

Федеральное агентство по рыболовству  
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»  
Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота

Судомеханический факультет  
Кафедра «Судовые энергетические установки»

**В.Г. Гурьев**

# **Судовые турбомашинны**

Методические указания  
по выполнению практических занятий  
для курсантов 26.05.06  
«Эксплуатация судовых энергетических установок»  
всех форм обучения

Калининград  
Издательство БГАРФ  
2021

УДК 621.436.(075)

Авторы:

1. Гурьев В.Г., профессор каф. СЭУ., к.п.н., доцент;

Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании кафедры СЭУ БГАРФ «\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г., протокол № \_\_\_\_

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

Рецензент: Шевченко С.Н. кандидат технических наук, доцент;

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
Общие рекомендации по проведению практических занятий в форме семинара и интерактивного занятия.....	4
Перечень тем и вопросов ПЗ.....	4
Практическое занятие № 1 Изучение конструкции судовых главных и вспомогательных турбоагрегатов (семинар).....	6
Практическое занятие № 2 Изучение конструкции турбокомпрессоров судовых ДВС (семинар).....	6
Практическое занятие № 3 Разборка и сборка турбокомпрессора (интерактивное занятие) .....	6
Практическое занятие № 4 Исследование влияния изменения сопротивления на линиях всасывания и нагнетания на показатели работы центробежного компрессора (интерактивное занятие).....	6
Практическое занятие № 5 Исследование характеристик турбонаддувочного агрегата дизеля на режимах нагрузочной характеристики ДВС (интерактивное занятие).....	9
.....	
Практическое занятие № 6 Влияние изменения метеорологических условий на совместную работу дизеля и турбокомпрессора (интерактивное занятие).....	7
.....	
Практическое занятие № 7 Исследование влияния технического состояния впускной и газовыпускной систем турбокомпрессора на его совместную работу с ДВС (интерактивное занятие).....	7
Литература.....	7

### Введение

Судовой – механик с целью успешной эксплуатации судовых дизелей обязан знать теорию и конструкцию ДВС, средства и методы оценки надежности и технического состояния турбонаддувочных агрегатов.

Каждый механик на судне должен пройти одобренное обучение и подготовку и отвечать стандарту компетентности, указанному в разделе А-III/1 Кодекса ПДНВ-78 с поправками, то есть знать, понимать и правильно применять на практике профессиональные навыки, такие как:

- подготовка, эксплуатация, обнаружение неисправностей и меры, необходимые для предотвращения причинения повреждений главному двигателю и связанные с ним вспомогательные механизмы, в том числе газотурбоагрегату;

- методы выполнения безопасных аварийных/временных ремонтов;

- методы и средства предотвращения загрязнения морской среды с судов;

- действия, которые необходимо предпринимать для защиты и охраны всех лиц на судне в случае аварии.

Практические занятия предназначены для закрепления и углубления теоретических знаний и практических навыков, полученных при выполнении лабораторных работ.

Спецификация минимального стандарта компетентности для вахтенного механика судов с обслуживаемым или периодически не обслуживаемым машинным отделением (таблица А- III/1 ПДНВ с поправками).

Функция: Судовые механические установки на уровне эксплуатации.

Сфера компетентности: **К-4 Эксплуатация главных установок и вспомогательных механизмов и связанных с ними систем управления.**

## **Общие рекомендации по проведению практических занятий в форме семинара и интерактивного занятия**

Практические занятия в виде семинара и интерактивной формы обучения проходят после курса лекционных и лабораторных занятий.

Для подготовки к практическим занятиям необходимо заранее ознакомиться с перечнем тем и вопросов, которые будут рассмотрены на занятии, а также со списком основной и дополнительной литературы.

Необходимо помнить, что правильная полная подготовка к занятию подразумевает прочтение не только лекционного материала, но и учебной литературы. Необходимо прочитать соответствующие разделы из основной и дополнительной литературы, рекомендованной преподавателем, выделить основные понятия и процессы, их закономерности и движущие силы, и взаимные связи.

При подготовке к занятию не нужно заучивать учебный материал. Необходимо попытаться самостоятельно найти новые данные по теме занятия в научных и научно-популярных периодических изданиях и на авторитетных сайтах.

На практических и лабораторных занятиях нужно выяснять у преподавателя ответы на интересующие или затруднительные вопросы, высказывать и аргументировать свое мнение.

### *Рекомендации по подготовке к интерактивным занятиям*

Интерактивное обучение – это диалоговое обучение, в ходе которого осуществляется взаимодействие преподавателя и обучающегося.

Обязательные условия организации интерактивного обучения:

- доверительные, по крайней мере, позитивные отношения между обучающим и обучающимися;
- демократический стиль;
- сотрудничество в процессе общения обучающего и обучающихся между собой;
- опора на личный ("педагогический") опыт обучающихся, включение в учебный процесс ярких примеров, фактов, образов;
- многообразие форм и методов представления информации, форм деятельности обучающихся, их мобильность;
- включение внешней и внутренней мотивации деятельности, а также взаимомотивации обучающихся.

