графа. Моделирование технологического маршрута механической обработки простой детали с помощью графа. Алгоритмы моделирования технологического маршрута механической обработки простой детали с помощью ЭВМ. Математическая модель конструкции узла в виде графа. Математическая модель схемы сборки в виде графа. Математическая модель технологического маршрута сборки в виде графа. Алгоритмы моделирования конструкции узла с помощью ЭВМ. Алгоритмы моделирования технологического маршрута сборки с помощью ЭВМ. Основные сведения о применении проблемно-ориентированного языка. Вывод конструкторско-технологического кода. Принципы кодирования чертежа детали. Принципы кодирования технологического маршрута механической обработки детали. Кодирование группы деталей и получение комплексной детали. Понятие детали-аналога. Программа для ЭВМ моделирования единичного технологического маршрута механической обработки. Основные сведения об аналитической геометрии и ее применении, класс решаемых задач. Переход от модели детали на основе поверхностей к модели на основе кромок для деталей типа тел вращения.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Научные основы технологии машиностроения / А. Г. Суслов, А. М. Дальский. - М.: Машиностроение, 2002. - 684 с.
2. Информационная поддержка наукоемких изделий. CALS-технологии / И. П. Норенков, П. К. Кузьмик. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. - 319 с.
3. Технология машиностроения: учеб. для вузов по специальности 151001 направления подгот. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / А. А. Маталин. - 3-е изд., стер. - СПб. [и др.]: Лань, 2010. - 511, [1] с.
4. Машиностроение: энцикл.: В 40 т. - М.: Машиностроение, 2001. Разд. III. Технология производства машин. Т. III-3: Технология изготовления деталей машин / А. М. Дальский, А. Г. Суслов, Ю. Ф. Назаров и др.; Ред.-сост. А. Г. Суслов. - 2002. - 839 с.
5. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. / Под ред. А. М. Дальского и др. - 5-е изд., испр. - М.: Машиностроение-1: Машиностроение / А. М. Дальский, А. Г. Суслов, А. Г. Косилова и др. - 2003. - 910 с.
6. Математическое моделирование технологических процессов сборки и механической обработки изделий машиностроения: учеб. пособие для вузов по направлениям "Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств", "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / В. В. Кузьмин, А.Г. Схиртладзе. - М.: Высш. шк., 2008. - 278, [1] с.: рис., табл. - (Для высших учебных заведений). - Библиогр.: с. 276.
7. САПР технологических процессов: учеб. для вузов по специальности "Технология машиностроения" направления подгот. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. пр-в / А. И. Кондаков. - М.: Академия, 2007. - 267, [1] с.: рис., табл. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 266
8. Краткий справочник технолога-машиностроителя / П. П. Серебrenицкий. - СПб.: Политехника, 2007. - 951 с.
9. Автоматизация размерных расчетов на этапе проектирования технологического процесса механообработки / О. Н. Калачев, С. А. Погорелов // Вестник машиностроения. - 2002. - №6. - С. 54-58.
10. Обработка деталей на станках с ЧПУ: учеб. пособие для вузов по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"; "Автоматизированные технологии и производства" / Е.З. Фельдштейн, М. А. Корниевич. - 3-е изд., доп. - М.; Минск: Новое знание, 2008. - 29в с.

11. Современные проблемы науки в области технологии машиностроения: учеб. пособие для вузов по направлению подгот. бакалавров и магистров "Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств" и направлению подгот. дипломир. специалистов "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / А. Д. Никифоров. - М.: Высш. шк., 2006.

12. Технические средства автоматизации: учеб. для вузов по специальности "Автоматизация технологических процессов и производств" направления подгот. дипломир. специалистов "Автоматизированные технологии и производства" / М. Ю. Рачков; Моск. гос. индустр. ун-т. - М.: Изд-во МГИУ, 2006. - 185 с.

13. Технологическая оснастка: учеб. для вузов по специальности "Технология машиностроения" направления подгот. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / А. Г. Холодкова. - М.: Академия, 2008. - 366, [1] с.

14. Проектирование и расчет приспособлений: учеб. пособие для вузов по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе. - 2-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол: ТНТ, 2009. - 301 с.

15. Проектирование технологической оснастки: учеб. пособие для вузов по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / В. Ю. Блюменштейн, А. А. Клепцов. - 2-е изд., испр. и доп. - СПб. [и др.]: Лань, 2011. - 219 с.

16. Физика и оптимизация резания материалов / В. К. Старков. - М.: Машиностроение, 2009. - 639 с.

17. Автоматизация машиностроения: учеб. для вузов по направлениям "Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств", "Автоматизация и управление" / Н. М. Капустин, Н. П. Дьяконова, П. М. Кузнецов; Под ред. Н. М. Капустина. - М.: Высш. шк., 2002. - 222, [1] с

18. Проектирование автоматизированных участков и цехов: учеб. для машиностроит. специальностей вузов / В. П. Вороненко, В. А. Егоров, М. Г. Косов и др.; Под ред. Ю. М. Соломенцева. - 3-е изд., стер. - М.: Высш. шк., 2003. - 269, [3] с.

19. Оптимизация технологических процессов и методов обработки: учеб. пособие для вузов по направлениям "Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств", "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / Ю.Н. Поляничков, А.Г. Схиртладзе, А.Н. Воронцова; Волгогр. гос. техн. ун-т. - Волгоград: Политехник, 2003. (Для вузов). Ч. 1: Оптимизация маршрута обработки деталей. - 2003. - 60, [3] с

20. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учеб. для вузов по направлениям подгот. бакалавров и магистров "Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств" и по направлению подгот. дипломир. специалистов "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" и "Автоматизированные технологии и производства" / Н. М. Капустин, П. М. Кузнецов, А. Г. Схиртладзе и др.; Под ред. Н. М. Капустина. - М.: Высш. шк., 2004. - 414, [1] с.

21. Проектирование машиностроительных заводов. Расчет технологических параметров механо-сборочного производства: учеб. пособие для вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / А. Е. Адам. -М.: Высш. шк., 2004. - 98, [3] с.

22. Надежность и диагностика технологических систем: учеб. для вузов по специальности "Металлообрабатывающие станки и комплексы" направления подгот. дипломир. специалистов "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / В. А. Синопальников, С. Н. Григорьев. - М.: Высш. шк., 2005. - 342, [1] с.

23. Проектирование гибких технологических систем с применением ЭВМ: учеб. пособие / О. В. Таратынов, В. В. Клепиков, Я. М. Ашкинази; Моск. гос. индустр. ун-т. - М.: Изд-во МГИУ, 2006. - 116, [1] с.

24. Основы автоматизации технологических процессов и производств: учеб. пособие для вузов по специальности "Автоматизация технологических процессов и производств (машиностроение)" и направления подгот. "Автоматизированные технологии и производства" / О. М. Соснин. - М.: Академия, 2007. - 239 с.

25. Проектирование технологических схем и оснастки: учеб. пособие для вузов по специальности "Технология машиностроения" направления под-гот. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / Л. В. Лебедев [и др.]. - М.: Академия, 2009. - 335, [1] с.
26. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств: учеб. пособие для вузов по специальности "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / А. В. Михайлов, Д. А. Растоскуев, А. Г. Схиртладзе. - Старый Оскол: ТНТ, 2010. - 335 с.
27. Основы технологии машиностроения и формализованный синтез технологических процессов: учеб. для вузов по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств": в 2 ч. / В. А. Горохов [и др.]; под ред. В. А. Горохова. - Старый Оскол: ТНТ, 2011. - (Тонкие наукоемкие технологии). Ч. 1. - 2011. - 495 с.
28. Основы технологии машиностроения и формализованный синтез технологических процессов: учеб. для вузов по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств": в 2 ч. / В. А. Горохов [и др.]; под ред. В. А. Горохова. - Старый Оскол: ТНТ, 2011. - (Тонкие наукоемкие технологии). Ч. 2. - 2011. - 575 с.
29. Ремонт технологических машин и оборудования: учеб. пособие для вузов по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / А.Г. Схиртладзе, В. А. Скрябин, В. П. Борискин. - Старый Оскол: ТНТ, 2011. - 429 с.
30. Размерный анализ технологических процессов в автоматизированном производстве: учеб. пособие для вузов по специальности "Технология машиностроения", "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / В.О. Соколов [и др.]. - Старый Оскол: ТНТ, 2009. - 217 с.
31. Размерный анализ в машиностроении: учеб. пособие для вузов по направлению подгот. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / С. Г. Емельянов [и др.]; под общ. ред. С. Г. Емельянова. - Старый Оскол: ТНТ, 2010. - 330 с.
32. Проектирование производственных систем в машиностроении: учеб. пособие для вузов по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / А. Г. Схиртладзе, В. П. Вороненко, В. П. Борискин. - Старый Оскол: ТНТ, 2011. - 431 с.
33. Компьютерные технологии, моделирование и автоматизированные системы в машиностроении: учеб. для вузов по специальности "Автоматизация технологических процессов и производств (машиностроение)"... / А. А. Черепашков, Н. В. Носов. - Волгоград: Ин-Фолио, 2009. - 591 с.
34. Высокие технологии размерной обработки в машиностроении: учеб. для вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / А. Д. Никифоров [и др.]. - М.: Высш. шк., 2007. - 326, [1] с.
35. Основы технологии машиностроения: учеб. пособие для вузов по специальности "Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование" направления подгот. "Транспортные машины и транспортно-технологические комплексы" / Ш. М. Мерданов, В. В. Шефер; Тюм. гос. нефтегазовый ун-т. - 2-е изд. - Тюмень: Изд-во ТюмГНГУ, 2007. - 304 с.
36. Информационная поддержка жизненного цикла изделий машиностроения: принципы, системы и технологии CALS/ИПИ: учеб. пособие для вузов по специальности "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / А. Н. Ковшов [и др.]. - М.: Академия, 2007. - 303, [1] с.
37. Технология машиностроения: учеб. пособие для вузов по направлению подгот. бакалавров и магистров "Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств" и по направлению подгот. дипломир. специалистов "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств": В 2 кн. / Э. Л. Жуков, И. И. Козарь, С. Л. Мурашкин и др.; Под ред. С. Л. Мурашкина. - 2-е изд., доп. - М.: Высш. шк., 2005. Кн. 1: Основы технологии машиностроения. - 2005. - 277, [1] с

2.3 ВОПРОСЫ ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

2.5.17 «ТЕОРИЯ КОРАБЛЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА»

Часть 1. Теория корабля

1.1 Плавучесть судна

Основные понятия и положения. Силы, действующие на судно. Условия плавучести и равновесия. Уравнение плавучести. Теоретический чертеж суда. Состав теоретического чертежа. Системы координат и правило знаков в статике корабля. Главные размеры и коэффициенты теоретического чертежа. Посадка судна и её параметры. Массовое, весовое и объёмное водоизмещение. Центр тяжести. Центр величины. Гидростатические кривые для расчётов плавучести. Строевые по шпангоутам и ватерлиниям. Грузовой размер. Координаты центра величины. Абсцисса центра тяжести ватерлинии и её моменты инерции. Интегральные кривые площадей и статических моментов площадей шпангоутов. Методы вычисления и свойства основных гидростатических кривых. Масштаб Бонжана. Диаграмма Г.А. Фирсова. Кривые В.Г. Власова. Нормирование и контроль плавучести. Запас плавучести, его назначение и рациональное использование. Правила Морского Регистра судоходства о грузовой марке.

1.2 Остойчивость и непотопляемость судна.

Основные понятия учения о статической остойчивости. Определение понятия «стойчивость». Восстанавливающий момент как мера остойчивости. Выражение плеча остойчивости через координаты центра величины. Плечо остойчивости формы и плечо остойчивости веса. Равнообъёмные наклонения. Поверхность, траектория и кривая центра величины. Диаграмма статической остойчивости. Устойчивое и неустойчивое равновесие. Восстанавливающий момент и плечо статической остойчивости при равнообъёмных наклонениях. Метацентры и метацентрические радиусы. Связь между метацентрическими радиусами и координатами центра величины. Теорема Эйлера о равнообъёмных наклонениях на бесконечно малый угол. Момент клиновидных отсеков и восстанавливающий момент. Остойчивость судна при малых углах наклонения. Изменение остойчивости при малых изменениях угла крена и дифферента. Начальная поперечная и начальная продольная метацентрические высоты. Начальные метацентры и начальные метацентрические радиусы. Метацентрические формулы остойчивости. Коэффициенты остойчивости. Практические пределы применимости метацентрических формул. Влияние перемещающихся грузов на остойчивость. Кренящий и дифференцирующий моменты от продольного и поперечного перемещения груза и их эквивалентность моменту от смещения центра тяжести судна. Крен и дифферент судна при таком переносе груза. Влияние вертикального переноса груза на остойчивость. Расчёт статических углов крена и дифферента при произвольном переносе груза. Влияние подвешенного груза на остойчивость. Влияние жидкого груза со свободной поверхностью на статическую остойчивость. Особенности учета свойства грузов на рыболовных судах (рыба в трюме «наливом»). Основные понятия о динамической остойчивости судна. Дифференциальное уравнение накренения судна. Упрощающие допущения о независимости кренящего момента от других видов движения судна и от времени. Допущения об отсутствии демпфирования и о равнообъёмности наклонения. Решение упрощенного уравнения в виде соотношения между кинетической энергией судна, его потенциальной энергией и работой кренящего момента. Плечо динамической остойчивости как интегральная кривая от плеча статической остойчивости и как изменение вертикального расстояния между центром тяжести и центром величины судна при крене. Диаграмма динамической остойчивости и её свойства. Понятие о допустимом и опрокидывающем моментах. Запас динамической остойчивости. Понятие о нормировании остойчивости. Статистический и физический подход к нормированию. Понятие о расчетных ситуациях и их выборе при физическом нормировании остойчивости. Правила Морского Регистра судоходства (часть IV «Остойчивость»): национальные и альтернативные требования к остойчивости, основанные на Кодексе ИМО. Основные сведения о непотопляемости судна. Определение непотопляемости. Общие принципы обеспечения непотопляемости. Категории затапливаемых отсеков. Проницаемость отсеков. Конструктивные условия обеспечения непотопляемости. Кривая предельных длин отсеков. Способы спрямления аварийных судов. Два метода расчёта непотопляемости: метод приёма груза и метод постоянного водоизмещения (метод исключения). Нормирование и контроль непотопляемости. Живучесть судна. Расчёт посадки и остойчивости повреждённого судна. Учёт влияния фильтрации воды в отсеки, смежные с затопленным отсеком, на посадку и остойчивость судна. Борьба за живучесть судна при аварии, связан-

ной с затоплением отсеков. Деление судна на отсеки и нормирование непотопляемости. Вероятностный индекс деления на отсеки - фактический и требуемый.

1.3 Качка судна

Основные сведения о качке судна. Понятие о линейной колебательной системе с одной степенью свободы. Классификация сил, действующих в такой системе. Виды качки. Системы координат. Перемещения при качке. Классификация сил, действующих на судно при качке на тихой воде. Качка судна на тихой воде. Уравнение вертикальной качки судна на тихой воде и его решение. Основные допущения. Частота и период собственных колебаний, их связь с характеристиками судна. Уравнение бортовой качки судна на тихой воде и его решение. Основные допущения. Частота и период собственных колебаний, их связь с характеристиками судна. «Капитанская формула». Уравнение килевой качки судна на тихой воде и его решение. Основные допущения. Частота и период собственных колебаний, их связь с характеристиками судна. Качка судна на регулярном волнении. Классификация морского волнения. Модели морского волнения. Регулярное волнение. Связь между основными характеристиками регулярных гармонических волн. Упрощенные уравнения бортовой и вертикальной качки. Их решение. Основные допущения. Уточнённые уравнения бортовой и вертикальной качки в абсолютной системе координат и их решение. Уточнённые уравнения бортовой и вертикальной качки в относительной системе координат и их решение. Учет конечности размеров судна. Успокоители качки. Общие принципы стабилизации судна. Успокоительные цистерны. Скуловые кили. Бортовые управляемые рули.

