

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота

В.Т. Томилко

СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

Методические указания и контрольные задания
для студентов заочной формы обучения по специальности
26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования
и средств автоматики»

Калининград
Издательство БГАРФ
2020

БГАРФ

УДК 629.5.06(073)

Судовые энергетические установки: методические указания и контрольные задания / сост.: **В.Т. Томилко**. – Калининград: Изд-во БГАРФ, 2020. – 28 с.

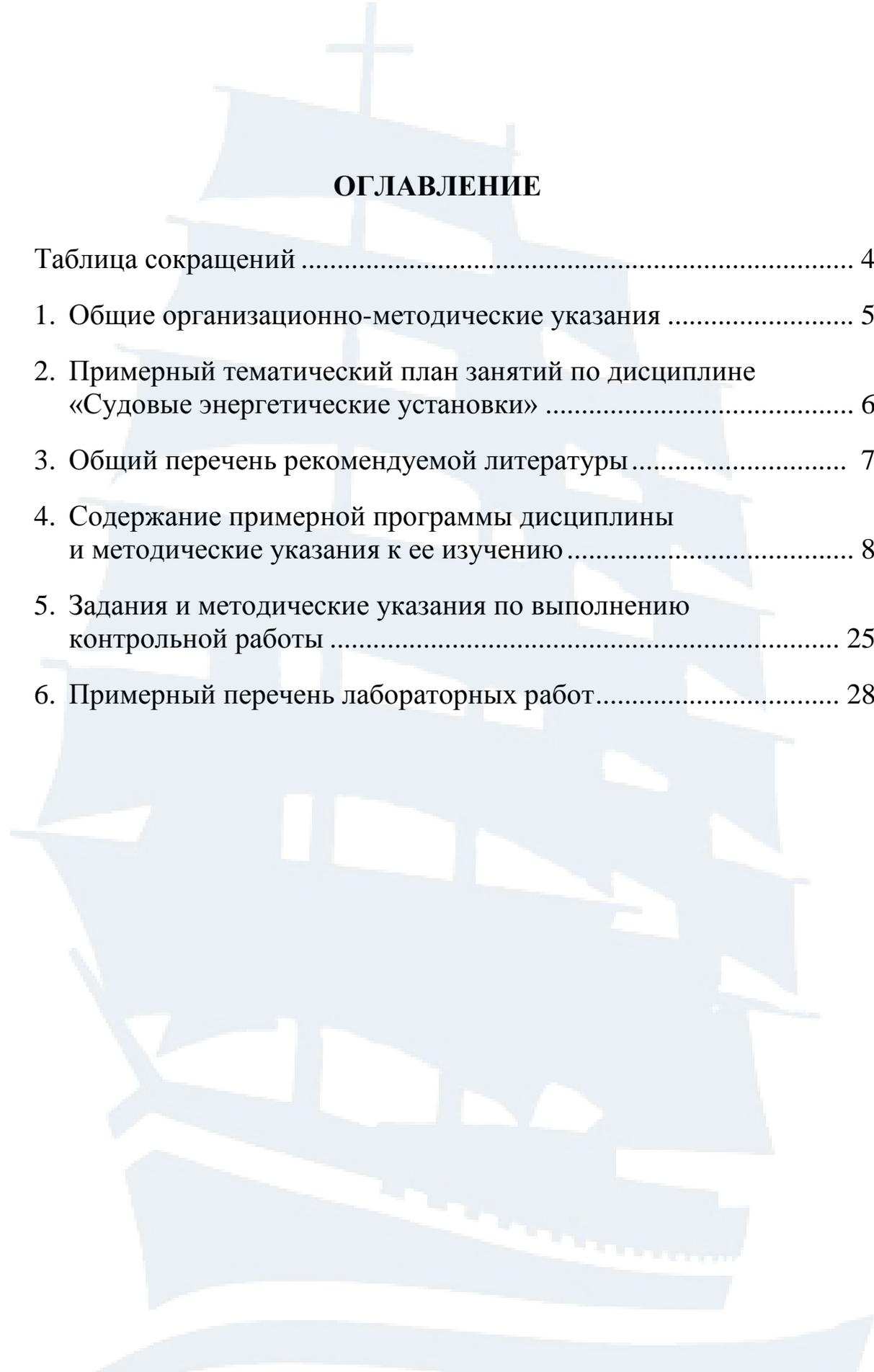
Методические указания и контрольные задания составлены на основе рабочих учебных планов заочной подготовки в БГАРФ по специальности 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» рассмотрены и одобрены кафедрой судовых энергетических установок БГАРФ 25.02.2020 г., протокол № 6.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота.

Рецензент: *Бесчеревных В.И.*, старший механик, заведующий тренажёрным комплексом МКО СМФ БГАРФ

© БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ», 2020

БГАРФ



ОГЛАВЛЕНИЕ

Таблица сокращений	4
1. Общие организационно-методические указания	5
2. Примерный тематический план занятий по дисциплине «Судовые энергетические установки»	6
3. Общий перечень рекомендуемой литературы	7
4. Содержание примерной программы дисциплины и методические указания к ее изучению	8
5. Задания и методические указания по выполнению контрольной работы	25
6. Примерный перечень лабораторных работ.....	28