## **Перечень тем и вопросов практических занятий**

### *Практические занятия по форме семинарского обучения*

Изучение конструкции судовых главных и вспомогательных турбоагрегатов (семинар) ПЗ №1, продолжительность 4 часа.

Изучение конструкции турбокомпрессоров судовых ДВС (семинар) ПЗ №2, продолжительность 4 часа.

### *Практические занятия по форме семинарского интерактивного обучения*

Разборка и сборка турбокомпрессора ПЗ № 3, продолжительность 2 часа.

Исследование влияния изменения сопротивления на линиях всасывания и нагнетания на показатели работы центробежного компрессора ПЗ № 4, продолжительность 2 часа.

Исследование характеристик турбонаддувочного агрегата дизеля на режимах нагрузочной характеристики ДВС ПЗ № 5, продолжительность 2 часа.

Влияние изменения метеорологических условий на совместную работу дизеля и турбокомпрессора ПЗ № 6, продолжительность 2 часа.

Исследование влияния технического состояния впускной и газовыпускной систем турбокомпрессора на его совместную работу с ДВС ПЗ № 7, продолжительность 1 час.

### **Перечень типовых вопросов, обсуждаемых на ПЗ**

- Чем конструктивно отличаются турбокомпрессоры типа ТК от ТКР?

- Назовите основные причины, влияющие на повышение потерь: ( $\Delta P_{вх}$  на входе в компрессор;  $\Delta P_{вых}$  за турбиной;  $\Delta P_{охл}$  в воздухоохладителе).
- Перечислите преимущества и недостатки осевых и радиальных турбин.
- Перечислите преимущества и недостатки турбин с постоянным и переменным давлением газа
- Назовите основные характеристики турбокомпрессора ТКР-11, ТК-23
- Покажите на макете ГТНА подшипники, дайте им характеристику
- Как обеспечивается наддув на дизелях ведущих мировых фирм при запуске двигателя и на небольших ходах
- Назовите основные преимущества и недостатки СТК и ПТК
- Перечислите основные способы и схемы наддува
- Покажите на макете и дайте характеристику центробежному компрессору
- Покажите на чертеже сопловый аппарат турбины
- Какие уплотнения применяются в ПТ?
- Какие уплотнения применяются в ГТ?
- Какие уплотнения применяются в ГТНА?
- Как осуществляется охлаждение надувочного воздуха?
- Какие характеристики были приняты при выборе ГТНА?
- Покажите на схеме как осуществляется безразборная очистка ГТНА
- Перечислите основные процедуры, которые должны быть выполнены при подготовке ГТНА во время запуска дизеля
- Какие моющие средства выбраны вами для промывки компрессора и турбины?
- Какое используется масло в ГТНА и пределы температуры при нормальной работе дизеля?
- Какое обеспечивается давление смазки в ГТНА?
- Перечислите основные процедуры при ежедневном обслуживании
- Перечислите основные процедуры при ТО № 1, 2, 3
- Назовите основные внешние факторы, которые влияют на совместную работу дизеля и турбокомпрессора
- Как будут изменяться основные параметры турбокомпрессора в зависимости от резкого изменения температуры воздуха и забортной воды?
- Как будут изменяться основные параметры турбокомпрессора в зависимости от резкого изменения атмосферного давления?
- Как влияет нагрузка на совместную работу ДВС и ТК?
- Как влияет изменение частоты вращения коленчатого вала на совместную работу ДВС и ТК?
- Как будут изменяться основные параметры турбокомпрессора в зависимости от повышения сопротивления воздуха на всасывании в компрессор?
- Как будут изменяться основные параметры турбокомпрессора в зависимости от повышения сопротивления газа на входе в турбину?
- Какие применяются способы обеспечения баланса мощностей турбины и компрессора?
- Что такое помпаж ротативного двигателя? Перечислите эксплуатационные меры и конструктивные меры по борьбы с помпажем
- Назовите основные преимущества и недостатки осевых и центробежных компрессоров
- Какие показатели обычно контролируют в системе наддува при эксплуатации ДВС?
- Дайте полную классификацию газотурбоагнетателя: по направлению газового потока; по характеру расширения газа; по числу ступеней турбины; по конструктивному исполнению соплового аппарата; по назначению; по потоку газа (равномерный, пульсирующий, комбинированный)
- Как будут изменяться основные параметры турбокомпрессора в зависимости от

повышения сопротивления газа на выходе из турбины?

### **Семинарские занятия**

**Практическое занятие № 1** Изучение конструкции судовых главных и вспомогательных турбоагрегатов (семинар)

Учебная цель: Изучение конструкции судовых паровых и газовых турбоагрегатов

Сфера компетентности: К-4

Время проведения: 4 часа

Место проведения: кабинет 54, УК-1

**Практическое занятие № 2** Изучение конструкции турбокомпрессоров судовых ДВС

(семинар)

Учебная цель: Изучение конструкции турбокомпрессоров наиболее распространенной схемы и изучение достоинств и недостатков существующих конструктивных схем

Сфера компетентности: К-4

Время проведения: 4 часа

Место проведения: кабинет 54, УК-1

Занятия проводятся в режиме семинара, преподаватель задает дискуссионный вопрос на обсуждение, выслушивает мнение каждого курсанта.