1.4. Сопротивление движению судна

Основные сведения о возникновении сопротивления движению судна. Физические причины появления сопротивления (весомость и вязкость воды). Безразмерные характеристики скоростного режима. Классификация составляющих сопротивления. Буксировочная мощность. Движители. Главный двигатель. Пропульсивный коэффициент и КПД валогребной линии. Составляющие сопротивления. Сопротивление трения. Коэффициент сопротивления трения и его связь с числом Рейнольдса. Влияние шероховатости на сопротивление трения. Практический расчет сопротивления трения. Сопротивление формы. Изменение давлений вдоль тела в идеальной и вязкой жидкости. Хорошо и плохо обтекаемые тела. Деформация эпюры скоростей и отрыв пограничного слоя на плохо обтекаемых телах. Коэффициент сопротивления формы. Практические способы оценки и расчета сопротивления формы. Волновое сопротивление. Природа волнового сопротивления. Картина волнообразования при движении судна. Интерференция носовой и кормовой систем поперечных волн. Свойства волнового сопротивления. Способы снижения волнового сопротивления. Дополнительные составляющие сопротивления. Сопротивление выступающих частей. Воздушное сопротивление. Влияние мелководья, стенок канала, волнения и ветра на сопротивление. Экспериментальные методы и приближенные расчетные способы определения сопротивления. Основные положения теории подобия и размерностей в приложении к задачам ходкости. Гипотеза Фруда. Остаточное сопротивление. Пересчет результатов модельных испытаний на натуру. Понятие о масштабном эффекте, его причинах и мерах по его снижению. Расчет остаточного сопротивления по графикам серийных испытаний. Графики на основе статистического обобщения результатов несерийных испытаний. Пересчет остаточного сопротивления прототипа по методам коэффициентов влияния. Использование формул «адмиралтейского» типа и других эмпирических формул.

1.5. Судовые движители

Общие сведения о движителях. Назначение движителя. Упор. Образование упора на движителе. КПД движителя. Основные типы движителей. Идеальный движитель. Геометрия гребного винта. Шаговое и дисковое отношения, относительная толщина лопасти. Гребные винты фиксированного и регулируемого шага. Работа системы гребной винта направляющая насадка. Характеристики гребного винта. Кинематические и гидродинамические характеристики гребного винта. Относительная поступь гребного винта. Сила упора, момент сопротивления вращению винта и валовая мощность, потребляемая для равномерного вращения винта. КПД гребного винта. Работа гребного винта на различных режимах. Кривые действия гребного винта. Взаимодействие движителя и корпуса. Попутный поток. Засасывание. Влияние неравномерности потока на осредненные и мгновенные гидродинамические характеристики движителя. Практические способы учета попутного потока, засасывания и неравномерности потока на упор, момент и пропульсивный коэффициент. Взаимодействие движителя и корпуса при различных режимах движения судна. Эмпирические данные о характеристиках взаимодействия. Взаимодействие дви-

жителя и главного двигателя. Винтовые характеристики на различных режимах движения судна. Понятие о гидродинамических «легких» и «тяжелых» винтах. Паспортная диаграмма пропульсивной установки. Кривая предельной тяги. Экспериментальные методы определения гидродинамических характеристик гребного винта. Серийные испытания моделей гребных винтов. Испытания моделей гребных винтов: техника и методика. Законы подобия при изучении гребных винтов. Серийные испытания гребных винтов. Влияние геометрии гребного винта на его гидродинамические характеристики. Влияние шероховатости лопастей. Кавитация гребного винта. Физическая сущность кавитации. Особенности кавитации лопасти гребного винта. Влияние кавитации на работу винта. Меры борьбы с кавитацией и эрозией гребных винтов. Выбор дискового отношения винта из условия отсутствия кавитации. Суперкавитирующие гребные винты. Проектирование гребного винта. Типовые условия и ограничения при выборе гребного винта: расчетные режимы работы гребного винта, ограничения по мощности, диаметру винта, частотам вращения и вибрации. Выбор числа лопастей, дискового отношения, формы профиля и контура, толщины лопасти. Инженерные методы расчета винтов на прочность. Запасы прочности. Приближенные методы оценки минимального дискового отношения и толщины лопасти по условиям прочности. Серийные диаграммы для расчета ВРШ. Особенности расчета ВРШ по серийным диаграммам.

Часть 2. Строительная механика и прочность корабля

2.1. Основы теории упругости и пластичности

Основные понятия и положения. Внутренние силовые факторы в сечениях бруса. Гипотезы о свойствах материала рассматриваемых тел. Схематизация геометрии рассматриваемых тел. Классификация сил. Внутренние силовые факторы в сечениях бруса. Понятие о деформациях, упругих и пластических. Хрупкое и пластическое состояние материала. Метод сечений. Внутренние силовые факторы в сечениях бруса. Дифференциальные зависимости между внутренними силовыми факторами и интенсивностями внешней распределенной нагрузки. Понятие об опасном сечении. Эпюры внутренних силовых факторов. Осевое растяжение и сжатие прямого бруса. Механические свойства материалов при растяжении и сжатии. Растяжение и сжатие прямого стержня. Одноосное (линейное) напряженное состояние. Закон Гука при одноосном напряженном состоянии. Определение осевых перемещений поперечных сечений. Жесткость при растяжении-сжатии. Проверка прочности, подбор сечения бруса при осевом растяжении и сжатии. Механические свойства материалов при растяжении и сжатии. Диаграмма растяжения для пластических и хрупких материалов. Механические характеристики материала: предел пропорциональности, предел упругости, предел текучести, временное сопротивление (предел прочности). Условный предел текучести. Характеристики пластических свойств материала. Истинная диаграмма напряжений при растяжении. Диаграмма сжатия пластичных и хрупких материалов. Характер разрушения пластичных и хрупких материалов при осевом растяжении и сжатии. Назначение допускаемых напряжений для пластичных и хрупких материалов. Теория напряженного и деформированного состояния. Теория прочности. Напряженное состояние в точке. Компоненты напряжений, их обозначение. Определение напряжений на наклонных площадках. Главные напряжения и главные площадки. Графическое изображение напряженного состояния с помощью кругов Мора. Деформированное состояние в точке. Компоненты деформаций, их обозначение. Закон Гука для линейного напряженного состояния. Модуль упругости. Коэффициент поперечной деформации. Понятие о чистом сдвиге. Деформация при чистом сдвиге. Гипотезы пластичности и разрушения. Эквивалентное напряжение. Критерии возникновения пластических деформаций и формулы эквивалентности по различным гипотезам. Классические теории прочности. Кручение. Напряжения и деформации при кручении. Кручение бруса. Деформации при кручении. Угол закручивания. Напряжения в поперечном сечении бруса круглого сечения. Понятие о полярном моменте сопротивления. Проверка прочности, подбор сечения бруса круглого сечения. Жесткость при кручении. Эпюры крутящих моментов, напряжений и углов закручивания. Основные результаты теории круглого кручения стержней некруглого сечения. Изгиб прямых стержней. Напряжения и деформации при поперечном изгибе. Изгиб прямых стержней. Определение внутренних силовых факторов в поперечных сечениях балок при изгибе (поперечная сила и изгибающий момент). Дифференциальные зависимости между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивностью нагрузки. Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов. Чистый поперечный изгиб в одной из главных плоскостей стержня. Зависимость между изгибающим моментом и кривизной оси изогнутого

стержня при чистом изгибе. Жесткость при изгибе. Нормальные напряжения при чистом изгибе. Распространение выводов чистого изгиба на поперечный изгиб. Касательные напряжения при поперечном изгибе брусьев (формула Журавского Д.И.). Главные напряжения при изгибе. Расчеты на статическую прочность при изгибе. Дифференциальное уравнение изогнутой оси прямого стержня и его интегрирование. Метод начальных параметров. Сложное нагружение, как комбинация двух или большего числа видов простого нагружения. Метод сложения действия сил при проверке прочности в условиях сложного нагружения. Косой изгиб. Определение напряжений, нахождение положения нейтральной оси и опасных точек в сечении. Определение прогибов. Расчет на прочность стержней большой жесткости при совместном изгибе и растяжении или сжатии. Определение положения нейтральной линии и напряжений. Внецентренное растяжение и сжатие стержней большой жесткости. Понятие о ядре сечения. Совместное действие изгиба и кручения. Энергетические способы определения перемещений. Обобщенные силы и обобщенные перемещения. Потенциальная энергия деформации в общем случае нагружения. Теорема Кастильяно. Теорема Лагранжа. Теорема Клайперона. Теорема Максвелла-Мора. Способ Верещагина решения интегралов Максвелла-Мора. Статически неопределимые стержневые системы. Классификация стержневых систем. Статически определимые и статически неопределимые стержневые системы. Понятие о степенях свободы и связях. Степень статической неопределимости. Раскрытие статической неопределимости методом сил. Выбор основной системы. Эквивалентная система. Канонические уравнения метода сил. Расчет неразрезных балок. Метод приравнивания прогибов. Теорема трех моментов. Канонические системы. Понятие о коэффициенте опорной пары. Расчет неразрезной балки, лежащей на независимых упругих опорах. Основные типы упругих пар. Уравнение пяти моментов. Расчет судовых рам при изгибе. Классификация рам и методы их расчета. Расчет простейших рам с неподвижными узлами. Метод сил. Метод угловых деформаций. Применения метода угловых деформаций к расчету сложных судовых рам. Устойчивость равновесия деформируемых систем. Понятие устойчивости и неустойчивости стержней. Критическая нагрузка. Задача Эйлера. Предел применимости формулы Эйлера. Критические нагрузки для стержней различной гибкости. Формула Ясинского. Диаграмма предельных напряжений. Энергетический метод определения критических нагрузок. Гипотезы разрушения. Хрупкое и пластическое состояние материала при разрушении. Зависимость характера разрушения от вида напряженного состояния. Классические гипотезы эквивалентных состояний. Гипотезы Треска и Мизеса. Гипотеза разрушения Мора для материалов с различными пределами прочности при растяжении и сжатии. Энергетический критерий разрушения Гриффитса. Силовой критерий разрушения Ирвина. Критерий критического раскрытия трещины. Сопротивление усталости элементов корпусных конструкций. Современные представления о прочности материалов при напряжениях, циклически изменяющихся во времени. Механизм усталостного разрушения. Кривые усталости и предел выносливости. Малоцикловая усталость. Эффективные коэффициенты концентрации при напряжениях, переменных во времени. Характеристики циклов, переменных напряжений. Выносливость. Гипотезы прочности при переменных напряжениях. Накопление усталостного повреждения и влияние нестационарного нагружения на сопротивление усталости. Законы линейного и нелинейного суммирования повреждений. Учет усталостной прочности в нормативных документах.

2.2. Изгиб балок и пластин

Основные представления и зависимости. Основные понятия и определения. Виды нагружения и деформации. Кинематические гипотезы, их физический смысл и пределы применимости. Уравнения равновесия элементов балок и пластин. Связь между параметрами изгиба и внешней нагрузкой. Граничные условия. Потенциальная энергия деформации балок и пластин. Пластины жесткие, конечной жесткости и гибкие. Изгиб статически определимых балок. Простейшие случаи нагружения и изгиба балок. Принцип наложения, метод начальных параметров. Общий интеграл уравнения изгиба призматической балки и его приложение к статически определимым балкам. Балки переменного сечения. Статически неопределимые балки. Основные методы раскрытия статической неопределимости балок. Коэффициент опорной пары. Раскрытие статической неопределимости неразрезных балок. Перекрытия. Распределение внешней нагрузки на балки перекрытий. Основные способы их расчета. Балки на упругом основании. 2.2.4 Изгиб пластин. Пластина, свободно опертая по всем кромкам, при различных видах нагрузки. Решение в форме тригонометрических рядов. Пластина, опертая по двум противоположным кромкам. Метод Мориса Леви. Расчет стержней, лежащих на упругом основании. Дифференциаль-

ное уравнение изгиба балки на сплошном упругом основании и его интегрирование. Функции Пузыревского Н.Ф., их свойства. Расчет полубесконечной балки, нагруженной на конце сосредоточенной силой и моментом. Расчет балок конечной длины. Расчет балок на упругом основании МКЭ. Матрица жесткости упругого основания. Принцип построения эпюр перерезывающей силы и изгибающего момента. Пример расчета.

2.3. Изгиб и устойчивость перекрытий

Основные понятия и положения. Классификация перекрытий. Конструкция судовых перекрытий и условия их работы в составе корпуса корабля. Нагрузки, действующие на судовые перекрытия. Изгиб перекрытий. Методы расчета на восприятие поперечной нагрузки. Расчет перекрытий при малом числе узлов. Расчет перекрытий с одной перекрестной связью и большим числом балок главного направления. Расчет нерегулярных перекрытий, имеющих усиленные балки главного направления, пиллерсы или сосредоточенные нагрузки. Расчет перекрытий методом конечных элементов. Матрица жесткости конечного элемента. Трансформация матрицы при переходе от местной к общей системе координат. Расчет перекрытий с несколькими перекрестными связями. Метод Д. М. Ростовцева. Устойчивость плоских перекрытий. Устойчивость неразрезной балки, лежащей на равноотстоящих упругих опорах. Формы потери устойчивости. Понятие о критической жесткости опор. Устойчивость плоского перекрытия. Сложный изгиб перекрытия и возможные формы потери устойчивости. Методы проектирования перекрытий на предотвращение возможной потери устойчивости. Две задачи расчета перекрытия на устойчивость.

2.4. Расчет прочности корпуса судна

Основные понятия и положения. Порядок расчета прочности корабельных конструкций. Нагрузки, действующие на корпус судна на тихой воде. Определение величины и характера действия внешних нагрузок. Эквивалентный брус корпуса при общем изгибе. Определение сечений конструкции корпуса для расчетов прочности. Общий порядок редуцирования связей судового корпуса при определении элементов эквивалентного бруса. Влияние начальной погиби на прочность и устойчивость связей. Учет влияния надстроек, вырезов и других прерывистых связей. Расчет прочности корпуса судна. Построение кривой нагрузки масс. Определение изгибающих моментов и перерезывающих сил на тихой воде. Определение изгибающих моментов и перерезывающих сил при статической постановки на волну. Определение центрального момента инерции поперечного сечения корпуса и положения его нейтральной оси. Определение наибольших максимальных напряжений в сечениях конструкций. Критерии прочности – общие сведения. Критерии прочности судовых конструкций. Проверка и обеспечение условий общей и местной прочности. Основные сведения о нормировании прочности конструкций корпуса. Допускаемые напряжения в судостроении. Основные критерии механических свойств стали, определяющих нормы допускаемых напряжений. Статистические методы. Нормы прочности. Связь норм прочности и правил классификационных обществ. Коэффициенты запаса по допускаемым напряжениям. Методы нормирования прочности. Изменение механических свойств материалов в процессе эксплуатации. Пластическое и хрупкое состояние материалов, типы разрушений. Влияние температуры, коррозии и скорости нагружения на механические характеристики материала. Изменение механических свойств стали после появления остаточных деформаций. Характеристики охрупчивания материала. Критические температуры охрупчивания. Прочность судовых конструкций при работе за пределами упругости. Основные допущения теории пластичности. Физические и геометрические нелинейные задачи. Идеальное упруго-пластичное тело. Условия пластичности. Понятие и теории пластического течения. Характер работы сечения при чистом изгибе. Предельный момент и пластический шарнир. Предельное состояние сечения при одновременном действии изгибающего момента и продольной силы, изгибающего момента и перерезывающей силы. Дифференциальные уравнения упруго-пластического изгиба. Существующие методы интегрирования дифференциальных уравнений упруго-пластического изгиба. Влияние перерезывающих сил на величины прогибов балок. Остаточное напряжение и деформации. Работа балок при многократных нагружениях. Приспособляемость и накопление деформаций. Усталостные разрушения при малом числе циклов нагрузки. Предельная нагрузка статически определимой балки. Понятие о теории предельного равновесия. Статически допустимое поле напряжений. Кинематически возможное поле деформаций. Использование понятия идеального профиля. Гипотеза жесткопластического тела. Механизмы разрушения. Кинематический метод определения предельных

нагрузок. Нормативное ограничение параметров эксплуатационных дефектов. Классификация дефектов. Выбор критериев прочности для различных типов судовых конструкций. Отражение этих критериев в Нормах прочности. Прочность связей, подверженных различным износам и деформациям. Равномерный и язвенный износ. Предельные толщины изношенных листов, подверженных различным видам деформаций. Влияние износа конструкций на устойчивость. Концентрация напряжений в районе коррозионных язвин. Изменение геометрических характеристик эквивалентного бруса под действием коррозии. Остаточные деформации корпусных конструкций и их влияние на общую и местную прочность. Нормативы для оценки допустимых величин остаточных деформаций балок судового набора и обшивки. Оценка прочности изношенных и поврежденных конструкций. Учет эксплуатационных дефектов в расчетах общей и местной прочности. Характер износа различных корпусных конструкций. Влияние износа на прочность и устойчивость пластин и набора. Индивидуальные инструкции по нормированию износов судов и других инженерных сооружений. Вероятностные методы и методы математической статистики при анализе прочности судовых конструкций в процессе эксплуатации и при прогнозировании их технического состояния. Сопротивление усталости корродированных и деформированных элементов судовых корпусных конструкций. Природа и механизм коррозионной усталости. Оценка влияния коррозионного износа на статическую и циклическую прочность корпусных конструкций. Основные характеристики язвенного коррозионного износа. Определение концентрации напряжений в районе коррозионных язвин. Влияние коррозионного износа на сопротивление усталости наружной обшивки и настилов палуб корпусов судов. Влияние коррозионного износа на сопротивление усталости сварных соединений корпусных конструкций. Влияние остаточных деформаций на сопротивление усталости. Практические методы оценки усталостной прочности судовых конструкций. Расчетные методы оценки запасов усталостной прочности. Оценка прочности конструкций при воздействии циклических нагрузок. Прочность при напряжениях, циклически изменяющихся во времени. Прочность при напряжениях, циклически изменяющихся во времени. Понятие об усталости металлов. Усталостные разрушения. Современные представления о процессе усталостного разрушения. Характер усталостного напряжения. Характеристики циклов изменения напряжений. Виды циклов изменения напряжений. Предел выносливости и методика его определения. Понятие о базе. Ограниченный предел выносливости. Концентрация напряжений и ее влияние на усталостную прочность. Теоретически и эффективный коэффициенты концентрации напряжений. Влияние абсолютных размеров детали, шероховатости поверхности и технологических факторов на усталостную прочность. Проверка усталостной прочности при линейном напряженном состоянии. Проверка усталостной прочности при сложном напряженном состоянии. Понятие о повышении предела выносливости конструктивными и технологическими методами. Малоцикловая усталость. Влияние на выносливость качества поверхности, наклепа, окружающей среды и абсолютных размеров. Эффективные коэффициенты концентрации при напряжениях, переменных во времени. Характеристики циклов, переменных напряжений. Выносливость. Гипотезы прочности при переменных напряжениях. Накопление усталостного повреждения и влияние нестационарного нагружения на сопротивление усталости. Законы линейного и нелинейного суммирования повреждений. Учет усталостной прочности в нормативных документах.