ТАБЛИЦА СОКРАЩЕНИЙ

№ п/п	Буквенное сокращение	Расшифровка сокращения
1	АВ	Автоматический выключатель
2	АДГ	Аварийный дизель-генератор
3	АКБ	Аккумуляторные батареи
4	АПС	Автоматическая предупредительная сигнализация
5	АРН	Автоматический регулятор напряжения
6	АРЩ	Аварийный распределительный щит
7	ВГ	Валогенератор
8	ВРШ	Винт регулируемого шага
9	ВФШ	Винт фиксированного шага
10	ГА	Генераторные автоматы
11	ГД	Главный двигатель
12	ГДУ	Главная двигательная установка
13	ГРЩ	Главный распределительный щит
14	ГТН	Газотурбонагнетатель
15	ДАУ	Дистанционное автоматизированное управление
16	ДГ	Дизель-генератор
17	КЗ	Короткое замыкание
18	МДК	Машинно-двигательный комплекс
19	МО	Машинное отделение
20	МТ	Машинный телеграф
21	ПКВ	Поворот коленчатого вала
22	ПК	Паровой котел
23	ПКл	Предохранительный клапан
24	РЩ	Распределительный щит
25	РЧВ	Регулятор частоты вращения
26	СДЭУ	Судовая дизельная энергетическая установка
27	СЗ	Система защиты
28	СКВ	Система кондиционирования воздуха
29	СЭС	Судовая электростанция
30	СЭЭС	Судовая электроэнергетическая система
31	ТНВД	Топливный насос высокого давления
32	ТРВ	Терморегулирующий вентиль
33	ЦПУ	Центральные пост управления
34	ЦСО	Централизованная система охлаждения
35	ЦПП	Центральный пожарный пост
36	ЭУ	Энергетическая установка

1. ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Методические указания разработаны на основании учебного плана и рабочей программы по дисциплине «Судовые энергетические установки», соответствующих ФГОС ВО по специальности «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики».

Изучение дисциплины предусмотрено учебным планом на четвертом курсе в рамках специальных дисциплин. Базовыми дисциплинами при ее изучении служат: основы теплотехники, основы механики жидкости и газа, техническая механика и др.

Судовые энергетические установки представляют собой сложный инженерный комплекс, обеспечивающий все сферы жизнедеятельности судна и безопасности его плавания. Знания в необходимом объеме главного и вспомогательного оборудования судовых энергетических установок (СЭУ), основных режимов их работы в составе пропульсивного комплекса судна являются неотъемлемыми элементами и целями изучения данной дисциплины.

В результате изучения дисциплины студенты должны знать основные структурные схемы СЭУ судов промыслового флота; конструктивные особенности и условия эксплуатации различных элементов СЭУ, судовых систем, промыслового и палубного оборудования.

Учебным планом заочной формы обучения предусматривается чтение установочных лекций в объеме 4 часов, выполнение практических работ по дисциплине в объеме 2 часов и лабораторных работ в объеме 4 часов.

Для заочно-сокращенной формы обучения чтение установочных лекций в объеме 4 часов, выполнение практических работ по дисциплине в объеме 6 часов.

После изучения материала дисциплины каждый студент должен выполнить контрольную работу, по результатам проверки которой и при условии выполнения всех практических и лабораторных работ на кафедре в период лабораторно-экзаменационной сессии он допускается к сдаче экзамена по дисциплине.

Для успешного овладения программой дисциплины следует использовать рекомендуемую литературу, различные пособия, инструкции, наставления по эксплуатации и другую техническую литературу, к которой студент-заочник имеет доступ и возможность для изучения в своей практической деятельности на судне.

2. ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ»

Наименование темы программы	Количество часов			
	По учебному плану дневного обучения	По плану заочного обучения		
		обзорная и устано- вочная лекция	практиче- ская работа	лабора- торная работа
Тема 1. Введение. Классификация СЭУ	4	1/1		
Тема 2. ДВС в соста- ве СЭУ промысло- вых судов	4	1/1	2/2	2/0
Тема 3. Режимы работы дизельных СЭУ	4	1/1		
Тема 4. Валопровод и ВРШ	4			
Тема 5. Системы дизельных СЭУ	6		0/2	
Тема 6. Судовые вспомогательные котлы	4			
Тема 7. Конструкции насосов	4	1/1	0/2	2/0
Тема 8. Общесудо- вые системы	4			
Тема 9. Холодильное оборудование	4			
Тема 10. Судовые устройства	2			
Тема 11. Промысло- вые механизмы	4			
Тема 12. Судовое электрооборудование	4			
Итого:	48	4/4	2/6	4/0

Примечание: знаменатель – количество часов по сокращенной форме обучения.

3. ОБЩИЙ ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Ваншейдт В.А. и др. Судовые установки с двигателями внутреннего сгорания: учебник. – Л.: Судостроение, 1978.
2. Алексеев Г.Д., Карпович В.А. Энергетические установки промысловых судов. – М.: Судостроение, 1979.
3. Завиша В.В. Судовые вспомогательные механизмы. – М., 1980.
4. Луканин В.Н., Алексеев И.В., Шатров М.Г. и др. Двигатели внутреннего сгорания. – М.: Изд-во «Высшая школа», 2007.
5. Возницкий И.В., Пунда А.С. Судовые двигатели внутреннего сгорания. – 2010. – Т.1, Т.2. – 382 с.
6. Фока А.А. Судовой механик: Справочник. Том 1, 2, 3. – Одесса: Феникс, 2008, 2010. – 1033 с.