Учебная группа делится на подгруппы, в подгруппе назначается старший из состава курсантов, задается тема на обсуждение, преподаватель контролирует организацию обсуждения поставленной задачи.

### **Интерактивные занятия**

При интерактивной форме обучения учебная группа курсантов разбивается на 5 подгрупп (рабочих мест), в каждой назначается старший подгруппы. На каждом рабочем месте имеются методические указания, справочная документация, контрольные вопросы. После изучения вопросов предложенной литературы старший группы контрольными вопросами определяет степень освоенности материала.

Преподаватель поочередно на каждом рабочем месте в виде диалога задает нестандартную ситуацию аварийного, чрезвычайного характера и оценивает действия курсантов.

**Практическое занятие № 3** Разборка и сборка турбокомпрессора (рабочее место №1)

Учебная цель: Ознакомление курсантов с основными правилами разборки и сборки турбокомпрессора и оценка технического состояния и загрязненности его узлов и деталей

Сфера компетентности: К-4

Время проведения: 2 часа

Место проведения: кабинет 54, УК-1

**Практическое занятие № 4** Исследование влияния изменения сопротивления на линиях всасывания и нагнетания на показатели работы центробежного компрессора (рабочее место №2).

Учебная цель: Углубление изучения теоретического материала по турбокомпрессорам и привитие навыков проведения эксперимента

Сфера компетентности: К-4

Время проведения: 2 часа

Место проведения: кабинет 236, УК-1, компьютерный класс

**Практическое занятие № 5** Исследование характеристик турбонаддувочного агрегата дизеля на режимах нагрузочной характеристики ДВС (рабочее место №3).

Учебная цель: Определение характеристик работы турбокомпрессора на режимах нагрузочной характеристики ДВС при постоянной частоте вращения коленчатого вала

Сфера компетентности: К-4

Время проведения: 2 часа

Место проведения: кабинет 236, УК-1, компьютерный класс

**Практическое занятие № 6** Влияние изменения метеорологических условий на совместную работу дизеля и турбокомпрессора (рабочее место №4).

Учебная цель: Исследование влияния метеорологических условий на совместную работу ДВС и турбокомпрессора

Сфера компетентности: К-4

Время проведения: 2 часа

Место проведения: кабинет 236, УК-1, компьютерный класс

**Практическое занятие № 7** Исследование влияния технического состояния впускной и газораспределительной систем турбокомпрессора на его совместную работу с ДВС (рабочее место №5).

Учебная цель: Исследование влияния эксплуатационных факторов на совместную работу ДВС и турбокомпрессора. Привитие курсантам навыков исследовательской работы

Сфера компетентности: К-4

Время проведения: 2 часа

Место проведения: кабинет 236, УК-1, компьютерный класс

## Литература

### Основная

1.1 Межеричский А.Д. Турбокомпрессоры системы наддува судовых дизелей. Л.: Судостроение, 1971г

1.2 Дейнего Ю.Г. Эксплуатация судовых энергетических установок, механизмов и систем. М.: Моркнига, 2012г

1.3 Зайцев В.И. Грицай Л.Л. Моисеев А.А. Судовые паровые и газовые турбины (учебник) М., Транспорт, 1981 г. – 432 с

1.4 Рогалев Б.М. Смолин Ю.И. Эксплуатация и ремонт газотурбоагрегатов судовых дизелей М., Транспорт, 1975 г. – 200 с.

1.5 Гурьев В.Г. Система наддува ДВС: учеб. пособие. – Калининград: Изд-во БГАРФ, 2021. – 71с.

1.6 Правила классификации и постройки морских судов [Электронный ресурс] / Рос.мор. регистр судоходства. - Санкт-Петербург: [б. и.], 1913 - .Электрон. версия печ. публикации. Ч. 2: Корпус: НД № 2-020101-104. - 2018 (ЭБ «НТБ КГТУ» - Правила Российского регистра судоходства)

1.7 Судовой механик [Текст]: справочник в 2-х томах./ Транспортная академия Украины; ред. А.А.Фока. Т.1, 2. – 2008, 2010. – 1032 с, 1036 с.

### Дополнительная

2.2 Гурьев В.Г. Судовые турбомашинны. Методические указания к курсовой работе для специальности «Эксплуатация судовых энергетических установок». Тема: Подбор газотурбоагрегата для ДВС. Калининград: Изд-во БГАРФ, 2021

2.3 Гурьев В.Г. Основные сведения о судовых ДВС. Учебное пособие для курсантов и студентов морских специальностей всех форм обучения. Калининград: Изд-во БГАРФ, 2010. – 80 с

2.4 Гурьев В.Г. Турбокомпрессоры газотурбинного наддува ДВС. Учебное пособие для курсантов и студентов морских специальностей всех форм обучения. Калининград: Изд-во БГАРФ, 2017. – 104 с.

2.5 Гурьев В.Г., Томилко В.Т. Судовые турбомашинны МУ по выполнению лабораторных работ для курсантов 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок» всех форм обучения Калининград: Изд-во БГАРФ, 2021.