2.5. Расчеты вибрации

Динамические нагрузки, действующие на корпус корабля, его конструкции и элементы. Основные понятия и определения. Усилия, обусловленные ударами волн в корпус судна. Усилия, обусловленные работой гребных винтов. Усилия, обусловленные работой дизелей. Упругие колебания конструктивных элементов. Классификация механических колебаний. Свободные гармонические колебания упругой системы с одной степенью свободы. Вынужденные колебания упругих систем с одной степенью свободы. Рассеяние энергии при колебаниях. Вынужденные колебания упругих систем с учетом рассеяния энергии. Свободные колебания систем с двумя или несколькими степенями свободы. Приближенные методы определения частот собственных колебаний упругих систем. Способ Релея. Способ Ритца. Способ Бубнова – Галеркина. Колебания стержней и валов. Поперечные колебания стержней. Поперечные колебания стержней с сосредоточенными массами. Продольные колебания стержней. Крутильные колебания стержней. Крутильные колебания валов. Критическая скорость вращения вала. Колебания балок и пластин. Дифференциальное уравнение поперечных свободных колебаний упругой призматической балки. Свободные поперечные колебания балки со свободными концами. Определение

частот собственных колебаний балок, лежащих на упругом основании. Дифференциальное уравнение поперечных колебаний пластин и граничные условия. Определение частот собственных колебаний пластин, свободно опертых или жестко заделанных на контуре. Определение частот собственных колебаний пластины с учетом влияния присоединенных масс жидкости. Вибрация корабля. Понятия общей и местной вибрации, их нормирование. Санитарные и технические нормы вибрации. Дифференциальное уравнение общей вибрации корпуса судна. Алгоритм определения частоты собственных колебаний корпуса по первому тону. Расчетная модель корпуса. Определение жесткостных характеристик расчетной модели, нагрузки масс и присоединенных масс жидкости. Приближенные формулы для определения частот собственных колебаний корпуса судна. Современные средства контроля параметров вибрации на судах. Классификация способов обеспечения нормативных характеристик вибрации на судах.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

по разделу 1

1. Благовещенский С.Н. Справочник по статике и динамике корабля. В двух томах / С.Н. Благовещенский, А.Н. Холодилин. - Л.: Судостроение, 1973. - Т 1. -512 с.
2. Благовещенский С.Н. Справочник по статике и динамике корабля. В двух томах / С.Н. Благовещенский, А.Н. Холодилин. - Л.: Судостроение, 1973. - Т 2. -176 с.
3. Бородай И.К. Мореходность судов / И.К. Бородай, Ю.А. Нецветаев. – Л.: Судостроение, 1982. – 288 с. 9
4. Войткунский Я.И. Справочник по теории корабля. Судовые движители и управляемость / Я.И. Войткунский, Р.Я. Першиц, И.А. Титов. – Л.: Судостроение, 1973. -512 с.
5. Войткунский Я.И. Сопrotивление движению судов: Учебник / Я.И. Войткунский. – Л.: Судостроение, 1988. – 288 с.
6. Ионов Б.П. Ледовая ходкость судов. 2 издание /Б.П. Ионов, Е.М. Грамузов – СПб.: Судостроение, 2013. – 504 с.
7. Кацман Ф.М. Конструирование винто-рулевых комплексов морских судов / Ф.М. Кацман, Г.М. Кудреватый. – Л.: Судостроение , 1974. – 376 с.
8. Маков Ю.Л. Качка судов / Ю.Л. Маков. – Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ», 2007. – 321 с.
9. Мореходность судов и средств океанотехники. Методы оценки. Монография. Научный редактор И.К. Бородай / ФГУП «Крыловский государственный научный центр».- СПб., 2013.- 256 с.
10. Ногид Л.М. Остойчивость судна и его поведение на взволнованном море: Ч.2. Проектирование морских судов / Л.М. Ногид. – Л.: Судостроение, 1967.- 242 с.
11. Павленко Г.Е. Сопrotивление воды движению судов / Г.Е. Павленко. – М.: 1953. – 507 с.
12. Севастьянов Н.Б. Остойчивость промысловых судов / Н.Б. Севастьянов. – Л.: судостроение, 1970.-200 с.
13. Статика корабля / В.В. Рождественский, В.В. Луговской, Р.Б. Борисов, Б.В. Мирохин. –Л.: Судостроение, 1986. - 240 с.
14. Судовые движители: Учебник /Л.С. Артюшков, А.Ш. Ачкинадзе, А.А. Русецкий. – Л.: Судостроение, 1988. - 296 с.
15. Холодилин А.Н. Мореходность и стабилизация судов на волнении / А.Н. Холодилин, А.Н. Шмырев. – Л.; Судостроение, 1976. – 328 с.

по разделу 2

1. Александров В.Л. Борьба с вибрацией на судах / В.Л. Александров, А.П. Матлах, В.И. Поляков – СПб.: Мор Вест, 2005. – 424 с.
2. Архангородский А.Г. Прочность и ремонт корпусов промысловых судов / А.Г. Архангородский, Б.Я.Розендент, Л.Н.Семенов - Л.: Судостроение,1982. 272 с.
3. Беленький Л.М. Расчет конструкций с учетом пластических деформаций / Л.М. Беленький. – Л.: Судостроение, 1983.
4. Бураковский Е.П. Совершенствование нормирования параметров эксплуатационных дефектов корпусов судов / Е.П. Бураковский. - Калининград, КГТУ, 2005г., - 339 с.

5. Волков В.М. Прочность корабля / В.М. Волков. – Нижний Новгород, 1994. 260 с.
6. Давыдов В.В. Динамические расчеты прочности судовых конструкций / В.В. Давыдов, Н.В. Матгес. – Л.: Судостроение, 1974, - 336 с.
7. Короткин Я.И. Прочность корабля / Я.И. Короткин, Д.М. Ростовцев, Н.Л. Сиверс. – Л.: Судостроение, 1974. - 311 с.
8. Короткин Я.И. Строительная механика корабля и теория упругости / Я.И. Короткин, В.А. Постнов, Н.Л. Сиверс. - Л.: Судостроение, 1968. -Т.1, 424 с.
9. Курдюмов А.А. Вибрация корабля / Курдюмов А.А. – Л.: Судпромгиз, 1961, - 319 с.
10. Нормативно-методические указания по расчетам прочности морских судов. Сборник нормативно-методических материалов. РМРС. - С.-П.: 2002.- 150 с.
11. Постнов В.А. Вибрация корабля / В.А. Постнов. – Л.: Судостроение, 1989, - 328 с.
12. Правила классификации и постройки морских судов Российского Морского Регистра судоходства. – Л.: Российский Морской Регистр судоходства, т. 1. - 472 с.
13. Справочник по строительной механике корабля /Под общ.ред. О.М. Паляя, в 3 т. – Л.: Судостроение. Т3. - 1982. - 320 с. 10
14. Суслов В.П. Строительная механика корабля и основы теории упругости / В.П. Суслов, Ю.П. Кочанов, В.Н. Спихтаренко. -Л.: Судостроение, 1972. 720 с.
15. Шиманский Ю.А. Динамический расчет судовых конструкций /Шиманский Ю.А. – Л.: Судпромгиз, 1960. - 348 с.

2.4 ВОПРОСЫ ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

2.5.18 «ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУКЦИЯ СУДОВ»

1. Проектирование судов

1.1 Общие вопросы проектирования

Основы теории проектирования водоизмещающих кораблей и судов. Предмет проектирования. Проблематика, цели и задачи проектирования. Основные понятия теории систем в проектировании кораблей и судов. Основные понятия о методике проектирования, классификации величин, алгоритмов и математических моделей, граничные условия, используемые в проектировании, общих и частных прототипов. Взаимосвязь между главными элементами судна/корабля и его основными качествами. Основы теории размерностей и подобия. Способы проектирования по прототипу. Математическая статистика и оценка точности расчетов. Основы экономического анализа при проектировании. Задачи и содержание экономического обоснования судов. Критерии и показатели экономической эффективности работы судов в условиях рыночной экономики. Методические принципы сравнительной оценки эффективности судов, отличающихся основными элементами, характеристиками и оборудованием. Методика и последовательность разработки задания на проектирование судна/корабля. Понятие о стадиях проектирования. Внешняя и внутренняя задачи проектирования. Многоуровневое представление задачи проектирования. Организация процесса проектирования в проектно-конструкторских бюро. Этапы создания судна/корабля. Стадии (этапы) разработки проекта. Понятие о конъюнктуре рынка гражданских судов. Назначение, содержание, и последовательность отработки технического задания на проектирование судна/корабля. Содержание проектных работ на стадиях проектирования.

1.2. Методика расчета и анализа нагрузки масс и вместимости судна/корабля Методика расчета и анализа нагрузки масс. Уравнения нагрузки масс. Значение расчета нагрузки масс при проектировании. Метод последовательных приближений при определении нагрузки масс судна. Стандарт нагрузки масс (ОТС). Значение стандарта при расчетах нагрузки. Составляющие элементы нагрузки масс. Таблицы нагрузки масс. Виды водоизмещения. Состояния нагрузки. Дедвейт. Характерный состав нагрузки различных типов судов. Коэффициенты утилизации водоизмещения по чистой грузоподъемности и по дедвейту. Связь между элементами судна/корабля и составляющими нагрузки масс. Виды зависимостей для определения разделов нагрузки масс. Измерители нагрузки масс. Виды уравнений нагрузки масс и принципы их использования в процессе проектирования. Дифференциальные уравнения Нормана и Бубнова. Методика расчета и анализа вместимости судна/корабля. Связь между элементами судна/корабля и вместимостью корпуса. Понятие о вместимости судна. Удельная погрузочная кубатура (удельный погрузочный объем) груза, удельная грузовместимость судна. Эпюра емкости. Ее назначение и способ построения. Правила о грузовой марке. Надводный борт как критерий безопасности эксплуатации судна. Обмер судов (регистрационная вместимость). Сущность методики расчета вместимости корабля. Способы расчета потребных площадей и объемов помещений корпуса и надстроек. Сравнительный анализ достаточности объемов и площадей корпуса и надстроек корабля для размещения вооружения, боезапаса, энергетике, оборудования судовых и промысловых устройств и т.п. Учет требований эргономики при проектировании судов (маломерных и малотоннажных судов).

1.3. Требования к основным качествам судна/корабля и способы их обеспечения при проектировании

Требования, предъявляемые к остойчивости судов и кораблей, уравнения остойчивости. Влияние элементов проектируемого судна/корабля на его остойчивость. Критерии остойчивости судов и кораблей. Понятие о критическом возвышении центра тяжести и о критической метацентрической высоте. Верхний и нижний пределы остойчивости. Требования классификационных обществ к остойчивости судов. Уравнение остойчивости и его использование для определения основных элементов судна/корабля. Связь периода собственных поперечных колебаний судна/корабля с его размерениями и метацентрической высотой. Приближенные формулы для расчета остойчивости. Требования, предъявляемые к непотопляемости судов и кораблей. Подходы к обеспечению и нормированию непотопляемости. Связь между главными размерениями, непотопляемостью и аварийной остойчивостью. Запас плавучести и высота надводного борта. Влияние высоты надводного борта на мореходные свойства судна. Обеспечение непотопляемости. Расстановка переборок. Кривые предельных длин отсеков. Коэффици-

енты проницаемости. Требования классификационных обществ к обеспечению непотопляемости судов. Требования к непотопляемости кораблей. Требования к ходкости при проектировании судов и кораблей. Компоненты сопротивления движений судна. Пропульсивный коэффициент. Определение требуемой мощности энергетической установки. Анализ кривых мощности и сопротивления. Критическая скорость. Эксплуатационная скорость. Запас мощности, коэффициент использования скорости. Характеристики и коэффициенты формы корпуса. Связь главных размерений, их соотношений и коэффициентов корпуса с ходкостью. Теоретический чертеж. Способы построения теоретического чертежа. Использование серийных обводов. Аналитические методы построения теоретического чертежа. Способы проектирования корпусов судов с упрощенными и разворачивающимися обводами. 1.3.4 Требования к прочности и конструкции корпуса. Общие требования к прочности и конструкции корпуса судна и корабля. Методы обеспечения общей и местной прочности. Учёт требований к общей и местной вибрации при проектировании судов. Методы снижения вибрационных характеристик при проектировании судов. Общие требования к боевой защите корабля и его живучести.

1.4. Методика проектирования судна/корабля

Определение основных элементов проектируемого судна/корабля. Существующие методы проектирования. Использование основных зависимостей и уравнений при разработке алгоритма проектирования. Алгоритмы проектирования. Оптимизация характеристик и элементов при проектировании судна/корабля. Критерии оценки и сравнения при оптимизации. Применение математических методов оптимизации проектируемых судов и кораблей. Понятие о САПР. Общее расположение. Архитектурные особенности современных судов и кораблей. Критерии, используемые при выборе расположения тех или иных помещений на судах и кораблях. Архитектурно-конструктивные типы судов. Связь архитектурно-конструктивного типа судна с его назначением, родом перевозимого груза, условиями эксплуатации, производственно-технологическими требованиями и требованиями классификационного общества. Комплектация и помещения экипажа. Требования к размещению на судне или корабле помещений различного назначения. Правила разработки чертежей общего расположения.

1.5. Особенности проектирования отдельных типов гражданских судов

Наливные суда. Существующие типы наливных судов. Основные уравнения теории проектирования судов, используемые при выборе элементов танкеров. Международные требования, предъявляемые к конструкции и оборудованию танкеров. Промысловые и рыболовные суда. Особенности проектирования судов флота рыбной промышленности. Виды промышленного рыболовства и перспективы их развития. Основные требования, предъявляемые к судам ФРП. Особенности конструкции корпуса и судовых устройств швартующихся в море судов. Сухогрузные суда для перевозки генеральных грузов. Существующие типы судов для перевозки генеральных грузов. Особенности размещения грузовых помещений на сухогрузных судах. Используемые грузовые устройства. Основные уравнения теории проектирования, используемые при выборе элементов рассматриваемых судов. Суда для перевозки насыпных и навалочных грузов. Основные требования, предъявляемые к рассматриваемым судам. Особенности конструкции корпуса судов для перевозки насыпных и навалочных грузов. Основные уравнения теории проектирования, используемые при выборе элементов рассматриваемых судов. Суда для перевозки укрупненных унифицированных грузов. Особенности выбора элементов контейнеровозов. Основные уравнения, используемые при выборе элементов судов с горизонтальной грузообработкой.

1.6. Особенности проектирования надводных кораблей Роль общего расположения при проектировании корабля. Архитектурные особенности современных кораблей. Принципы размещения корабельных помещений. Возможности модульно-агрегатных подходов при проектировании кораблей. Особенности определения главных элементов авианесущих кораблей. Особенности определения главных элементов легких кораблей. Принципы размещения основного функционального оборудования кораблей.