Вспомогательная

1. Судовые энергетические установки / Г.А. Артемов и др. – М., 1987.
2. Богомольный А.Е. Судовые вспомогательные и рыбопромысловые механизмы. – М., 1980.
3. Кондратова Н.Г. Холодильное и технологическое оборудование промысловых судов. – М.: Пищевая промышленность, 1979.
4. Системы судовых энергетических установок / Г.А. Артемов и др.: учебное пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Судостроение, 1990. – 376 с., ил.
5. Слободянюк Л.И., Поляков В.И. Судовые паровые и газовые турбины и их эксплуатация: учебник для вузов. – Л.: Транспорт, 1983. – 358 с.
6. Гурьев В.Г. Основные сведения судовых ДВС: учебное пособие. – Калининград: Изд-во БГАРФ, 2010.
7. Бразновский В.К. Техническая эксплуатация судовых парогенераторов. – Калининград: Изд-во БГАРФ, 2010. – 74 с.

4. СОДЕРЖАНИЕ ПРИМЕРНОЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЕЁ ИЗУЧЕНИЮ

Тема 1. Введение. Классификация СЭУ

Предмет и задачи дисциплины. Назначение и состав судовой энергетической установки (СЭУ). Структурные и конструктивные схемы СЭУ промысловых судов. Состояние и перспективы развития энергетических установок промысловых судов разного типа и назначения.

Методические указания

Судовые энергетические установки промысловых добывающих судов отличаются спецификой длительной промысловой работы в море. Структуры рабочих режимов главных и вспомогательных машин и механизмов судна обуславливают необходимость современного тактико-технического проектирования их СЭУ.

Так, например, вариант СЭУ в двухмашинном варианте с объединительным редуктором, ВРШ и валогенераторами вытеснил другие варианты СЭУ промысловых судов.

С другой стороны, длительность рейсов, удаленность от мест базирования, значимость экономического эффекта от работы современного траулера в море предъявляют особые требования к его энергетическому, промысловому, навигационному оборудованию, к надежности работы его элементов и возможности восстановления в случае отказа в море силами экипажа.

Вновь проектируемые суда промыслового флота отличаются высокой энерговооруженностью, универсальными свойствами по применению энергетического оборудования для работы в любых районах Мирового океана.

Литература: [1, с. 6-30; 2, с. 5-10; 4, с.7-33; 2, с. 270-279].

Вопросы для самопроверки

1. Дайте определение СЭУ, поясните назначение главной и вспомогательной установок.
2. Изобразите структурную схему СЭУ промысловых судов.
3. Тактико-технические характеристики МОД, СОД, ВОД и области их применения.

4. Перечислите массовые, габаритные и мощностные показатели СЭУ.

5. Перспективы развития энергетических установок промышленных судов.

Тема 2. Двигатели внутреннего сгорания (ДВС) в составе СЭУ промышленных судов

История развития дизельных ДВС. Принцип действия 2- и 4-тактных ДВС.

Конструктивные особенности 2- и 4-тактных двигателей Особенности процесса газообмена в 2- и 4-тактных ДВС, типы нагнетателей. Схемы и системы наддува. Индикаторные и эффективные показатели работы, их взаимная связь.

Работа ДВС в составе машинно-двигательного комплекса. Структурные схемы СЭУ с дизелями на судах промышленного флота.

Методические указания

Поршневые двигатели внутреннего сгорания, обладая целым комплексом более высоких по сравнению с другими тепловыми машинами эксплуатационными характеристиками (экономичность, быстрота ввода в действие и т.п.), используются на всех типах судов промышленного флота.

В этой связи при изучении материала темы важно уметь объяснять целесообразность использования на ряде судов 2- и 4-тактных двигателей. Особое внимание следует уделить изучению конструктивных особенностей 2- и 4-тактных двигателей, используемых на промышленных судах. Это в большинстве случаев рядные конструкции с числом цилиндров от 6 до 10 и, реже, У-образные отсеки. Производственные и рефрижераторные суда оснащаются малооборотными 2-тактными двигателями с непосредственной связью с валопроводом. Среднеоборотные двигатели на добывающих судах объединяются редуктором и нагружаются валогенераторами и винтом регулируемого шага (ВРШ).

Литература: [1, с. 14-30].

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите основные элементы остова двигателя и его кривошипно-шатунного механизма (КШН).
2. Чем отличаются группы движения у тронковых и крейцкопфных двигателей?
3. Перечислите и изобразите основные схемы продувок 2-тактных двигателей.
4. Перечислите и дайте определение основным показателям работы двигателя.
5. Почему на крупных судах используются чаще 2-тактные двигатели?
6. Как определить необходимую мощность главного двигателя для обеспечения заданной скорости хода?

Тема 3. Режимы работы дизельных СЭУ

Условия и особенности эксплуатации дизельных СЭУ промышленных судов. Нагрузочные характеристики ДВС. Работа дизелей на винт фиксированного шага (ВФШ), винтовые характеристики. Сравнение винтовых характеристик с «тяжелым» и «легким» винтом. Швартовые режимы работы ГДУ. Работа двигателей в разных погодных условиях. Работа ГДУ при реверсе. Приемы правильного использования гребной установки в различных условиях плавания судна и его маневрировании.

Методические указания

Условия плавания и особенности эксплуатации СЭУ промышленных судов определяются назначением, районом и видом промысла, промысловым вооружением. Основные режимы работы судна делятся на:

- переход на промысел;
- работу в промысловых условиях;
- переход с промысла в порт;
- стоянку в порту.

Если режимы перехода на промысел и с промысла мало отличаются по спектрам нагрузок СЭУ (это связано с работой рефрижераторного оборудования при полной загрузке трюмов готовой продук-

цией), то режим работы в промышленных условиях является основным и отличается широтой спектра нагрузок, обусловленных:

- спуском трала и его подъемом;
- тралением;
- поисковой работой судна;
- дрейфом или свободным ходом при неблагоприятных погодных и других внешних условиях.