1.7. Основы теории и методов проектирования судов и кораблей с новыми принципами поддержания. Суда и корабли на подводных крыльях (СПК и КПК). Современное состояние, классификация и основные направления использования СПК и КПК. Способы оценки основных качеств СПК и КПК на начальной стадии проектирования. Принципы общего расположения и архитектуры СПК и КПК. Определение главных элементов СПК и КПК в первом приближении. Суда и корабли на воздушной подушке (СВП и КВП). Современное состояние, классификация и основные направления использования СВП и

КВП, Способы оценки основных качеств СВП и КВП на начальных стадиях проектирования. Принципы общего расположения и архитектуры амфибийных и скеговых СВП и КВП, Особенности расчетов устойчивости СВП и КВП, Определение главных элементов амфибийных и скеговых СВП и КВП. Суда переходного режима движения и глиссеры. Современное состояние, классификация форм обводов. Способы оценки гидродинамических и мореходных качеств глиссирующих судов. Разработка проекта глиссера на начальных стадиях проектирования. Проектирование элементов формы корпуса.

1.8. Особенности проектирования глубоководных аппаратов. Расчеты необходимых объемов и плавучести. Значение вместимости при проектировании глубоководных аппаратов. Классификация помещений, распределение объемов по разделам и группам. Способы расчета потребных объемов и плавучести. Балластировка и обеспечение дополнительной плавучести. Проектирование общего расположения. Основные требования к архитектуре корпуса. Размещение вооружения, постов управления и связи, энергетической установки и личного состава. Порядок разработки чертежей общего расположения. Методы определения водоизмещения и главных размерений. Определение водоизмещения на начальных стадиях проектирования. Методы совместного решения уравнений масс, объемов и плавучести.

1.9. Особенности проектирования океанотехники Современные типы плавучих буровых установок и других средств океанотехники. Обоснование элементов полупогружных буровых установок. Проектирование устройств позиционирования для буровых судов и установок. Обоснование элементов самоподъемных буровых установок. Особенности проектирования плавкранов, доков и других средств океанотехники. Обеспечение безопасности эксплуатации проектируемой океанотехники. Способы оценки основных качеств плавучих буровых установок и плавучих морских инженерных сооружений на начальной стадии проектирования. Влияние внешней среды и условий эксплуатации на выбор основных элементов плавучих буровых установок и плавучих морских инженерных сооружений.

2. Конструкция корпуса судов

2.1 Конструкция основных частей корпуса судна и надпалубных сооружений. Конструктивная компоновка основных частей корпуса судна и надпалубных сооружений. Классификация связей корпуса. Методы проектирования корпусных конструкций. Требования, предъявляемые к конструкциям корпуса судна. Понятия: функциональность, надежность, технологичность судовых конструкций. Системы набора корпусных конструкций. Факторы, определяющие выбор системы набора: характер нагружения конструкций, требования к обеспечению устойчивости, требования технологичности, конструктивное согласование смежных частей корпуса судна, эксплуатационные требования. Наружная обшивка. Роль наружной обшивки в обеспечении общей и местной прочности корпуса Принцип раскроя наружной обшивки. Требования нормативных документов к раскрою и соединению элементов наружной обшивки. Алгоритмы трассировки пазов и стыков. Конструктивные варианты обеспечения плавности сопряжения соединяемых листов. Днищевые конструкции корпуса судна. Системы набора днищевых конструкций. Область применения одинарного и двойного днища. Особенности конструктивной компоновки днища судов различных архитектурно-конструктивных типов. Конструкция двойного и одинарного днища при продольной и поперечной системах набора. Конструктивное оформление окончания второго дна. Бортовые конструкции корпуса судна. Системы набора бортовых конструкций. Область применения одинарного и двойного борта. Особенности конструктивной компоновки борта судов различных архитектурно-конструктивных типов. Конструкция двойного и одинарного борта при продольной и поперечной системах набора. Палубные конструкции корпуса судна. Системы набора палубных конструкций. Особенности конструктивной компоновки палуб судов различных архитектурно конструктивных типов. Роль конструктивного исполнения палубы в обеспечении общей прочности корпуса. Конструкция палубного настила. Конструкция палуб с большими вырезами грузовых люков при продольной и поперечной системах набора. Конструктивные варианты снижения уровня концентрации напряжений в районе вырезов грузовых люков. Конструкция комингсов грузовых люков; разрезные и неразрезные продольные комингсы. Конструкция палуб нефтеналивных судов. Конструкции палуб с набором внутри грузовых танков. Конструкции палуб с наружным расположением набора. Особенности конструкции палуб судов с горизонтальным способом грузообработки. Поперечные и продольные переборки. Назначение переборок, классификация, требования к расположению поперечных и продольных переборок. Особенности конструктивной компоновки поперечных и продольных переборок судов различных

архитектурно конструктивных типов. Плоские и гофрированные переборки, области применения. Конструкция аварийных поперечных переборок. Конструкция плоских поперечных и продольных переборок, ограничивающих цистерны / грузовые танки. Конструкция гофрированных переборок судов с рамными балками (шельфами, рамными стойками). Конструкция бес шельфовых переборок. Особенности конструкции корпуса в районе машинного отделения. Системы набора конструкций в районе машинного отделения. Требования нормативных документов к конструкции корпуса в районе машинного отделения. Конструкции днища, борта, палуб, платформ, шахт, переборок, туннеля гребного вала. Конструкция корпуса в районах оконечностей. Конструкция носовой оконечности с холостыми (распорными) бимсами. Конструкция носовой оконечности с перфорированными платформами. Конструкция форштевня. Конструкция усилений носового района для восприятия нагрузок при слеминге. Конструкция днища и борта при поперечной и продольной системах набора. Конструкция корпуса в районе кормовой оконечности. Особенности внешних воздействий. Влияние требований к вибрации. Конструкция кормовой оконечности одновинтового судна. Конструкция кормовой оконечности двухвинтового судна. Конструкция выходов гребных валов. Кронштейны гребного вала. Конструкция ахтерштевня одновинтового и двухвинтового судна. Усиления конструкций корпуса для плавания во льдах. Классификация судов ледового плавания. Основы классификации. Соответствие категории ледовых усилений и условий эксплуатации. Требования к форме корпуса. Протяженность районов ледовых усилений (ледовый пояс, переходные районы). Формирование конструкции корпуса в районах ледовых усилений. Системы набора конструкций в районе ледового пояса. Конструктивная компоновка днища, поперечных переборок, ледовых палуб и платформ. Компоновка конструкций оконечностей. Конструкция штевней судов ледового плавания. Надстройки и рубки. Классификация надстроек и рубок. Особенности конструкции длинных и коротких надстроек и рубок. Конструкция корпуса в местах окончания надстроек и рубок. Внутренние конструкции надстроек и рубок. Способы отключения надстроек и рубок от основного корпуса: расширительные и скользящие соединения. Надстройки и рубки из легких сплавов. Фундаменты под судовые механизмы. Назначение и классификация фундаментов. Силы, действующие на фундаменты. Основные требования к фундаментам. Конструкция фундаментов под главные двигатели, котлы, вспомогательные механизмы. Унификация и стандартизация конструкций основных частей корпуса судна. Влияние требований унификации и стандартизации на формирование структурных составляющих корпуса судна. Модульные принципы формирования корпуса судна.

2.2. Нагрузки, действующие на конструкции судов

Классификация нагрузок. Нагрузки от воздействия внешней среды, воздействия грузов и механизмов; нагрузки передаваемые на корпус судна от работы главного двигателя, гребного винта и линии валопровода; аварийные и испытательные нагрузки. Классификация нагрузок в зависимости от продолжительности действия, характера изменения во времени, реакции конструкций на внешние воздействия. Нагрузки на тихой воде. Общий продольный изгиб корпуса судна на тихой воде. Составляющие нагрузки судна; распределенные, полураспределенные и сосредоточенные составляющие. Методы компоновки нагрузки и построения эпюр распределения составляющих нагрузки по длине судна. Методика определения изгибающих моментов и перерезывающих сил. Стохастический характер нагрузок на тихой воде и целесообразность его учета при определении изгибающих моментов и перерезывающих сил. Волновые нагрузки на корпусные конструкции. Методы оценки волновых нагрузок. Волновые нагрузки на регулярном волнении; статическая постановка на волну, определение коэффициента волнового изгибающего момента, эффект Смита. Понятие о методе определения волновых нагрузок при качке судна на нерегулярном волнении. Структура зависимостей, используемых в практике проектирования конструкций: зависимости для определения волновых изгибающих моментов, зависимости для определения волновых давлений. Понятие о методах расчета крутящих и горизонтальных изгибающих моментов. Ударные нагрузки при слеминге. Волновая вибрация. Понятия о днищевом и бортовом слеминге. Ударный изгибающий момент. Ударные давления при днищевом слеминге. Влияние формы корпуса в носовом районе на характер распределения и значения давлений. Понятие о волновой вибрации и порядке ее учета при проектировании конструкций. Инерционные нагрузки при качке. Понятие о методе оценки инерционных нагрузок. Расчетные зависимости. Ледовые нагрузки. Характер ледовых нагрузок в зависимости от условий взаимодействия корпуса судна со льдом. Модель оценки ударных нагрузок. Модель оценки нагрузок при ледовых сжатиях. Характеристики нагрузок. Влияние массы и скорости

хода судна. Влияние формы корпуса. Нагрузки, передаваемые на корпус судна от работы главного двигателя, гребного винта и линии валопровода. Основные понятия о вибрационных нагрузках, действующих на корпус судна от работы энергетической установки и гребного винта. Испытательные нагрузки. Аварийные нагрузки. Основные понятия. Рекомендации по определению.

2.3. Основы проектирования судовых конструкций

Проектирование судовых конструкций. Проектирование - поиск наиболее эффективного варианта конструктивного облика и наиболее рациональных значений конструктивных параметров. Параметрическое проектирование. Конструирование. Постановка проблемы проектирования в виде задачи математического программирования. Основные понятия, определения. Современное состояние и перспективы совершенствования методов проектирования судовых конструкций. Критерии проектирования судовых конструкций. Надежность - критерий проектирования конструкций. Опасные состояния конструкции: повреждения, разрушения. Формулировка надежности в терминах параметров состояния. Понятие о коэффициенте запаса и факторах его определяющих. Технологичность конструкций. Критерии технологичности. Обеспечение технологичности на ранних стадиях проектирования: выбор формы корпуса; согласование размеров грузовых помещений с габаритами секций, типоразмерами листового и профильного проката величиной шпации. Влияние шпации на массу, трудоемкость и стоимость изготовления конструкции. Обеспечение технологичности на стадиях технического и рабочего проектирования: рациональная разбивка корпуса на блоки и секции: унификация типоразмеров материала; обеспечение максимального использования материалов; выбор наиболее простых деталей и узлов: обеспечение пригодности конструкции к автоматизированному изготовлению. Технично-экономические критерии проектирования судовых конструкций. Минимизация массы конструкции. Минимизация трудоемкости изготовления и стоимости конструкции. Нормативная база проектирования конструкций корпуса судна. Правила классификационных обществ - отражение опыта проектирования и эксплуатации конструкций корпуса судна. Принципы построения и совершенствования Правил. Роль Правил классификационных организаций в обеспечении надежности конструкций корпуса судна, формировании критериев проектирования судовых конструкций. Нормы прочности корпуса судов и кораблей - аппарат для проектирования нетрадиционных конструкций судов и конструкций морских сооружений новых типов. Принципы построения, разработки и совершенствования норм прочности. Положения по конструированию. Обобщение опыта разработки конструкций. Альбомы типовых конструкторских решений.

2.4. Параметрическое проектирование конструкций корпуса судна

Общие положения параметрического проектирования конструкций корпуса судна. Декомпозиция объекта (корпуса судна) и процесса проектирования. Компонировка и согласование конструктивных схем. Выбор материала. Факторы, определяющие выбор характеристик материала. Условные модели проектирования. Проектирование конструктивных элементов. Модели "поведения" конструктивных (листовых и балочных) элементов. Модели изгиба листовых и балочных элементов в упругой стадии. Модели упругопластического деформирования листового и (или) балочного элемента. Предельное состояние листовых и балочных элементов, нагруженных локальной и (или) равномерно распределенной нагрузкой. Модели устойчивости листовых и балочных элементов при различном характере их нагружения. Постановка и решение задачи проектирования листовых и балочных элементов на основе требований нормативных документов (правил регистра, норм прочности). Проектирование наружной обшивки. Проектирование настила второго дна, палубы, платформы. Проектирование обшивки продольной и поперечной переборки. Проектирование балок основного набора конструкций. Проектирование гофрированного полотнища переборки. Проектирование пиллерсов, распорок, элементов полупереборки. Проектирование конструкции корпуса как совокупности листов и балок набора. Модели "поведения" конструкций корпуса судна. Модели: неразрезная балка; шпангоутная рама перекрытие (упругая стадия; предельное состояние). Модель устойчивости стержневой системы. Постановка и решение задач проектирования конструкций на основе нормативных документов (Правил Регистра, Норм прочности). Проектирование продольных связей корпуса судна. Модель корпуса судна, как совокупность эффективных продольных связей (эквивалентный брус). Определение нормальных и касательных напряжений от общего изгиба в вертикальной плоскости в первом приближении. Оценка устойчивости продольных связей. Редуцирование листовых элементов. Определение характеристики эквивалентного бруса с учетом редуцирования. Предельные изгибающие моменты. Особенности моделирования корпуса судна с боль-

шим раскрытием палубы. Горизонтальный изгиб и кручение корпуса судна. Постановка и решение задач проектирования продольных связей корпуса на основе требований нормативных документов (Правил Регистра, Норм прочности): Проектирование конструкций при воздействии ледовых нагрузок. Модели поведения бортовых конструкций при действии ледовых нагрузок: упругая стадия работы листовых и балочных элементов, рамных балок (до фибровой текучести); предельное состояние обшивки, балок основного набора, бортовой конструкции в целом. Модели местной устойчивости стенок балок основного и рамного набора. Модели "завала" (потери устойчивости плоской формы изгиба) балок основного набора. Модели местного смятия кромок листовых конструкций. Постановка и решение задач проектирования конструкций ледовых усилений на основе требований нормативных документов (Правил Регистра, Норм прочности). Проектирование элементов узлов корпусных конструкций Проектирование книц. Требование равнопрочности кницы и соединяемых балок. Влияние формы кницы на уровень концентрации напряжений в узле (на значения коэффициентов концентрации напряжений). Устойчивость кницы. Конструктивное обеспечение устойчивости книц. Узлы пересечения балок основного и рамного набора. Характер напряженного состояния в узле. Виды повреждений. Характеристики усталостной прочности. Выбор формы вырезов для прохода балок основного набора. Выбор формы и размеров соединительных элементов (ребер жесткости, соединительных планок). Характеристики технологичности различных вариантов узлов. Общая схема проектирования элементов узлов корпусных конструкций по требованиям к усталостной прочности.

2.5. Автоматизированное проектирование конструкций корпуса судна. Системы автоматизированного проектирования (САПР). Классификация САПР. Основные принципы организации САПР. Роль САПР в совершенствовании конструкций корпуса судна. Специализированные подсистемы параметрического проектирования конструкций корпуса судна. Задачи и структура специализированных подсистем параметрического проектирования, конструкций корпуса судна. Методические основы автоматизированного параметрического проектирования конструкций. Автоматизированная разработка рабочей конструкторской документации - автоматизированное конструирование. Автоматизированная разработка рабочей конструкторской документации с использованием систем низкого, среднего и высокого уровня. Методические основы автоматизированного конструирования.

3. Судовые устройства

3.1 Рулевые устройства. Роль устройств в обеспечении безопасной и экономически выгодной эксплуатации судна, сопоставление функций общесудовых устройств и устройств специального назначения. Средства обеспечения управляемости судна. Состав рулевого устройства и назначение его отдельных элементов. Геометрические характеристики рулей. Определение требуемой площади пера руля и выбор типа профиля. Гидродинамические характеристики изолированного руля. Определение усилий, действующих на профиль в потоке жидкости, выход судна на циркуляцию, параметры циркуляции. Схема распределения усилий в элементах рулевого устройства, расчет прочности пера руля и баллера. Конструктивное оформление элементов рулевого устройства: руля, баллера, опор. Способы соединения руля с баллером. Основные принципы разработки общего расположения рулевого устройства транспортного судна. Классификация рулевых приводов. Требования, предъявляемые к основным и резервным приводам.

3.2 Грузовые устройства. Характеристики грузовых механизмов непрерывного и периодического действия. Классификация перевозимых морем грузов. Соответствие видов груза способам грузообработки. Определение требуемой длины грузовой стрелы. Особенности построения силовых диаграмм для легких и тяжеловесных грузовых стрел. Расчет прочности и устойчивости грузовой стрелы. Схемы общего расположения грузового устройства судна с полноповоротными палубными кранами. Размещение механизмов и узлов грузового крана.

3.3 Якорное устройство. Задачи и состав якорного устройства. Схема взаимодействия якоря с грунтом, пути совершенствования конструкций якорей в целях увеличения коэффициента держащей силы. Особенности конструктивного оформления современных якорей повышенной держащей силы. Якорные цепи, конструкция и способы изготовления. Конструктивные варианты якорных клюзов, требования к ним. Стопоры якорного устройства. Области применения шпилей и брашпильей, определение требуемой мощности якорных механизмов. Набор якорного устройства по Правилам Регистра.

3.4 Буксирное и швартовное устройства. Способы буксировки. Состав и общее расположение буксирного устройства транспортного судна. Подбор элементов устройства по Правилам Регистра. Буксирное устройство специализированного судна-буксира. Определение требуемого разрывного усилия буксирного каната. Способы выполнения швартовных операций. Сравнительные характеристики и области применения швартовных канатов из различных материалов. Способы закрепления швартовных канатов. Киповые планки и клюзы.

3.5 Люковые закрытия. Типы люковых закрытий и область их применения. Общепроектная проработка, металлоконструкции, детали и узлы. Способы обеспечения водонепроницаемости. Усилия, воспринимаемые люковыми закрытиями, требования к жесткости секций закрытия. Расчет прочности.

3.6 Спасательные устройства. Структура Конвенции СОЛАС. Проблемы разработки спасательных средств. Требования к индивидуальным спасательным средствам. Спасательные жилеты и гидрокombineзоны, функциональные и конвенционные требования к ним. Оформление индивидуальных средств. Классификация коллективных спасательных средств. Нормы снабжения судов спасательными средствами.

4. Судовые системы

4.1. Конструктивные элементы судовых систем. Классификация судовых систем (общесудовые и специальные) их назначение и функции. Требования, предъявляемые к судовым системам классификационными обществами и нормативными документами. Роль судовых систем в ряду другого судового оборудования.

4.2 Трубы, трубные элементы и путевые соединения Трубы и гибкие шланги, применяемые в судостроении. Материалы труб. Основные характеристики труб и гибких шлангов: геометрические, химические, физикотехнологические и условные. Требования, предъявляемые нормативной документацией к трубам и гибким шлангам. Путевые соединения. Разъемные и неразъемные соединения, их основные характеристики. Выбор типа соединения. Прокладки для соединений. Протекторы. Трубные элементы: отводы, колена, тройники, четверники, палубные и переборочные стаканы, вварыши и приварыши. Способы изготовления трубных элементов. Методы совершенствования конструкций трубных элементов.

4.3 Арматура и приводы управления арматурой Арматура судовых систем, назначение, классификация и общие требования, предъявляемые к ней. Материалы судовой арматуры и способы изготовления. Общая арматура: краны, клапаны, задвижки, захлопки, поворотные затворы. Специальная арматура. Совершенствование конструкций арматуры. Приводы управления арматурой. Назначение, классификация и общие требования, предъявляемые к приводам. Местные и дистанционные приводы. Тросовые, валиковые, гидравлические, пневматические и комбинированные приводы.

4.4 Гидравлические механизмы судовых систем Гидравлические механизмы судовых систем, назначение и классификация. Объемные и не объемные гидравлические механизмы. Насосы, вентиляторы, воздухоподогреватели и компрессоры. Основные характеристики насосов. Устройство насосов и принцип их действия. Основные характеристики насосов: подача, напор (давление), высота всасывания, мощность, коэффициент полетного действия. Характеристики насосов при последовательной и параллельной работе. Аппараты и контрольно-измерительные приборы. Аппараты: циклонно-пенные, скрубберы, сепараторы, парогенераторы, фильтры и др. Их основные характеристики. Контрольно-измерительные приборы, назначение, классификация и принцип действия. Приборы замера уровня жидкости, давления, нефтесодержания, газового состава и др.

4.5 Гидравлические и тепловые расчеты судовых систем Основы гидравлических расчетов простых трубопроводов. Гидравлические характеристики. Основные законы и уравнения гидравлики. Полная гидравлическая характеристика трубопровода. Рабочая точка системы. Гидравлическое сопротивление в трубопроводе при ламинарном и турбулентном движении жидкости. Потери напора в гладких и шероховатых трубах. Потери напора в местных сопротивлениях. Понятие о простом, сложном и разветвленном трубопроводах. Методы расчета простых трубопроводов. Прямая и обратная задачи. Гидравлический расчет сложноразветвленного трубопровода. Устойчивая работа комплекса: гидравлический механизм - трубопровод. Методика гидравлического расчета сложноразветвленного трубопровода. Узловая точка и узловый напор. Условия равновесия узловой точки. Избыточный напор. Подбор гидравлического механизма. Применение ПЭВМ в гидравлических и тепловых расчетах. Основы тепловых

расчетов. Основные параметры влажного воздуха: состав, температура, абсолютная и относительная влажности, влагосодержание, парциальное давление, температура точки росы, теплоемкость, энтальпия. Диаграмма влажного воздуха, ее свойства и применение в тепловых расчетах. Расчетные параметры воздуха в судовых помещениях, их нормирование. Основные уравнения теплопередачи, теплопроводность судовых конструкций, теплоизоляция. Источники тепло-, влаго- и газовой выделений в судовых помещениях. Тепловлажностный и газовый балансы в судовых помещениях.

4.6. Основы проектирования и конструкция общесудовых систем. Основные принципы проектирования судовых систем. Этапы проектирования судовых систем: разработка технико-экономического задания, этапы эскизного, технического и рабочего проектирования судовых систем. Магистральные и распределительные трубопроводы. Построение схем трассировки трубопроводов: линейной, кольцевой, линейнокольцевой, комбинированной. Основные принципы проектирования судовых систем. Автономный, групповой, централизованный и комбинированный принципы построения систем. Унификация, типизация и агрегатирование при проектировании и изготовлении судовых систем. Использование ПЭВМ при пробивке трасс трубопроводов и проектировании судовых систем. Трюмные системы. Осушительная система, ее назначение, требования к проектированию, конструктивный состав. Определение диаметров магистральных и распределительных трубопроводов, выбор насосов для системы. Системы трюмной сигнализации. Спускные и перепускные трубы. Водоотливная система, назначение, конструктивный состав. Особенности гидравлического расчета водоотливной системы. Учет переменного подпора, постоянной и переменной площади ватерлинии. Определение производительности водоотливной системы. Водоотливная система со специальными выгородками. Стационарные и переносные водоотливные средства. Система сбора и очистки нефтесодержащих трюмных вод, назначение, конструктивный состав, основные требования, предъявляемые к ней. Требования Международной конвенции по предотвращению загрязнения моря с судов МАРПОЛ 73/78 к очистке нефтесодержащих вод. Определение производительности сепараторов и насосов. Принципы действия сепараторов. Автоматизация работы систем. Приборы контроля содержания нефти в сбрасываемой за борт воде. Балластные системы. Балластная система, ее назначение и размещение каждого балласта на различных типах судов, конструктивный состав. Определение диаметров трубопроводов. Типовая схема системы. Креновая и противокреновая системы. Назначение креновой системы, конструктивный состав, принцип действия. Размещение креновых цистерн на ледоколах, количество кренового балласта, время перекачки кренового балласта с борта на борт, углы крена. Ледовые ящики и их оборудование. Автоматизация работы системы. Назначение противокреновой системы и размещение жидкого балласта на судах различного типа, конструктивный состав. Принцип действия системы. Системы с перемещением жидкого балласта насосами и давлением сжатого воздуха. Автоматизация работы системы. Системы стабилизации и замера остойчивости. Назначение системы, конструктивный состав, принцип действия. Пассивные и активные средства успокоения качки. Уравнения остойчивости судна. Автоматизация работы систем. Дифференциальная система, назначение, конструктивный состав, принцип действия. Размещение дифференциального балласта, его количество, время перекачки, углы дифферента. Автоматизация работы системы. Система подогрева жидкого балласта. Назначение системы и ее размещение на судне. Различные варианты устройства систем, их конструктивный состав. Противопожарная защита морских судов и сооружений. Особенности пожаров на судах различных типов. Физико-химические основы горения. Пожарные треугольник и тетраэдр. Пожарная нагрузка и нормы ее проектирования. Принцип тушения пожаров. Классификация пожаров: А, В, С, О. Мероприятия, предусмотренные на судах для предупреждения распространения и тушения пожара. Конструктивная противопожарная защита, ее назначение. Противопожарные зоны. Огнестойкие и огнезадерживающие конструкции типов А и В. Классификация судовых противопожарных конструкций. Конструкции противопожарных дверей. Противопожарная изоляция палуб, переборок, деталей насыщения. Системы пожарной сигнализации. Функции системы. Структурная схема. Система обнаружения пожара. Сигнализация предупреждения о пуске в действие систем пожаротушения. Ручные извещатели. Датчики-извещатели: тепловые, световые, дымовые, комбинированные, предупреждающие. Рекомендуемые типы датчиков-извещателей для различных судовых помещений. Системы тушащие пожар. Система водяного пожаротушения, назначение, конструктивный состав, принципиальная схема. Подача и напор пожарных насосов, их количество на различных типах судов. Требования к расположению пожарных клапанов. Система затопления судовых помещений. Сприн-

клерная система, назначение, конструктивный состав, принцип действия. Спринклеры, их устройство. Автоматизация работы системы. Система водораспыления, назначение, конструктивный состав, принцип действия. Система водяного орошения, назначение, конструктивный состав, принцип действия, типовые принципиальные схемы. Система водяных завес, назначение, конструктивный состав, принцип действия. Системы, тушащие пожар по принципу изоляции зоны горения. Системы пенотушения, назначение, принцип действия. Химическая и воздушно механическая пена, ее кратность. Пенообразователи. Оборудование систем воздушно механического пенотушения. Схемы систем. Системы поверхностного порошкового пожаротушения, назначение, конструктивный состав, принцип действия. Типы порошков. Системы, тушащие пожар по принципу разбавления реагирующих веществ новыми, не поддерживающими горение. Системы углекислотного пожаротушения, их назначение, классификация и принцип действия. Характерные «точки» двуокиси углерода: нормальная, тройная и критическая. Требования к системам углекислотного пожаротушения, необходимое количество углекислоты для тушения пожара. Конструктивный состав систем углекислотного пожаротушения высокого и низкого давлений, определение их основных характеристик. Системы инертных газов, назначение, принцип действия. Диаграмма воспламеняемости газовой смеси. Инертные газы, состав, качественные характеристики. Установка для производства инертных газов, горелки для их получения. Принципиальные схемы систем инертных газов низкого и высокого давлений. Система азотного пожаротушения, принципиальная схема и конструктивный состав. Установки для получения азота из атмосферного воздуха. Системы, тушащие пожар по принципу химического торможения реакции горения, их назначение. Системы объемного химического пожаротушения. Устройство системы, конструктивный состав. Хладоны, хладоны с нулевым азотовым числом. Система порошкового пожаротушения, конструктивный состав, устройство, Типы порошков. Типовые схемы систем. Системы микроклимата. Назначение и классификация систем микроклимата. Расчетные и регулируемые параметры воздуха, факторы, характеризующие обитаемость на морских судах. Воздействие окружающей среды на жизнедеятельность человека. Допустимые концентрации кислорода, углекислого газа, токсичных веществ и др. Санитарногигиенические нормы для воздушной среды судовых помещений. Зоны комфортных влажностей и температур. Системы вентиляции. Назначение и классификация. Естественная и искусственная вентиляция. Проточная, вытяжная и приточно-вытяжная вентиляция. Конструктивный состав систем. Типовые принципиальные схемы систем. Особенности расчетов систем вентиляции. Кратность воздухообмена. Автоматизация работы систем. Системы отопления, охлаждения и осушения воздуха. Назначение и основные требования, предъявляемые к ним, конструктивный состав. Принципы проектирования и устройство систем парового, водяного, воздушного и электрического отопления. Системы охлаждения воздуха в обитаемых помещениях и рефрижераторных трюмах. Способы получения холода на судах. Хладагенты и хладоносители. Системы осушения воздуха с твердыми и жидкими сорбентами, принципы их проектирования и устройство. Системы кондиционирования воздуха. Назначение, классификация, основные требования, предъявляемые к ним, конструктивный состав. Низко-, средне- и высокоскоростные одно- и двухканальные системы. Центральные, местные, местно- центральные и автономные системы кондиционирования воздуха, с рециркуляцией и без рециркуляции. Построение процессов обработки воздуха в системах кондиционирования воздуха в диаграмме 4.6.15 Санитарные системы морских судов. Назначение системы бытового водоснабжения, назначение, классификация и основные требования, предъявляемые к ним, конструктивный состав. Нормирование качества питьевой воды. Способы хранения и получения пресной воды на судах. Принципы проектирования и устройство систем пресной воды (питьевой и мытьевой) и бытовой заборной воды. Расчет баланса расхода воды системами бытового водоснабжения. Сточные системы. Назначение систем, классификация и основные требования, предъявляемые к ним, конструктивный состав. Принципы проектирования и устройство систем. Шпигаты открытых палуб. Системы общесудового энергоснабжения. Назначение системы сжатого воздуха и основные требования, предъявляемые к ним, конструктивный состав. Принципы проектирования и устройство систем сжатого воздуха низкого, среднего и высокого давлений. Опасность явлений компрессионной вспышки и обмерзания оборудования систем. Блоки очистки и осушки воздуха. Системы гидравлики. Назначение системы, основные требования, предъявляемые к ним, конструктивный состав. Рабочие жидкости систем гидравлики и их свойства. Принципы проектирования и устройство систем. Типовые принципиальные схемы. Гидравлический удар.

4.7 Системы специализированных судов

Грузовые и обеспечивающие системы танкеров. Классификация. Грузовые системы танкеров, их назначение, принцип действия, конструктивный состав. Свойства перевозимых грузов. Различные схемы грузовых систем. Системы с погружными насосами. Зачистные системы, назначение, конструктивный состав. Устройства для устранения прихватов воздуха. Обеспечивающие системы танкеров, классификация, назначение, общие требования, предъявляемые к ним. Системы подогрева жидкого груза, мытья и пропаривания танков, газоотвода, инертных газов, орошения палуб. Принципы проектирования и устройство систем. Принципиальные схемы систем. Грузовой и обеспечивающий комплексы судов-газовозов. Грузовые системы, назначение, принцип действия при перевозке сжиженного газа под давлением, под давлением с охлаждением, при глубоком охлаждении, с промежуточной цистерной, с погружными насосами. Конструктивный состав систем. Аварийные грузовые системы. Грузовые колонны. Зачистка грузовых емкостей и осушение. Балластировка судов-газовозов. Приборы контроля в грузовых емкостях. Системы контроля уровня груза в грузовых емкостях: косвенного типа, закрытого типа (с поплавковыми, магнитными и электронными датчиками, пневматические устройства, радиоактивные изотопы и ультразвуковые датчики), акустические указатели уровня, смотровые стекла. Световая и звуковая сигнализация о предельно допустимом уровне груза. Приборы контроля давления и температуры в грузовых емкостях. Системы морских буровых установок. Системы общего назначения: осушительные, балластные, противопожарные, микроклимата, санитарные и энергоснабжения. Особенности их проектирования и устройства на морских буровых установках. Специальные системы морских буровых установок. Балластные системы полупогружных и погружных буровых установок, балластировки опорного башмака, балластировки при задавливании опор в грунт, грунторазмыва, снабжения самоподъемных буровых установок заборной водой, технологической заборной воды, подогрева топлива в цистернах опор, дозаправки вертолета, азотные, удаления льда с корпусных конструкций, обогрева стекол бурового мастера и др. Гидравлическая система подъема и спуска корпуса самоподъемной буровой установки. Взрывоопасные зоны. Системы противохимической вентиляции. Системы технологического комплекса. Назначение и классификация системы. Манифольды бурового и тампонажного растворов. Система пневмотранспорта порошкообразных материалов. Трубопроводы циркуляционной системы. Основное буровое оборудование. Системы подводных трубопроводов. Общие положения. Трубы, применяемые для подводных трубопроводов, их материалы и размеры. Внешние нагрузки, действующие на подводный трубопровод; ветер, течения, волны, ледовые образования, механические воздействия и др. Способы укладки подводных трубопроводов, земляные работы, балластировка подводных трубопроводов, величина заглубления трубопроводов в траншею, мероприятия по защите трубопроводов от коррозии. Основные принципы аварий трубопроводов и их ремонт. Специальные системы рыбопромысловых судов. Виды судов рыбопромыслового флота, особенности его эксплуатации. Специальные системы, их назначение и классификация, конструктивный состав, принципиальные схемы и устройства. Системы технологического комплекса рыбопромысловых судов, назначение и классификация. Функции, основные принципы проектирования и особенности устройства систем рыбьего жира, растительного масла, тузлука, гидропневмотранспорта рыбы и морепродуктов, производственной пресной и заборной воды, производственных сточных вод.