Режим нагружения главной СЭУ судна определяется винтовой характеристикой ГДУ, которая может меняться в зависимости от осадки судна, его скорости, волнения моря и направления ветра, буксировочной характеристики трала и его вооружения. Разобравшись в этих вопросах, следует перейти к внешним характеристикам двигателей, условиям их получения и характеру изменения основных параметров от частоты вращения при разных цикловых подачах топлива в цилиндры. Наложение этих характеристик –внешней винта и внешней двигателя – позволяет определить рабочую точку машинно-двигательного комплекса судна и основные параметры работы двигателя на данном режиме. Следует учитывать, что винтовая характеристика двигателя снимается при стандартных условиях, заданных Регистром мореплавания и определяемых зависимостью мощности двигателя от частоты его вращения.

Действительные винтовые характеристики могут существенно отличаться от этой зависимости, что определяется понятиями «тяжелого» и «легкого» винта. Режимы буксировки, работы с тралом, плавания навстречу ветру и волне относятся к работе ГД с «тяжелым» винтом. Плавание с малой осадкой по волне и ветру обуславливает режим работы ГД с «легким» винтом.

Для обеспечения постоянства режимов работы главной СЭУ, частоты и напряжения в сетях судовой электростанции в главных и вспомогательных двигателях используются регуляторы частоты вращения, которые заставляют их работать по регуляторным характеристикам. Важно научиться строить все характеристики и уметь определять режимы работы машинно-двигательного комплекса (МДК) в разных условиях плавания судна и нагружения двигателя.

Литература: [1, с. 30-74; 2, с. 39-47, 230-247].

Вопросы для самопроверки

1. Как снимаются внешние характеристики двигателя?
2. Дайте определение нагрузочной, регуляторной характеристике двигателя.
3. По какой характеристике работает главный двигатель с ВРШ?
4. Чем отличаются регуляторы главных и вспомогательных двигателей?

Тема 4. Валопровод и ВРШ

Состав и комплектация валопровода для различных схем СЭУ. Конструкции и принцип действия элементов валопровода. Системы, обслуживающие работу элементов валопровода.

Состав и комплектация ВРШ. Конструкции и принцип действия механизмов изменения шага. Основные типы ВРШ, используемые на промысловых судах.

Особенности работы МДК с ВРШ в различных промысловых условиях.

Методические указания

Валопровод является важнейшим элементом СЭУ, от его конструкции, качества изготовления и комплектации зависит надежность всей установки при работе промыслового судна. Важно разобраться в конструкции, принципах действия и назначении всех элементов и систем обслуживания: смазки, охлаждения.

Особого внимания требует материал, связанный с конструкциями винтов регулируемого шага различных типов, которыми оснащаются промысловые суда. ВРШ позволяют полнее использовать установленные на судне мощности главных двигателей, делают установку и судно в целом более маневренной и лучше управляемой. Однако введение в состав валопровода дополнительных механизмов и систем влечет снижение его надежности и усложняет обслуживание СЭУ в целом.

Литература: [1, с. 303-320; 4, с. 108-137; 5, с. 161-179].

Вопросы для самопроверки

1. Нарисуйте схему и перечислите все элементы и механизмы, которыми комплектуется валопровод судна с ВРШ.
2. Объясните принцип действия ВРШ.
3. Каким образом обеспечивается работа ВРШ?
4. Какие типы передач мощности применяются на судах промыслового флота?
5. Чем отличается ВРШ от ВФШ по конструкции, по коэффициенту полезного действия?

Тема 5. Системы дизельных СЭУ

Топливная система, ее комплектация. Особенности применения вязких топлив. Система смазочного масла, ее комплектация, схема. Сепараторы топлива и масла. Система охлаждения, ее комплектация и схема. Система пускового воздуха, схема и комплектация. Эксплуатация систем в промышленных условиях.

Методические указания

Все судовые системы подразделяются на системы энергетической установки и общесудовые. Некоторые системы энергетической установки сообщаются с общесудовыми с целью выполнения дополнительных функций. Например, система сжатого пускового воздуха ЭУ обеспечивает работу тифона и других элементов судна.

Все системы ЭУ характеризуются сложностью гидравлических схем, многочисленностью выполняемых функций. Следует обратить внимание, что число систем ЭУ зависит от мощности устанавливаемых двигателей и их числа. Так, система смазки на малых промысловых судах сводится, по существу, к системе самого двигателя. На крупных судах в этой системе можно увидеть участок перекачки масла, участок или отдельную систему очистки масла.

Все системы ЭУ комплектуются большим числом контрольно-измерительных приборов, датчиками и исполнительными механизмами систем автоматики, которые позволяют упростить обслуживание систем, повысить качество их работы и обеспечить надежность управления. В этой связи в помещении ЭУ выделяется центральный пост управления, который за счет изоляции, вентиляции и кондицио-

нирования создает более благоприятные условия работы машинной команды.

Литература: [4, с. 154-178, 137-145].

Вопросы для самопроверки

1. Где и как хранится топливо на судне?
2. Каким образом организуется прием и отдача топлива на судне в порту, в море?
3. Как и зачем осуществляется очистка топлив и масел на судах?
4. Перечислите основные системы ЭУ на судне, изобразите схемами и объясните назначение их элементов.
5. Как осуществляется резервирование элементов в системе ЭУ на судне?

Тема 6. Судовые вспомогательные котлы

Схемы и конструктивные особенности судовых вспомогательных котлов. Их классификация и основные типы. Характеристика вспомогательных котлов промысловых судов. Состав котельной установки, условия ее размещения.

Утилизационные котлы. Схемы утилизации тепла выпускных газов дизелей. Условия использования утилизационных котлов на промысловых судах. Конструкции основных типов утилизационных котлов.

Методические указания

Современные промысловые суда для обеспечения своих потребностей в паре (производственные, хозяйственные нужды) оснащаются автоматизированными вспомогательными котельными установками, в схему работы которых включаются утилизационные котлы.

Следует изучить конструкции основных типов вспомогательных котлов, их взаимодействие с утилизационными котлами. Важно понять работу котельной установки, состав и назначение ее элементов сепараторов пара, циркуляционных насосов, теплого ящика и т. д.

Литература: [2, с. 257-263; 4, с. 320-326].

Вопросы для самопроверки

1. Чем отличаются водотрубные и огнетрубные котлы?
2. Какие значения коэффициентов полезного действия имеют место во вспомогательных котлах? Где теряется тепло в котле?
3. На каких видах топлива работают судовые котлы?
4. Какими элементами комплектуется вспомогательная котельная установка на судне?
5. Сколько топлива позволяет экономить утилизационный котел на судне?
6. Перечислите потребители пара промышленного судна.

Тема 7. Насосы

Судовые насосы, их классификации по принципу действия, по назначению. Объемные насосы, классификация, конструктивные схемы, принцип действия и области применения.

Лопастные насосы, классификация, конструкции основных типов и принцип действия, области применения.

Струйные насосы, основные типы, конструкции и принцип действия, области применения.

Работа насосов на сеть трубопроводов. Характеристики насосов и сети. Условия параллельного и последовательного включения насосов при работе в гидравлической сети.

Методические указания

В судовых системах применяют большое количество насосов различного типа и вентиляторов, которые обеспечивают перекачку и циркуляцию рабочих жидкостей и сред в системах ЭУ и судна, создают нормальные условия обитания экипажа в помещениях судна.

Все насосы на судне имеют электрический привод или непосредственный привод от источников энергии. Следует четко научиться различать насосы по конструкции и принципу действия, а также особенности их конструкций при использовании в различных судовых системах. Так, например, в балластной и пожарной системах могут устанавливаться насосы одного типа. Однако по конструкции эти насосы имеют существенные отличия, связанные с тем, что в балластной или осушительной системах насос должен давать незначительный напор при большой производительности, а в пожарной

системе насос такого же типа должен дополнительно обеспечивать большой напор для работы пожарных стволов.

При работе в сети трубопроводов насос выступает в качестве источника гидравлической энергии, а сама сеть – как потребитель этой энергии. Имея собственные гидравлические характеристики при совместной работе на сеть, насос определяет свой рабочий режим в соответствии с гидравлической характеристикой сети. Регулируя гидравлические характеристики сети и насоса, можно устанавливать желаемый режим течения жидкости в трубопроводе. Изучив напорные характеристики насосов, следует научиться определять рабочие точки режимов при работе на сеть трубопроводов в различных условиях.

Литература: [3, с. 4-6, 81-149, 152-158; 5, с. 30-32, 85-117, 125-127].

Вопросы для самопроверки

1. Какие типы насосов и почему являются самыми распространенными на судах?
2. Где, в каких системах применяются объемные насосы? Каких типов?
3. Где, в каких системах применяются лопастные насосы? Каких типов?
4. Чем отличаются напорные характеристики объемных и лопастных насосов?
5. Почему лопастные насосы следует запускать при закрытых вентилях в напорной магистрали системы?
6. Каким образом регулируются производительность и напор насоса при его работе на гидравлическую сеть трубопроводов?

Тема 8. Общесудовые системы

К важнейшим общесудовым системам относятся:

- осушительная система, с помощью которой вода, собирающаяся в днищевой части судна, откачивается за борт;
- балластная система, служащая для осушения и заполнения судовых балластных цистерн морской водой;
- система бытовой питьевой и мытьевой воды (холодной и горячей);

- система забортной воды (морская вода используется для мытья санузлов и помещений);
- рефрижераторная установка;
- противопожарная система;
- системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

Методические указания

Судовые противопожарные системы можно разделить на *водяные, паровые, газовые и пенные*.

В водяные противопожарные системы входят насосы большой производительности и высокого давления, которые подводят морскую воду к сети судовых пожарных трубопроводов. На трубопроводах в соответствующих местах находятся гидранты, к которым подключают пожарные рукава. Часто на судах, особенно на пассажирских, имеется еще и вторая система, так называемая оросительная. Она состоит из напорной цистерны, к которой подключается сеть трубопроводов. Концы этой сети снабжены оросительными насадками. В специальных защищенных помещениях находятся температурные сигнализаторы, реагирующие на повышение температуры. При возникновении пожара в помещении эти сигнализаторы показывают очаг пожара и автоматически включают соответствующий сектор сети трубопроводов. Сразу же из оросительной системы поступает распыленная вода, чтобы погасить пожар в момент его зарождения. Горение невозможно без кислорода, поэтому сразу же прекрывают подачу воздуха к очагу пожара. На этом основан принцип действия паровых и газовых противопожарных систем. После герметизации охваченного пламенем помещения туда подают негорючий углекислый газ. Так как углекислый газ тяжелее воздуха, он опускается и преграждает путь воздуху, имеющемуся, например, в грузовом трюме судна. Аналогично функционируют и пенные огнетушители, применяемые для тушения горящих жидкостей.

Кроме указанных выше температурных сигнализаторов на судах предусматривают также другие противопожарные сигнальные и контрольные системы. Один из способов их действия заключается в подсосывании воздуха из контролируемых помещений и подаче этого воздуха через детекторы. Если воздух содержит дым, автоматически включается тревожный сигнальный звонок. Для локализации пожара и предупреждения его распространения на пассажирских судах устанавливают противопожарные переборки. Они изго-

товлены из листовой стали и изолированы огнеупорными материалами. Кроме того, из огнеупорных материалов сделаны также двери во всех проходах, причем двери на всем судне можно закрывать с центрального поста, который обычно находится на командном мостике.