4.8. Надежность судовых трубопроводов. Экологическая безопасность

Надежность судовых трубопроводов. Основные показатели надежности. Характеристики отказов судовых трубопроводов. Основные факторы, влияющие на надежность трубопроводов, их классификация. Места интенсификации и локализации коррозионно-эрозионных разрушений в судовых трубопроводах. Защита от коррозионных разрушений путем нанесения различных антикоррозионных покрытий и совершенствования конструктивно-технологического исполнения трубопроводных элементов. Роль судовых систем в обеспечении экологической безопасности судов и морских сооружений. Борьба с загрязнением моря нефтесодержащими водами. Системы сбора и очистки нефтесодержащих трюмных вод. Очистка промывочных вод танкеров. Системы одно- и двухкаскадного отстоя промывочных вод. Сепараторы, различные принципы их действия. Аварийное фонтанирование (выбросы) на морских буровых установках, борьба с ними. Привенторные сборки. Борьба с аварийными разливами нефти и сжиженного газа. Суданефтесборщики. Очистка сбрасываемых за борт сточных и хозяйственно-бытовых вод. Принципы действия инсенераторов и печей сжигания твердого мусора.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

к части 1

1. Ашик В.В. Проектирование судов. Л.: Судостроение, 1985. - 320 с.
2. Балкашин А.И. Проектирование кораблей. М.: Воениздат, 1954.
3. Бронников А.В. Проектирование судов: учебник / А.В. Бронников. – Л.: Судостроение, 1991. – 320 с.
4. Бронников А.В. Особенности проектирования морских транспортных судов / А.В. Бронников. – Л.: Судостроение, 1971. - 328 с.
5. Букшев А.В. Проектирование морских транспортных судов / А.В. Букшев, О.В. Одегова. – СПб.: ГМТУ, 2008.- 36 с.
6. Галанов И.П. Плавающие буровые платформы. Л.: Судостроение, 1981.
7. Гайкович А.И. Теория проектирования водоизмещающих кораблей и судов. В 2 т. Т.1. Описание системы «Корабль» /А.И. Гайкович. – СПб.: Изд-во НИЦ МОРИНТЕХ, 2014. – 819 с.
8. Гайкович А.И. Теория проектирования водоизмещающих кораблей и судов. В 2 т. Т.2. Анализ и синтез системы «Корабль» /А.И. Гайкович. – СПб.: Изд-во НИЦ МОРИНТЕХ, 2014. – 812 с. 14
9. Гайкович А.И., Пашин В.М. Определение основных элементов судна в начальной стадии проектирования. Л.: ЛКИ, 1984.
10. Гордон Л.А. Расчет водоизмещения и основных размеров корабля. Судпромгиз, 1955.
11. Демешко Г.Ф. Проектирование судов. Амфибийные СВП: Учебник В 2-х кН. Кн.1 – СПб: Судостроение, 1992. – 269 с
12. Демешко Г.Ф. Проектирование судов. Амфибийные СВП: Учебник В 2-х кН. Кн.2 – СПб: Судостроение, 1992. – 329 с
13. Джордж Ч. Манинг. Теория и техника проектирования кораблей /Д.Ч. Манинг. – М.: Воениздат. - 292 с.
14. Зайцев Н.А. Отечественные суда на подводных крыльях / Н.А. Зайцев, А.И. Маскалик. – Л.: Судостроение, 1967. – 362 с.
15. Захаров И.Г. Теория компромиссных решений при проектировании корабля. Л.: Судостроение, 1987.
16. Злобин Г.П. Суда на подводных крыльях и воздушной подушке / Г.П. Злобин, С.П. Смигельский. – Л.: Судостроение, 1976. - 264 с.
17. Злобин Г.П. Суда на воздушной подушке / Г.П. Злобин, Ю.А. Симонов. – Л.: Судостроение, 1971. – 212 с.
18. Иванов В.П. Техничко-экономические основы создания рыболовных судов: учебник: /В.П. Иванов // - Калининград: Изд-во БГАРФ, 2010. – 275 с.
19. Ионов Б.П. Проектирование ледоколов /Б.П. Ионов, Е.М. Грамузов, В.А. Зуев. – СПб.: Судостроение, 2013. -512 с.
20. Зуев В.А. Выбор основных характеристик морских транспортных судов на начальной стадии проектирования: учебное пособие / В.А. Зуев, Н.В. Калинина, Ю.И. Рабазов. – Нижний Новгород, Изд-во Нижегород. Гос. техн. ун-т, 2007. – 225 с.
21. Краев В.И. Экономические обоснования при проектировании морских судов. Л.: Судостроение, 1981.
22. Многокорпусные суда / Под. ред. В.А. Дубровского. Л.: Судостроение, 1978. – 304 с.
23. Ногид Л.М. Проектирование морских судов. Ч.1. Методика определения элементов проектируемого судна / Л.М. Ногид. – Л.: Судостроение, 1964. – 360 с.
24. Пашин В.М. Оптимизация судов /В.М. Пашин.– Л.: Судостроение, 1983. – 296 с.
25. Проектирование судов внутреннего плавания / Н.К. Дормидонтов, В.Н. Анфимов, П.А. Малый, Б.А. Пахомов, Н.Л. Шмуйлов. – Л.: Судостроение. 1974. – 335 с.
26. Основы теории судов на воздушной подушке / Бенуа Ю.Ю., Дьяченко В.К., Колызаев Б.А., Литвиненко В.А., Озимов И.В., Смирнов С.А. – Л.: Судостроение, 1970. - 456 с.
27. Особенности проектирования судов с новыми принципами поддержания / К.А. Колызаев, А.И. Косоруков, В.А. Литвиненко, Г.И. Попов. Л.: Судостроение, 1974. 328 с.

28. Роннов Е.П. Проектирование судов внутреннего плавания: уч. пособие: /Н.П. Роннов// - Н.Новгород: Изд-во ВГАВТ, 2009. -288с.

29. Раков А.И. Проектирование промысловых судов / А.И. Раков, Н.Б. Севастьянов.- Л.: Судостроение , 1981. – 376 с.

30. Раков А.И. Оптимизация основных характеристик и элементов промысловых судов / А.И. Раков. – Л.; Судостроение , 1978. - 232 с.

31. Степанова Л.А. Конкурентоспособность организаций и продукции судостроительной промышленности: учебное пособие / Л.А. Степанова, Е.В. Маслюк. – Калининград,: Издво ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2011. – 263 с.

к части 2

1. Барабанов Н.В. Конструкция корпуса морских судов: Учеб. В 2 т. Т. 1 Общие вопросы конструирования корпуса судна; Т. 2: Местная прочность и проектирование отдельных корпусных конструкций судна. СПб.: Судостроение, 1993. 15

2. Бойцов Г.В., Палий О.М. Прочность и конструкция корпуса судов новых типов. Л.: Судостроение, 1989.

3. Васильев А.Л. Модульный принцип формирования техники. М.: Изд-во стандартов, 1989.

4. Вронский А.И., Глозман М.К., Козляков В.В. Основы выбора конструкций корпуса судна. Л.: Судостроение, 1974.

5. Вронский А.И, Корпусные конструкции судов промыслового флота. Л.: Судостроение, 1978.

6. Глозман М.К. Технологичность конструкций корпуса морских судов. Л.: Судостроение, 1984.

7. Короткий Я.И., Рабинович О.Н., Ростовцев Д.М. Волновые нагрузки корпуса судна. Л.: Судостроение, 1987.

8. Симонович А.И., Тристанов Б.А. Конструкция корпуса промысловых судов; Учеб, Л.: Судостроение, 1991.

9. Лазарев В.Н., Юношева Н.В. Проектирование конструкций судового корпуса и основы прочности судов: Учеб. Л.: Судостроение, 1989.

10. Протопопов В.Б., Свечников О.И., Егоров Н.М. Конструкция корпуса судов внутреннего и смешанного плавания. Л.: Судостроение, 1984.

11. Путов Н.Е. Проектирование конструкций корпуса морских судов. Ч. 1, 2. Л.: Судостроение. 1976, 1977.

12. Российский Морской Регистр Судоходства. Правила классификации и постройки морских судов, Т.1. СПб.: Изд-во РМРС, 1999.

к части 3

1. Справочник по судовым устройствам. В 2 т. Т.1. Рулевые, якорные и швартовные устройства / А.Н. Гурович, В.И. Асиновский, А.Н. Лозгачев, Д.А. Гринберг. – Л.: Судостроение, 1975. - 352 с.

2. Справочник по судовым устройствам. В 2 т. Т.2. Буксирные, спасательные и грузовые устройства / А.Н. Гурович, А.Н. Лозгачев, Д.А. Гринберг. – Л.: Судостроение, 1975. - 328 с.

3. Механизированные закрытия судовых грузовых люков / А.Л. Васильев и др. Л.: Судостроение, 1976.

4. Симоненко А.С. Устройства плавучих буровых установок: Учеб. СПб.: Изд-во центр СПбГМТУ, 1994.

5. Симоненко А.С, Смирнов Ю.А. Подруливающие устройства морских транспортных судов: Учеб, пособие. Л.: Изд-во ЛКИ, 1979.

6. Судовые устройства. Справочник / Под общ. ред. М.Н. Александрова. Л.: Судостроение, 1987.

7. Судовые устройства: Учеб. / Под общ. ред. М.Н. Александрова. Л.: Судостроение, 1982.

к части 4

1. Алмазов Г.К., Степанов В.В., Гуськов М.Г. Элементы общесудовых систем: Справочник. Л.: Судостроение, 1982.

2. Захаров Ю.В. Судовые установки кондиционирования воздуха и холодильные машины. Л.: Судостроение, 1989.
3. Макаров В.Г. Специализированные системы судов-газовозов: Учеб. / СПб.: Изд-во ГМТУ, 1997.
4. Макаров В.Г., Ситченко Л.С. Надежность трубопроводов судовых систем. Л.: Издво, ЛКИ, 1985.
5. Макаров В.Г., Ситченко Л.С., Плесевиčius П.И. Системы микроклимата. Вентиляция и отопление судовых помещений: Учеб, пособие. СПб.; Изд-во ГМТУ, 1993.
6. Морские буровые установки: Учеб. / Р.В. Борисов, В.Г. Макаров, В.В. Макаров и др. СПб.: Судостроение, 2000.
7. Мундингер А.А., Мокрецов В.П., Тарасов А.Д. Судовые системы технического кондиционирования: Справочник. Л.: Судостроение, 1977.
8. Правила классификации и постройки морских судов. Российский Морской Регистр судоходства. Т.1,2. СПб.,1999.
9. Санитарные системы морских судов: Учеб, пособие / М.Г. Гуськов, В.Г. Макаров, Л.С. Ситченко и др. Л.: Изд-во ЛКИ, 1989.
10. Ситченко Л.С, Макаров В. Г. Основы проектирования судовых систем энергоснабжения: Учебное пособие. Л: Изд-во ЛКИ, 1983.
11. Ситченко Л.С, Макаров В.Г. Основы проектирования грузовых и обеспечивающих систем танкеров: Учебное пособие. Л.: Изд-во ЛКИ, 1984.
12. Ситченко Н.К., Ситченко Л.С. Общее устройство судов: Учеб. Л.: Судостроение, 1987.
13. Справочник по гигиене и санитарии на судах / Под ред. Ю.М.Сенько, Г.И. Арановича. Л.: Судостроение, 1984.
14. Хордас Г.С. Расчеты общесудовых систем: Справочник. Л.: Судостроение, 1983.

2.5 ВОПРОСЫ ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

2.5.19 «ТЕХНОЛОГИЯ СУДОСТРОЕНИЯ, СУДОРЕМОНТА И ОРГАНИЗАЦИЯ СУДОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА»

1. Научные основы технологии судостроения

1.1 Производственный процесс в судостроении и его технологическая подготовка. Научное содержание технологии судостроения. Производственный процесс в судостроении: его состав, объекты и стадии. Основные виды судостроительного производства. Подготовка судостроительного производства, в том числе техническая проектно-конструкторская и организационно-технологическая. Автоматизированные системы технической подготовки производства.

1.2 Проектно-конструкторская документация на постройку судна. Классификация документов, в том числе в условиях применения новых информационных технологий. Технологичность конструкции, ее виды и критерии оценки. Научные основы разработки технологических процессов в судостроении. Экономическая оценка технологических процессов. Принципы определения затрат труда при постройке судна. Виды трудоемкости, способы ее определения. Планирование производственного процесса по времени.

1.3 Современные судостроительные материалы. Их классификация и предъявляемые к ним требования. Основные свойства и технологические особенности применения металлических и неметаллических судостроительных материалов.

1.4 Научные основы автоматизации технологической подготовки производства верфи. Технологическая подготовка производства, ее основные функции согласно единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП). Особенности и этапы технологической подготовки судостроительного производства. Теоретические основы создания автоматизированной системы технологической подготовки производства (АСТПП). Принципы построения АСТПП, их структура. Состав информационного и технического обеспечения. Область применения АСТПП на судостроительных предприятиях. Современные интегрированные автоматизированные системы проектирования и технологической подготовки производства (АСПр /АСТПП). Деление таких систем на универсальные и специализированные. Способы геометрического моделирования формы судовых поверхностей и способы их использования для формирования математических моделей судов в составе рассматриваемых систем. Структура интегрированных АСПр/АСТПП и краткая характеристика входящих в них технологических модулей. Адаптация зарубежных систем к условиям отечественного судостроительного производства.

1.5 Планово-технологическая подготовка судостроительного производства. Ее назначение и содержание, графические методы выполнения. Применение математических методов и ЭВМ при решении задач планово-технологической подготовки производства. Автоматизированные системы планово-технологической подготовки производства. Принципы моделирования технологических процессов и решения задач планово-технологической подготовки производства.

1.6 Научные основы, интенсификации судостроительного производства. Совершенствования методов постройки судов, в том числе на основе модульного принципа; применения математических методов и компьютерных технологий и программных продуктов при управлении технологическими процессами механизации и автоматизации производственных процессов вплоть до применения робототехники и гибких автоматизированных производств (ГАП); разработки прогрессивных технологических процессов на основе новых физических явлений и др.

1.7 Научные основы совершенствования корпусообрабатывающего производства. Комплексная механизация и автоматизация как основа развития корпусообрабатывающего производства. Создание поточных автоматизированных линий, комплексномеханизированных и специализированных участков. Теоретические основы и предпосылки создания автоматизированных систем управления отдельными видами оборудования, гибкими производственными модулями, поточными линиями, специализированными участками и цехом в целом. Теоретические основы, применяемые способы и виды оборудования механической, тепловой, в том числе лазерной, вырезки корпусных деталей и технико-экономическая оценка способов резки. Чистота реза и точность вырезанных деталей. Перспективы совершенствования оборудования для вырезки корпусных деталей. Гибкий производственный модуль вырезки деталей корпуса судна из листового металлопроката. Применение многофункциональных машин тепловой вырезки листовых

деталей. Теоретические основы процесса гибки и правки деталей корпуса судна из листового и профильного металлопроката. Определение режимов гибки и правки таких деталей. Влияние гибки и правки на изменение механических свойств судокорпусных металлических материалов. Современные виды и перспективы развития правильно-гибочного оборудования. Теоретические предпосылки создания новых видов автоматизированного правильно-гибочного оборудования. Разработка способа и оборудования ротационно-локальной гибки деталей корпуса.

1.8 Научные основы сборочно-сварочного и корпусостроительного производств. Конструктивно-технологическая классификация корпусных конструкций и сборочно-сварочной оснастки для их изготовления. Требования, предъявляемые к оснастке. Этапы и основные положения методики расчетного выбора сборочно-сварочной оснастки. Технологические основы и расчетные принципы проектирования оснастки. Точность формы рабочей поверхности оснастки. Расчетные методы оценки точности формы. Расчет необходимого количества оснастки и производственных площадей для ее размещения, Роль оснастки в условиях комплексно-механизированного производства.

1.9 Теоретические основы проектирования технологических процессов изготовления секций корпусов судов. Структурные схемы процессов сборки и сварки секций. Системы признаков и ограничений вариантов технологии сборки и сварки секций. Расчетный выбор варианта технологии изготовления секций корпусов судов.