Судовая опреснительная установка – комплекс агрегатов для получения из забортной (соленой) воды пресной воды, пригодной для технических и бытовых целей.

Опреснитель – это аппарат для удаления из воды растворенных солей. С помощью опреснителя в результате конечной обработки получается сверхчистая вода, не содержащая минеральных солей, которая может использоваться как для бытовых целей, так и в качестве питьевой воды. Вода, в том числе и пресная, не является абсолютно чистой: она содержит различные примеси. От количества и свойств, растворенных в воде веществ, зависит пригодность ее применения на судне.

В зависимости от назначения различают следующие виды пресной воды, применяемые на судне:

- питьевую – для питья и приготовления пищи;
- мытьевую – для умывальников, душевых, прачечных;
- питательную – для питания парогенераторов;
- дистиллированную – для аккумуляторных батарей;
- техническую – для охлаждения судовых двигателей;
- технологическую – для обработки рыбы.

Для каждого из перечисленных видов воды предусматриваются свои емкости и системы.

Допускается устройство единой системы питьевой и мытьевой воды при условии, что качество и условия ее хранения будут удовлетворять требованиям, предъявляемым к питьевой воде.

Существующие разнообразные способы опреснения забортной морской воды можно разделить на две основные группы:

1. Дистилляционное опреснение, связанное с промежуточным переходом жидкого агрегатного состояния, в твердое или газообразное (паровое или испарительное).

2. Фильтрационное опреснение (обратный ОСМОС) без изменения агрегатного состояния жидкости (воды).

Дистилляционные опреснители выпаривают морскую воду, улавливают получившийся пар и затем, после его охлаждения, получают воду.

Дистилляционная опреснительная установка состоит из следующих основных частей:

1. *Теплообменных аппаратов*: испарителя, конденсатора, водонагревателя.
2. *Насосов*: питательного, циркуляционного, дистиллятного, рассольного.
3. *Трубопроводов*: теплоносителя, забортной воды, пресной воды, рассола.
4. Контрольно-измерительных, сигнальных и автоматических приборов.

Опреснители фильтрационного типа работают по-другому. В работе используют принцип обратного ОСМОСа. Под ОСМОСом понимают процесс «выравнивания» концентрации растворенных элементов в растворах (например, солей в сосудах, разделенных полупроницаемой мембраной). Обратный ОСМОС требует приложения к соленой воде очень высокого давления, которое буквально «выдавливает» ионы соли через мембрану. Проще говоря, опреснение состоит в том, что солевой раствор оказывается под давлением со стороны мембраны, проницаемой для воды и непроницаемой для соли.

В результате фильтрации способом обратного ОСМОСа 97 % содержащихся в морской воде солей и минералов отфильтровываются, а оставшиеся 3 % дают на выходе чистую питьевую воду, согласно всем санитарным требованиям.

Для обеспечения остойчивости, а также для изменения осадки, крена и дифферента на судно принимают балласт, в качестве которого используют забортную воду. Для его приема и удаления служит *балластная система*. На морских судах балластная система выполняется по централизованному принципу. От клапанных коробок, расположенных в машинном отделении, в каждую балластную цистерну проведена отдельная труба, по которой производится как наполнение, так и осушение цистерн. Поэтому в балластной системе применяется арматура запорного типа, допускающая движение жидкости в обоих направлениях. Забортную воду в балластную систему принимают через кингстон, установленный на днище или скуле судна в районе машинного отделения. Кингстон представляет собой клапан или клинкет, один фланец которого закреплен к наружной обшивке судна. В месте установки кингстона обшивка имеет забортное отверстие, закрытое решеткой. Для продувания решетки к кингстону

подведены трубопроводы водяной пожарной магистрали и свежего пара.

Отливной трубопровод балластной системы, снабженный невозвратно-запорным клапаном, выводят за борт над грузовой ватерлинией.

Балластную систему должен обслуживать по крайней мере один насос. В качестве балластного может быть использован осушительный или пожарный насос, если в балластных танках не предусмотрено хранение запасов жидкого топлива.

Все закрытые цистерны, которые могут заполняться жидкостью, должны иметь воздушные трубы диаметром не менее 50 мм. Воздушные трубы устанавливают в самом высоком месте цистерны. Если цистерны имеют значительный размер и плоский настил, то устанавливают несколько труб. Нижний конец трубы заканчивается сразу под настилом цистерны, верхний выводится на открытую палубу, где заканчивается «гуськом», загнутым книзу концом. «Гусёк» предохраняет трубу от засорения и препятствует попаданию воды. Но во время шторма вода может проникнуть в воздушную трубу и при наличии «гуська».

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите основные системы, относящиеся к общесудовым.
2. Назовите функции каждой общесудовой системы.
3. На какие виды можно разделить противопожарную систему?
4. Через что принимают забортную воду на судно?
5. Какие существуют способы опреснения забортной воды?

Тема 9. Холодильное оборудование

Основные схемы и состав оборудования холодильных установок судов рыбопромыслового флота. Системы охлаждения трюмов, провизионных камер, морозильных камер рыбопродукции, рабочие жидкости и их свойства.

Судовые системы кондиционирования воздуха.