1.10 Комплексная механизация и автоматизация как основа развития технологии сборочно-сварочного производства. Технологичность корпусных конструкций. Научные принципы комплексной механизации и автоматизации. Примеры типовых комплексно механизированных поточных линий и участков изготовления конструкций из различных судостроительных металлических материалов. Перспективы роботизации сборочно-сварочного производства.

1.11 Теоретические основы сварки металлических конструкционных материалов. Классификация сварных соединений судовых конструкций. Требования, предъявляемые к сварным соединениям. Химическая и механическая неоднородность сварных соединений и их влияние на работоспособность конструкций. Современные способы сварки и виды оборудования. Пути развития сварочных процессов. Контроль качества сварных соединений. Перспективы роботизации сварочных процессов в судостроении.

1.12 Теплофизические процессы при сварке корпусных конструкций. Сварочные деформации корпусных конструкций. Механизм возникновения, расчетные методы определения, конструктивно-технологические способы их уменьшения, компенсации и устранения. Методы тепловой и холодной правки конструкций. Методы постройки судов и способы формирования корпуса. Выбор и обоснование методов постройки судов на основе моделирования принципиальной технологии с использованием компьютерных технологий и программных продуктов. Перспективы развития метода постройки судов в т.ч. с использованием модульного принципа. Характеристика построечных мест и их оборудования. Классификация стапельных работ. Перспективы развития стапельного производства.

1.13 Основные направления механизации стапельных работ. Механизация корпусных работ на построечном месте. Механизированные опорное и опорно-транспортное устройства. Методы расчета количества и расположения входящих в них элементов. Классификация сборочных работ. Механизированный сборочный инструмент, типы и характеристика. Уровень механизации сварочных работ и пути его повышения. Перспективы создания сборочно-сварочных агрегатов.

1.14 Точность в судовом корпусе-строении и теоретические основы ее повышения. Размерно-технологический анализ корпуса судна. Его назначение, сущность и методика выполнения. Методы расчета размерных цепей по корпусу судна. Изготовление корпусных конструкций в «чистый» размер. Предварительная контуровка конструкций и применяемое оборудование. Технико-экономическая эффективность размерно-технологического анализа корпуса судна.

1.15 Методы и средства измерения в судовом корпусостроении и предъявляемые к ним требования. Погрешности линейных измерений, горизонтального и вертикального нивелирования с использованием традиционных средств измерений, а также оптических и лазерных приборов. Перспективы применения оптико-электронных измерительных приборов, а также создания на их основе автоматизированных измерительных систем в судовом корпусостроении

1.16 Непроницаемость и герметичность корпусов судов. Виды, методы и нормы испытаний. Применение газообразных пробных средств и научные обоснования параметров таких испытаний. Перспективы применения течеискателей при испытании конструкций на герметичность. Типы течеискателей и принципы их действия. Акустические течеискатели.

1.17 Спуск судов на воду. Классификация способов спуска судов на воду. Спуск судов на воду с использованием продольного наклонного стапеля. Спуск судов на воду с использованием механизированного слипа и вертикального судоподъемника. Передаточный плавучий док. Сухой и наливной доки.

1.18 Достроечное производство. Классификация корпусодостроечного, механомонтажного, электромонтажного и трубопроводного производств. Основные направления развития достроечного производства.

1.19 Механомонтажное производство. Современное состояние и современные тенденции повышения его технического уровня. Модульно-агрегатный метод монтажа механизмов. Его сущность и технико-экономическая эффективность. Механизация механомонтажных работ. Состояние и перспективы. Научные основы системы задания баз при монтаже машин, механизмов и трубопроводов. Собираемость механического оборудования и крупных сборочных единиц при модульно-агрегатном методе. Методы обеспечения взаимозаменяемости механического оборудования и трубопроводов. Основы обеспечения технологичности сборочных единиц механического оборудования. Монтаж судовых валопроводов. Методы расчета центровки валопроводов и методы их монтажа. Окончательный монтаж валопроводов до спуска судна на воду.

1.20 Судовые системы и трубопроводы. Способы трассировки трубопроводов, в том числе в условиях применения интегрированных автоматизированных систем САПр/АСТПП. Теоретические основы обеспечения технологичности судовых систем. Применение раструбных соединений трубопроводов и сильфонных компенсаторов в составе систем. Методы монтажа и испытания систем и трубопроводов на судне. Пути повышения надежности судовых трубопроводов. Коррозионная стойкость трубопроводов из различных металлов.

1.21 Современные методы изготовления труб, применяемое оборудование и оснастка. Гибка труб на станках с ЧПУ, в том числе с нагревом ТВЧ. Методика расчета основных параметров процесса гибки труб. Научные основы комплексной механизации и автоматизации трубозаготовительного производства. Оборудование и принципы организации поточных комплексно-механизированных линий обработки труб. Перспективы применения промышленных роботов.

1.22 Состав, современное состояние и основные направления повышения технического уровня корпусодостроечных видов производства. Механизация и автоматизация изготовления изделий корпусодостроечной номенклатуры, труб систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Перспективы применения промышленных роботов в достроечных видах производства. Современные направления научно-технического прогресса в области отделки и оборудования судовых помещений. Научные основы модульных методов формирования, отделки и оборудования судовых помещений. Каркасные (однорядные и двухрядные) и бескаркасные модульные системы формирования и отделки судовых помещений. Изоляция судовых конструкций и предъявляемые к ней требования. Типы, способы приготовления и нанесения изоляции на судовые конструкции. Механизация работ по приготовлению и нанесению изоляции. Научные достижения в области изоляции судовых конструкций, подготовке и нанесении лакокрасочных и других покрытий. Требования к подготовке поверхности конструкции под покраску. Современные методы и инструмент для нанесения лакокрасочных и других покрытий. Основные пути сокращения достроечно-периода постройки судов.

1.23 Сдаточные испытания. Классификация методов испытаний судов, основные задачи и их организация. Научные основы организации процесса сдачи судов, формирования программы испытаний. Имитационные методы и средства для проведения регулировочно-наладочных работ и режимных испытаний судового оборудования. Основные пути сокращения сдаточного периода постройки судов.

2. Научные основы технологии изготовления корпусных конструкций из композитных неметаллических материалов

2.1. Композитные конструкционные неметаллические материалы в судостроении. Классификация композиционных неметаллических материалов. Основные компоненты композитных материалов и

их влияние на технологию изготовления конструкций, свойства материала в конструкции. Теоретические основы применения композитных неметаллических материалов для изготовления корпусных конструкций. Современные методы изготовления судовых конструкций из композитных материалов (контактное формование, намотка, напыление и др.). Необходимая оснастка и области применения методов. Пути совершенствования этих методов и создания новых.

2.2 Методы формирования корпуса судна из полимерных композиционных материалов. Классификация методов изготовления корпусов судов из полимерных композиционных материалов. Монолитный и секционный способы постройки корпуса судов. Теоретические основы дефектоскопий конструкций из композитных материалов. Требования охраны труда, пожарной безопасности и экологии при производстве конструкций из композитных материалов.

3. Технология судоремонта

3.1 Технология ремонта корпусов, систем и устройств кораблей и судов. Физикохимические процессы, влияющие на работоспособность материалов и изделий. Кинетика процессов механического разрушения материалов. Влияние циклического нагружения, концентрации напряжений и коррозионно-активной среды на разрушение конструкций судов. Кинетика химических и электрохимических процессов коррозии металлов. Влияние на скорость электрохимической коррозии судокорпусных сталей и других материалов температуры, солености, скорости движения морской воды и прочих факторов.

3.2 Дефектация корпусов, систем и устройств судов. Теоретические основы методов дефектоскопии, применяемых в судоремонте. Определение и теоретические основы нормирования износов и повреждений корпусных конструкций, элементов систем и устройств. Оценка прочности корпусов судов при дефектации. Автоматическая система дефектации в судоремонте.

3.3 Ремонт корпусов судов. Теоретические основы типовых технологических процессов ремонта элементов корпуса: устранения трещин, правки деформированных листов обшивки и настила, установки вставок на листовых конструкциях и пр. Техноэкономические критерии методов ремонта корпуса. Проблемы секционно-блочного метода ремонта корпуса. Ремонтные напряжения в корпусе судна и способы их снижения. Механизация технологических процессов ремонта судов.

3.4 Ремонт судовых систем и устройств. Способы повышения долговечности систем и устройств. Теоретические основы типовых технологических процессов восстановления деталей систем и устройств: электродуговой наплавки, металлизации, гальваностегии, правки (валов) и пр.

3.5 Защита судов от коррозии в период эксплуатации и стоянки. Требования к качеству очистки корпусов. Сравнительная оценка современных способов очистки корпусов. Современные лакокрасочные материалы, способы и схемы окраски корпусов. Принципы расчета электрохимической защиты корпусов судов. Защита судов от электрокоррозии в период эксплуатации и ремонта.

3.6 Подводно-технические работы. Классификация работ. Условия производства сварки и энергетические характеристики электрической дуги в воде. Влияние различных факторов на процесс формирования шва при подводной электродуговой сварке. Совершенствование способов подводной резки металлов. Автоматизация процессов электросварки и резки под водой. Демонтажно-монтажные работы по винторулевому комплексу на плаву.

3.7 Ремонт механического оборудования. Классификация видов ремонтных работ оборудования и механизмов. Методы и средства дефектации механического оборудования. Основы нормирования износов и повреждений. Индустриальные методы ремонта механического оборудования. Агрегатный ремонт и его технико-экономические показатели.

3.8 Судоподъемные сооружения и докование судов. Классификация судоподъемных сооружений. Перспективы развития судоподъемных сооружений. Проблемы их специализации по типам докуемых судов. Критерии эффективности использования доков и их сравнительный анализ. Теоретические основы выбора типов и унификации параметров судоподъемных сооружений. Экономическое обоснование требуемого количества судоподъемных сооружений. Моральное старение и размерная модернизация судоподъемных сооружений.

3.9 Совершенствование технологии докования судов. Проблемы конструирования докового устройства. Механизация процесса постановки судов в док и ее эффективность. Определение действующих усилий и реакций при постановке судна в док. Регулирование действующих на судно и док уси-

лий при доковании. Экономическая эффективность одноместного и группового докования. Неполное докование и кессонирование.

3.10 Совершенствование докового ремонта. Формирование календарных графиков докования судов. СПУ доковым ремонтом. Совершенствование организации доковых работ, структуры доковых цехов и участков. Применение ЭВМ для планирования и управления доковым ремонтом. Современный уровень механизации доковых работ.

3.11 Совершенствование организации ремонта судов. Ремонтопригодность и ее обеспечение. Система технического обслуживания и ремонта судов и нормирование их эксплуатации. Виды, методы и этапы ремонта судов. Построение модели ремонта, позволяющей оценить его влияние на эффективность использования флота. Проблема автоматизации управления судоремонтным производством. Расчет оптимального плана судоремонта. Интенсификация судоремонтного производства. Применение средств механизации при ремонте корпусов, механизмов, систем, устройств и оборудования судов Основы АСУ судоремонтным производством.

4. Организация судостроительного производства

4.1 Основы организации производства. Состояние и перспективы развития судостроительного производства. Современные методы и проблемы организации производства. Цели и особенности судостроительного производства в современных условиях. Классификация ресурсов и планово-учетных единиц работ. Трудоемкость постройки судна, ее структура, виды, методы расчета, нормативная база.

4.2 Моделирование технологических процессов. Проблема моделирования задач организации. Классификация моделей. Корреляционные и имитационные модели. Принцип руководства на основе исключения. Направленные графы и сетевые модели, в том числе, отображающие процессы постройки судов. Организация решения задач сетевого моделирования в ИВЦ предприятия. Математические методы в организации производственного процесса: теория массового обслуживания, метод замен, теория расписаний и т.п. Производственный цикл и его структура, в том числе в цехах верфи и судового машиностроения. Принципы формирования партий деталей, узлов и других изделий; порядок запуска их в производство и комплектация; задела и опережения. Пространственная организация производственного процесса; планировка и зонирование верфей и отдельных цехов; пространственная организация работ на строящемся судне. Особенности организации производственных процессов в единичном, серийном и массовом производстве. Производственная структура объединений, предприятий, цехов и участков: их специализация и условия кооперирования. Современные тенденции в области оптимизации производственных структур. Производственная мощность предприятия, методы и расчеты, паспорт предприятия. Классификация производственных процессов и типовых форм организации основных видов судостроительного производства. Методы группового производства в судостроении. Организация гибкого интегрированного производства. Организация, классификация и основные характеристики поточных, механизированных и автоматизированных линий и участков цехов. Эффективность производства, критерии и показатели ее оценки, факторы повышения в современных условиях. Организационный и технический уровни производства и их влияние на эффективность: величина резервов эффективности, их структура и пути реализации. Перспективы совершенствования организации и управления производством. Автоматизированные системы управления проектами в судостроительном производстве. Совершенствование организации рабочих мест на судостроительных предприятиях. Классификация и аттестация рабочих мест.

4.3 Организация технической подготовки производства. Основные этапы и службы организации подготовки производства. Конструкторская подготовка производства: требования к ней в соответствии с ЕСКД. Организационная структура конструкторских подразделений, их научно-исследовательская база. Значение стандартизации, нормализации, унификации и типизации проектно-конструкторских разработок. Организация конструкторской подготовки в условиях применения интегрированных автоматизированных систем САПР/АСТПП и создания инженерных центров на судостроительных предприятиях. Содержание и задачи технологической подготовки производства. Роль и значение ЕСТПП и ЕСТД. Нормативно-технологическая документация, система ПУЕ и определение их удельных значений. Графики подготовки производства. Технологическая подготовка производства в условиях применения новых информационных технологий и интегрированных автоматизированных систем САПР/АСТПП.

4.4 Организация технического контроля. Роль, права и структура органов технического контроля. Организация контроля материалов, заготовок, деталей, готовых узлов, механизмов и средств производства. Методы технического контроля и области их применения. Метрологическая служба и контрольно-измерительное хозяйство предприятия. Организация государственной приемки. Системы удостоверений. Организация испытаний и сдачи судов 7 заказчику. Сертификация продукции и производства судостроительных предприятий. Требования к сертификации. Методы, порядок проведения и оформление результатов сертификации.

4.5 Организация технического обслуживания производства. Организация, задачи и структура: инструментального хозяйства, эксплуатации энергохозяйства, ремонтных служб, складского хозяйства. Организация транспортного хозяйства. Расчет грузопотоков.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

к разделу 1

1. Аналитические методы плазово- технологической подготовки судостроительного производства / Новиков И.Г. Зефирова И.В. Файзулин Д.Г.- Л.: Судостроение. 1984.
2. Арью А.Р. Комплексная подготовка производства в судостроении. Л.: Судостроение, 1986.
3. Бреслав Л.Б. Экономические модели в судостроительном производстве. Л.: Судостроение, 1984.
4. Галкин В.А. Справочник по сборочно-сварочной оснастке цехов верфи. Л.: Судостроение, 1983.
5. Галкин В.А. Справочник технолога-судосборщика. Л.: Судостроение, 1985.
6. Глозман М.К. Технологичность корпусных конструкций морских судов. Л.: Судостроение, 1984.
7. Горелик Б.А. Судовые трубопроводные работы: Справочник. Л.: Судостроение, 1984.
8. Кравченко В.С. Монтаж судового механического оборудования. Л.: Судостроение, 1975.
9. Комплексная механизация корпусных работ в судостроении. В.С. Михайлов, А.Я. Розин, Ю.Ю. Мосалев, А.А. Миронов. ЦНИИ «Румб», 1984.
10. Кузьменко В.К. Охрана труда в судостроении. СПб.: Судостроение, 1985.
11. Кузьминов С.А. Сварочные деформации судовых корпусных конструкций. Л.: Судостроение, 1979.
12. Куклин. О.С., Михайлов В.С. Проблемы повышения качества правки и гибки корпусных деталей и конструкций. ЦНИИ «Румб», 1988.
13. Михайлов В.С. Основы технологии правки сварных конструкций. Л.: Судостроение, 1983.
14. Механизация и автоматизация судостроительного производства: Справочник / Л.Ц. Адлерштейн. М.И. Клестов, Л.А. Нахамкин и др. Л.: Судостроение, 1988.
15. Модульная постройка судов / Л.Ц. Адлерштейн, Г.В. Бавыкин, А.Л. Васильев и др. Л.: Судостроение, 1984.
16. Модульно-панельный метод формирования судовых корпусов и надстроек. / В.С. Михайлов, Г.В. Бавыкин, В.Ф. Рыманов и др. НПО «Ритм», 1985.
17. Основы технологии судостроения / В.Л. Александров, Г.В. Бавыкин, В.П. Доброленский и др. СПб.: Судостроение, 1995.
18. Справочник по приемосдаточным испытаниям судов / Г.В. Вдовиков, В.А. Губанов, И.Е. Лучко. - Л.: Судостроение, 1983.
19. Средства технологического оснащения корпусообработывающих цехов / Куклин О.С., Ширшов И.Г., Шабаршин В.П. - ЦНИИ «Румб», 1989.
20. Технология судостроительных материалов. ЛЗ.И. Васильев, А.Д. Гармашев, А.Д. Озерский и др. Л.: Судостроение, 1990.
21. Точность в судовом корпусостроении / В.Л. Александров, Л.Ц. Адлерштейн. В.В. Макаров и др. СПб.: Судостроение, 1994.
22. Ширшов И.Г. Научные основы технологии правки металлопроката. СПб.: Политехника, 1998.
23. Ширшов И.Г., Котиков В.Н. Плазменная резка. Л.: Машиностроение, 1987.