Методические указания

Промысел в удаленных районах Мирового океана заставляет обеспечивать суда рыбной промышленности все более мощными

рефрижераторными установками. Длительность доставки рыбопродукции в порт и сохранение ее биологических свойств диктуют необходимость глубокой заморозки и сохранения в трюмах готовой продукции до 30 и более градусов холода. Даже переработанная в готовый для употребления вид продукция тоже требует сохранения в охлажденных трюмах, хотя и при больших температурах среды (до -5°C).

На поддержание таких заданных температур в трюмах заморозки продукции требуется весьма сложная схема рефрижераторной установки, которая включает контуры аммиачной и рассольной систем охлаждения. Кроме этого, для поддержания низких температур в провизионных камерах и обеспечения кондиционирования воздуха в жилых помещениях судна предусматривается фреоновая система охлаждения (в которой используется более безопасный для человеческого организма хладагент).

В этой связи СЭУ промысловых судов отличаются высокой относительной мощностью электростанций, большая часть которой расходуется на охлаждение трюмов и заморозку рыбопродукции.

Важно не только изучить принципы действия и схемы рефрижераторных установок, но и обратить внимание на условия размещения холодильного оборудования, требования к эксплуатации его систем и безопасности использования.

Литература: [6, с. 6-30, 55-71, 160-188].

Вопросы для самопроверки

1. Какие типы холодильных компрессоров используются на промысловых судах?
2. Нарисуйте схему рефрижераторной установки и объясните ее работу.
3. Какие рабочие агенты и почему используются в рефрижераторных установках на судах?
4. Какие основные меры безопасности должны соблюдаться при эксплуатации холодильного оборудования?
5. Какое оборудование включает система кондиционирования воздуха на судне?

Тема 10. Судовые устройства

Рулевые, якорно-швартовые и грузоподъемные механизмы, их устройство и принцип действия. Конструктивные и кинематические схемы, состав и принцип действия устройств. Условия размещения устройств на судне, характеристики и принципы их регулирования. Требования Морского реестра судоходства к устройствам.

Методические указания

При работе над материалом темы следует изучить кинематические и конструктивные схемы, а также принцип действия каждого устройства, отметить особенности схем других типов этого устройства. Следует обратить внимание на привод устройств, характер регулирования частоты вращения и мощности привода, характеристики нагружения устройств и их особенности. Важное место необходимо уделить изучению требований Морского регистра судоходства, судовым устройствам и их освидетельствованию.

Литература: [3, с. 172-297; 5, с. 179-247].

Вопросы для самопроверки

1. Чем отличаются балансирующие и полубалансирующие рули?
2. Как проверить работоспособность рулевого устройства и его соответствие правилам Морского регистра?
3. Как меняется усилие на брашпилье при подъеме якоря с разной глубины, при разной ветровой и волновой нагрузке?
4. Каким образом можно управлять движением судна при отказе рулевого устройства?
5. Какие устройства и каким образом используются на судне при перемещении грузов поперек и вдоль судна?

Тема 11. Промысловые механизмы

Назначение, конструктивные схемы и особенности работы траловых, веерных, кабельно-вытяжных лебедок. Их кинематические схемы, типы приводов и принцип их регулирования по частоте и моменту. Требования Морского регистра судоходства к промысловым механизмам тралового и кошелькового лова.

Методические указания

Современные траловые лебедки представляют собой довольно сложные по кинематике, принципу действия и управлению промышленные механизмы, обладающие целым рядом свойств, которыми не обладали лебедки первых поколений. Сюда следует отнести возможность автоматического удержания трала на заданной глубине, слежение за длиной вытравливания ваеров, контроль за усилиями на ваерах и предотвращение их обрыва при внезапных зацепах. Системы управления лебедками связываются с эхолотами, гидролокаторами, обеспечивают заданное раскрытие трала по высоте и горизонту.

Литература: [5, с. 249-288].

Вопросы для самопроверки

1. Объясните назначение траловых, ваерных, кабельно-вытяжных лебедок.
2. Какие типы приводов используются в промышленных механизмах?
3. Изобразите и объясните кинематические схемы траловой, ваерной лебедки.
4. Как регулируется траловая лебедка по частоте вращения, по моменту?
5. Какое воздействие оказывает работа промышленных механизмов на главные и вспомогательные двигатели СЭУ?

Тема 12. Судовое электрооборудование

Назначение, состав, род тока судовых электростанций (СЭС). Источники и потребители электроэнергии на судне, режимы работы СЭС промышленных судов. Первичные двигатели, их характеристики, режимы работы. Генераторы, валогенераторы постоянного и переменного типа. Судовые электродвигатели, конструктивные особенности и типы.

Методические указания

Мощность судовой электростанции на промышленном судне может составлять до 60-70 % от мощности главной силовой установки. В зависимости от назначения судна и характера его промышленной работы большие нагрузки на электростанцию составляют режимы спус-

ка и, в особенности, подъема трала. Более продолжительное время требуется много энергии для заморозки и глубокого охлаждения продукции, получения льда и т. п. В этой связи СЭС промышленного судна комплектуется не только дизель-генераторами, но и валогенераторами постоянного и переменного тока, которые приводятся во вращение от главных двигателей и обеспечивают покрытие пиковых нагрузок.

Следует изучить основные характеристики генераторов и машин постоянного и переменного тока, что существенно поможет в понимании материала темы по вопросам целесообразности их использования для привода промышленных и судовых механизмов различного назначения.

Литература: [4, с. 293-316].

Вопросы для самопроверки

1. Почему в судовых электростанциях используют переменный ток?
2. Почему наряду с переменным на судах используется постоянный ток?
3. Какие типы электродвигателей используются в судовых условиях в различных механизмах?
4. Объясните назначение валогенераторов постоянного, переменного тока.
5. Почему в судовых электростанциях обеспечивается резерв по мощности, по числу установленных дизель-генераторов?

5. ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Задание 1. Изобразить структурную схему СЭУ промышленного судна по варианту табл. 1 и дать ее описание.

Таблица 1

Варианты промышленных судов

Номер последней цифры шифра зачётной книжки	Наименование или тип судна
1	БМРТ «Маяковский»
2	Зверобойно-рыболовное судно «Зверобой»
3	Траулер «Баренцево море»
4	Рефрижераторный траулер «Иван Бочков»
5	БАТ «Пулковский меридиан»
6	БМРТ «Горизонт»
7	БМРТ «Спрут»
8	БМРТ «Атлантика»
9	Траулер-сейнер «Орленок»
0	Траулер-сейнер «Альпинист»

Для выполнения задания 1 рекомендуется дополнительная литература:

1. Коршунов Л.П. Структурные схемы энергетических установок промышленных судов. – Калининград: Изд-во БГАРФ, 1995. – 199 с.

2. Флот рыбопромышленности. Справочник типовых судов. – М.: Транспорт, 1990.

Задание 2. Изобразите на миллиметровой бумаге и опишите в координатах $N_e = f(n)$ совместную работу главной силовой установки судна с двигателем (ВРШ или ВФШ) в соответствии с заданием по табл. 2 на режимах свободного хода и траления.

Таблица 2

Варианты двигательной установки

Номер предпоследней цифры шифра зачётной книжки	Главная силовая установка	Движитель и передача момента	Дополнительные условия
0	Малооборотный двигатель	ВФШ прямая	
1	Среднеоборотный двигатель	ВРШ редуктор	
2	2 среднеоборотных двигателя	ВРШ редуктор	
3	Малооборотный двигатель	ВРШ	валогенератор
4	Дизель-электроход, 2 двигателя	ВРШ	
5	Дизель-электроход, 4 двигателя	ВРШ	
6	Среднеоборотный двигатель	ВРШ редуктор	валогенератор
7	Среднеоборотный двигатель	ВРШ редуктор	2 валогенератора
8	Среднеоборотный двигатель	ВРШ редуктор	электродвигатель валогенератор
9	Среднеоборотный двигатель	ВРШ редуктор	

Для выполнения задания 2 рекомендуется дополнительная литература:

1. Коршунов Л.П. Главные судовые передачи. – М.: Транспорт, 1964.

Задание 3. Изобразить в координатах Н-Q и n-Q характеристики насосов и гидравлической сети, определить мощность, потребляемую насосами при работе на сеть. Варианты задания принимаются согласно табл. 3.

Таблица 3

Варианты типов насосов

Номер последней цифры шифра зачётной книжки	Типы насосов	Кол-во и включение в сеть	Гидравлическая сеть	Режимы работы
0	Центробежный	1	Напорный бак, вентиль	Q и 1/2Q
1	Центробежный	2 последовательных	Напорный бак, вентиль	Q и 1/3Q
2	Центробежный	2 параллельных	Напорный бак, охладитель	Q и 1/2Q
3	Диагональный	1	Напорный бак, вентиль	Q и 1/4Q
4	Осевой	1	Вентиль	Q и 1/2Q
5	Шестеренный	1	Напорный бак, вентиль, байпас	Q и 1/2Q
6	Вихревой	1	Напорный бак, вентиль	Q и 1/2Q
7	Центробежный	1	Замкнутая, вентиль	Q и 1/5Q
8	Центробежный	2	Замкнутая, вентиль, охладитель	Q и 1/2Q
9	Поршневой	1	Напорный бак, вентиль	Q и 1/2Q

Задание 4. Изобразите схему варианта общесудовой системы в соответствии с табл. 4 и дайте ее описание.

Таблица 4

Варианты судовых вспомогательных систем

Номер предпоследней цифры шифра зачётной книжки	Название системы	Номер предпоследней цифры шифра зачётной книжки	Название системы
1	Пожарная	6	Забортной воды
2	Балластная	7	Питьевой воды
3	Осушительная	8	Пресной и питьевой воды
4	Очистки сточных вод	9	Фаловая система
5	Углекислотная	0	Отопления и вентиляции

Примечание: задания 1, 2 и 4 могут выполняться по согласованию с кафедрой по данным судна, на котором трудится студент.

6. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1. Структурные схемы СЭУ промысловых судов.
2. Конструкция 4- и 2-тактных двигателей.
3. Характеристики двигателей и движителей, совместная работа двигателей и винтов фиксированного и регулируемого шага на судах промыслового флота.
4. Валопровод и его элементы.
5. Характеристики насосов и их работа на гидравлическую сеть.
6. Общесудовые системы на промысловых судах.



978980002216

Владимир Тимофеевич Томилко

**СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ
УСТАНОВКИ**

Методические указания и контрольные задания
для студентов заочной формы обучения по специальности
26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования
и средств автоматики»

*Ведущий редактор М.Б. Априянц
Младший редактор Г.В. Деркач*

*Компьютерное редактирование
О.В. Савина*

*Подписано в печать 19.03.2020 г.
Усл. печ. л. 1,8. Уч.-изд. л. 1,8.*

Лицензия № 021350 от 28.06.99.

Печать офсетная.

Формат 60x90/16.

Заказ № 1573. Тираж 45 экз.

Доступ к архиву публикации и условия доступа к нему:
<http://lib.bgarf.ru/>

БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»

Издательство БГАРФ,
член Издательско-полиграфической ассоциации высших учебных заведений
236029, Калининград, ул. Молодежная, 6.

БГАРФ