к разделу 2

1. Диагностирование судовых технических средств / Голуб Е.С., Мадорский Е.З., Розенберг Г.Ш. - М.: Транспорт, 1993.
2. Блинов Э.К. Техническая эксплуатация флота и современные методы судоремонта. Л.: Судостроение, 1990.
3. Блинов Э.К., Розенберг Г.Ш. Техническое обслуживание и ремонт судов по состоянию. Л.: Судостроение, 1992.
4. Большая энциклопедия транспорта. Т. Ц Морской транспорт /Под ред. В.Л. Галки. СПб., 2000.
5. Быстрицкий В.В. Применение ПЭВМ в технологических расчетах судоремонтного производства: Учеб. пособие. СПб.: ИПК Судпрома, 1992.
6. Калявин В.П. Основы теории надежности и диагностики. СПб.: Элмор, 1998.
7. Коррозия и защита морских судов / И.Я. Богорад и др. Л.: Судостроение, 1973. Гундобин А.А., Финкель Г.Н. Размерная модернизация и переоборудование судов. Л.: Судостроение, 1977.
8. Никифоров В.Г., Сумеркии Ю.В. Организация и технология судостроения и судоремонта. Л.: Транспорт, 1989.
9. Правила классификационных освидетельствований судов. Изд. Российского Морского Регистра Судоходства, 1998.
10. Руководство по техническому надзору за судами в эксплуатации. Изд. Российского Морского Регистра Судоходства, 1999.
11. Технология судоремонта: Учеб. / Белякин О.К., Седых В.Н., Тарасов В.В. - М.: Транспорт, 1992. 1
2. Чацкие Д.Т. Ремонтпригодность морских судов. Л.: Судостроение, 1978.
13. Управление и оптимизация производственно-технологических процессов / Н.М. Вихров, В.П. Гаскаров, А.А. Грищенко, А.А. Шнуренко. - СПб.: Энергоатомиздат, 1995.

к разделу 3 и 4

1. АрьюА.Р. Комплексная подготовка производства в судостроении. Л.: Судостроение, 1986.
2. Брехов А.М. Автоматизированная система управления производством судостроительных предприятий. Л.: Судостроение, 1978.
3. Брехов А.М., Волков В.В. Организация судостроительного производства в условиях рынка. СПб.: Судостроение, 1992.
4. Организация, планирование и управление производством на судостроительных предприятиях / А.М. Брехов, Б.Н. Жучков, А.И. Риммер и др. Л.: Судостроение, 1981.

2.6 ВОПРОСЫ ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ
2.5.20 «СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ
И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ (ГЛАВНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ)»

1. **ТОПЛИВО ДЛЯ СУДОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ** Основные виды топлив и требования к ним. Сор-та топлив, применяемых судовых ДВС. Состав и структура дизельных топлив. Химические и физические свойства дизельных топлив. Оценка качества воспламенения дизельных топлив. Моторные методы определения цетановых чисел. Лабораторные методы определения цетановых чисел. Повышение цетановых чисел; присадки. Сор-та топлив, применяемых в судовых двигателях. Химическая обработка топлив (присадки). Водотопливные эмульсии.

2. **ИДЕАЛЬНЫЕ ЦИКЛЫ** Идеальные циклы двигателей и их термические к.п.д. Обобщенный цикл поршневых двигателей. Идеальные циклы установок двигателей с наддувом. Сопоставление различных циклов.

3. **ПРОЦЕССЫ НАПОЛНЕНИЯ И СЖАТИЯ** Основные параметры процесса наполнения. Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на процесс наполнение цилиндра. Расчет процесса наполнения. Процесс сжатия. Параметры воздуха в конце процесса сжатия. Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов. Влияние степени сжатия на эксплуатационные характеристики дизеля. Выбор степени сжатия. Расчет процесса сжатия.

4. **ТЕРМОХИМИЯ ПРОЦЕССА СГОРАНИЯ** Химический состав топлива. Количество воздуха, необходимого для сгорания топлива. Коэффициент избытка воздуха при сгорании. Количество и состав продуктов сгорания. Изменение объема рабочего тела при сгорании. Коэффициент молекулярного изменения. Неполное сгорание в форме сажи. Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов. Теплоемкость воздуха и продуктов сгорания. Образование токсичных веществ. Влияние коэффициента избытка воздуха на тепловые и механические напряжения деталей ЦПГ.

5. **ПРОЦЕССЫ СГОРАНИЯ И РАСШИРЕНИЯ** Основы процесса воспламенения и горения топлива. Элементарная схема процесса. Характеристика процесса сгорания по индикаторной диаграмме. Периоды процесса сгорания. Термодинамика процесса сгорания. Связь между параметрами процессов сжатия и расширения. Тепловой эффект реакции; коэффициент использования тепла. Уравнение сгорания в классическом методе расчета В.И. Гриневецкого - Е.К. Мазинга. Современные методы расчета процесса сгорания (И.И. Вибе, Б.М. Гончара, В.И. Одинцова). Определение динамики тепловыделения при сгорании по индикаторной диаграмме. Процесс расширения. Уравнение баланса тепла за период расширения. Процесс выпуска отработавших газов у 4-тактных двигателей. Гидравлические потери в выпускной системе. Сопrotивление выпускного тракта. Температура газов в выпускном коллекторе. Методы расчета процесса расширения.

6. **ИНДИКАТОРНЫЕ И ЭФФЕКТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ** Индикаторные показатели работы дизеля, методы расчета. Среднее индикаторное давление. Индикаторный к.п.д. и удельный индикаторный расход топлива. Индикаторная (внутренняя) мощность. Уравнения индикаторной мощности и экономичности в общем виде. Эффективные показатели работы дизеля. Механический к.п.д. Влияние конструктивных факторов. Среднее эффективное давление. Эффективный к.п.д. и удельный эффективный расход топлива. Эффективная мощность двигателя. Расчет основных размеров двигателя. Тепловой баланс судового двигателя. Утилизация тепловых потерь. Комплексные показатели судового двигателя.

7. **ПРОЦЕССЫ ВЫПУСКА И ПРОДУВКИ 2-ТАКТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ** Системы продувки и выпуска. Контурные системы продувки. Прямоточные системы. Протекание процессов выпуска и продувки. Располагаемое время-сечение органов газораспределения. Диаграмма время-сечение. Оценка качества продувки. Экспериментальные исследования процессов продувки и выпуска. Расчет процессов выпуска и продувки.

8. **НАДДУВ СУДОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ** Основные положения. Способы увеличения весового заряда. Способы осуществления наддува. Промежуточное охлаждение воздуха. Использование энергии отработавших газов. Основные факторы, влияющие на эффективность использования энергии отработавших газов. Особенности наддува 2-тактных судовых двигателей. Работа турбин на газах переменного давления ($p = \text{var}$). Работа турбин на газах постоянного давления ($p = \text{const}$). Баланс мощностей турбины

компрессора. Обеспечение процессов газообмена и наддува. Параметры систем газообмена и наддува. Расходные характеристики турбины, компрессора, дизеля. Совместная работа дизеля с агрегатами наддува. Характеристики системы наддува. Нарушения в работе систем газообмена и наддува.

9. **ТОПЛИВОПОДАЧА В ДИЗЕЛЯХ** Классификация топливных систем высокого давления (ТСВД). Основные требования к ТСВД. Особенности конструкции и регулирования топливных насосов высокого давления с клапанным регулированием. Особенности конструкции и регулирования золотниковых, топливных насосов высокого давления. Особенности конструкции и эксплуатации распылителей форсунок современных и перспективных главных судовых дизелей. Параметры и характеристики топливоподачи. Процесс топливоподачи и его параметры. Регулировочные характеристики топливной аппаратуры. Повышение экономичности дизеля путем оптимизации регулировочных характеристик топливной аппаратуры. Рабочие характеристики топливной аппаратуры. Основные отказы элементов топливной системы высокого давления. Контроль технического состояния топливных насосов высокого давления. Контроль технического состояния форсунок. Эксплуатационная надежность элементов ТСВД форсированного дизеля. Методы расчета процесса топливоподачи.

10. **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ СМЕСЕОБРАЗОВАНИЯ И СГОРАНИЯ ТОПЛИВА** Распад топливной струи. Физические основы процесса распыливания топлива. Параметры, характеризующие качество процесса распыливания топлива. Факторы, влияющие на качество распыливания топлива. Методы расчета процесса распыливания топлива. Основы физико-химического процесса воспламенения и сгорания топлива. Закономерности испарения распыленного топлива. Температура самовоспламенения. Основы цепной теории окисления углеводородов. Факторы, влияющие на период задержки воспламенения топлива. Методы расчета периода задержки воспламенения топлива.

11. **КАМЕРЫ СГОРАНИЯ И СПОСОБЫ СМЕСЕОБРАЗОВАНИЯ** Классификация способов смесеобразования. Характеристики объемного (струйного) способа смесеобразования. Характеристики вихрекамерного способа смесеобразования. Характеристики предкамерного способа смесеобразования.

12. **ТЕПЛОПЕРЕДАЧА В СУДОВЫХ ДВИГАТЕЛЯХ. ТЕПЛОНАПРЯЖЕННОСТЬ РАБОЧЕГО ЦИЛИНДРА** Теплопередача в двигателе. Температура газа и коэффициенты теплопередачи. Средняя температура газа. Построение кривых теплопередачи. Теплонапряженность рабочего цилиндра. Показатели тепловой напряженности. Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов. Методы расчета процесса теплообмена в судовых дизелях.

13. **СИЛЫ И МОМЕНТЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ В ДВС** Силы и моменты в одноцилиндровом двигателе. Силы и моменты в однорядном двигателе. Силы и моменты в двигателях V-образной схемы. Силовые нагрузки на неустановившихся режимах.

14. **ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДОВЫХ ДВС** Основные режимы работы судовых ДВС. Внешние характеристики. Винтовые характеристики. Нагрузочные характеристики. Характеристики регуляторные, регулировочные и универсальные. Ограничительные характеристики.

15. **ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ ДВС** Подготовка дизеля к работе. Режим пуска. Маневренные режимы, работа на частичных нагрузках. Работа при реверсировании гребного винта. Назначение и обеспечение режимов полного хода. Работа дизеля в установке с редукторной передачей. Работа дизеля в установке с винтом регулируемого шага. Работа дизеля при волнении. Работа дизеля при выключении цилиндров и аварийном состоянии турбокомпрессоров.

16. **МАСЛА И МАСЛОИСПОЛЬЗОВАНИЕ** Классификация масел и их характеристики. Эксплуатационные свойства масел. Особенности работы масла в ДВС. Очистка и контроль качества масла. Браковочные показатели. Смена масла.

17. **ИСПЫТАНИЯ ДИЗЕЛЕЙ** Общие положения. Стендовые испытания. Швартовые испытания. Ходовые испытания. Обработка результатов испытаний.

18. **КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ. ДИАГНОСТИКА. ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ** Принципиальные основы организации контроля и диагностики. Основы технического обслуживания двигателей, повышение эффективности их эксплуатации и предотвращение отказов. Системы технического обслуживания. Техническое обслуживание «по состоянию» (Predictivemaintenance). Контроль и регулирование рабочего процесса дизелей. Индицирование двигателя. Анализ результатов индицирования, регулирование рабочего процесса.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Возницкий И.В. Судовые двигатели внутреннего сгорания, т. 1: Конструкция двигателей /И.В. Возницкий, А.С. Пунда. – М.: Моркнига, 2010. - 259 с.
2. Возницкий И.В. Судовые двигатели внутреннего сгорания, т. 2: Теория и эксплуатация двигателей /И.В. Возницкий, А.С. Пунда. – М.: Моркнига, 2010. - 259 с.
3. Под ред. Луканина В.Н. Двигатели внутреннего сгорания. Книга 2. Динамика и конструирование / В.Н. Луканин, М.Г.Шатров и др. - М.: Высш. шк., 2007. - 400 с.
4. Возницкий И.В. Практика использования морских топлив на судах / И. В. Возницкий. - - Москва : Моркнига, 2006. - 123 с.
5. Возницкий И.В. Современные судовые среднеоборотные двигатели : учеб. пособие по специальности N 2405 / И. В. Возницкий. - 3-е изд. - Санкт-Петербург : Моркнига, 2006. - 140 с.
6. Возницкий И.В. Современные малооборотные двухтактные двигатели : учеб. пособие по специальности 180403 / И. В. Возницкий. - 2-е изд. - М : Моркнига, 2007. - 121 с.
7. Пахомов Ю.А. Топливо и топливные системы судовых дизелей / Ю.А. Пахомов, Ю.П. Коробков и др. - М.: Р Консульт, 2004.- 496 с.
8. Кириллин В.А. Техническая термодинамика : учеб. / В. А. Кириллин, В. В. Сычев, А. Е. Шейндин. - 5-е изд., перераб. и доп. - Москва : МЭИ, 2008. - 495 с.
9. Мясников Ю.Н. Основы теории надежности и диагностического обеспечения судовых энергетических установок : учебное пособие для вузов по специальности 180403 "Эксплуатация судовых энергетических установок"/ Ю.Н. Мясников. - Санкт-Петербург : СПГУВК, 2010. - 182 с.
10. Возницкий И.В. Топливная аппаратура судовых дизелей. Конструкция, проверка состояния и регулировка. Учебное пособие по специальности 180403.00 "Эксплуатация судовых энергетических установок"/ И.В. Возницкий. – М.: Моркнига, 2007. - 127 с.
11. Щагин В.В. Эксплуатационная эффективность судовых энергетических установок: учебно-методическое пособие дисц. "Суд. энергет. установки" и "Эксплуатация суд. энергет. установок" и учеб. плана подгот. спец. по напр. 180400 - Эксплуатация вод. транспорта и транспорт. оборудования, спец. 180403.65 - Эксплуатация суд. энергет. установок / В. В. Щагин ; КГТУ. - Калининград : КГТУ, 2005. - 195 с
12. Щагин В.В. Судовые энергетические установки (характеристики взаимодействия элементов): учеб.-метод. пособие по дисциплине "Судовые энергетические установки" и "Эксплуатация суд. энергетических установок" учеб. плана подготовки спец. по напр. 180400 - Эксплуатация водного транспорта и транспортного оборудования, спец. 180403.65 - Эксплуатация судовых энергетических установок / В. В. Щагин ; КГТУ. - Калининград : КГТУ, 2006. - 201 с.
13. Щагин В.В. Системы судовых энергетических установок: учебно-методическое пособие по дисциплине "Судовые энергет. установки" по напр. 658000 - Эксплуатация вод. транспорта и транспорт. оборудования, спец. 240500 - Эксплуатация суд. энергет. установок / В. В. Щагин, А. А. Минько ; КГТУ. - Калининград : КГТУ, 2005. - 74 с./В.В. Щагин, А.А. Минько.- Калининград: КГТУ, 2005.- 75 с.
14. Щагин В.В. Основы химмотологии в эксплуатации судовых энергетических установок: учеб.-метод. пособие к учеб. плану подготовки специалистов по направлению 180400 - Эксплуатация вод. трансп. и трансп. оборудования, спец. и 180403.65 - Эксплуатация судовых энергет. установок / В. В. Щагин. - Калининград : ФГОУ ВПО "КГТУ", 2009. - 142 с.
15. Коршунов Л.П. Энергетические установки промысловых судов: учебник для студ. и курсантов вузов по спец.1402 "Проектирование и монтаж судовых энергетических установок" /Л.П. Коршунов. -Л.: Судостроение, 1991.-360 с.
16. Коршунов Л.П. Структурные схемы энергетических установок промысловых судов / Л. П. Коршунов. - Калининград: Кн. изд-во, 1995. - 200 с.