

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

МОРСКОЙ ИНСТИТУТ

В.Р. Егоров

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СУДОВЫХ КОТЕЛЬНЫХ И ПАРПРОИЗВОДЯЩИХ УСТАНОВОК

Методические указания
по проведению тренажерного практикума

Севастополь
СевГУ
2019

УДК 621.12
Е30

Р е ц е н з е н т:

В.А. Очеретяный – доцент каф. ЭМСС, канд. техн. наук

Егоров В.Р.

Е30 Эксплуатация судовых котельных и паропроизводящих установок: метод. указания к выполнению тренажерного практикума / В.Р. Егоров. - Севастополь: СевГУ, 2019. – 27 с.

Методические указания предназначены для студентов очной и заочной форм обучения Морского института Севастопольского государственного университета, специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»

Выполнение тренажерного практикума направлено на изучение следующей профессионально-специализированной компетенции (компетенции ПДНВ): ПСК-9 Подготовка, эксплуатация, обнаружение неисправностей и меры, необходимые для предотвращения причинения повреждений судового парового котла и связанных с ним вспомогательных механизмов и паровых систем.

УДК 621.12

Рассмотрены и рекомендованы кафедрой Энергоустановок морских судов и сооружений Морского института Севастопольского госуниверситета в качестве методических указаний по проведению тренажерного практикума по дисциплине «Эксплуатация судовых котельных и паропроизводящих установок» для студентов специальности 26.05.06 – Эксплуатация судовых энергетических установок, протокол заседания кафедры № 1 от 31 августа 2018 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Планируемые результаты обучения по дисциплине	5
2. Эксплуатация вспомогательного парового котла КВС-68	7
2.1. Подготовка к пуску котла КВС-68 (после непродолжительного вывода из действия)	7
2.2. Подготовка питательной системы к заполнению котловой водой	7
2.3. Заполнение котла водой	8
2.4. Действия после заполнения котла водой	8
2.5. Подготовка топливной системы к работе	8
2.6. Подготовка к работе средств индикации, сигнализации и защит	9
2.7. Розжиг форсунок	9
2.8. Подъем давления пара	9
2.9. Обслуживание котла в действии	10
2.10. Контроль уровня воды в котле	11
2.11. Обслуживание системы питания	12
2.12. Управление горением	13
2.13. Обслуживание топливной системы	14
2.14. Обслуживание систем защиты и сигнализации	14
2.15. Водный режим котла	14
2.16. Вывод котла из действия	16
2.17. Экстренный вывод котла из действия	16
2.18. Длительное хранение бездействующего котла	17
2.19. Характерные неисправности и повреждения котлов	18
Контрольные вопросы	21
Содержание отчета	25
Литература	27

ВВЕДЕНИЕ

К эксплуатации котла КВС-68 допускаются студенты, изучившие:

- конструкцию и принцип действия котла КВС-68;
- системы котельного отделения (топливные, питательную, подачи воздуха, отвода пара, паровые – острого и отработанного пара, сжатого воздуха);
- оборудование, установленное в лаборатории судовых паровых котлов (цистерны, баки, теплый ящик, питательные и топливные насосы, вентиляторы, фильтры, подогреватели, дозерный насос, щиты управления и аварийно-предупредительной сигнализации);
- инструкцию по эксплуатации котла КВС-68 на легком и тяжелом топливе при ручном управлении.

При эксплуатации котла КВС-68 студент должен правильно и своевременно реагировать на создаваемую преподавателем с пульта управления тренажером ситуацию и уметь устранять возникающие при эксплуатации котла неисправности, ориентируясь на показания приборов и аварийно-предупредительную сигнализацию.

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Ц е л ь ю преподавания дисциплины «Эксплуатация судовых котельных и паропроизводящих установок» (ЭСК и ППУ) является изучение студентами вопросов технической эксплуатации СПК и ППУ в обеспечении:

- раздела А-III/1 функции 1 (Судовые механические установки на уровне эксплуатации) с уровнями компетенции 4 (Несение безопасной вахты в машинном отделении), 6 (Эксплуатация главных и вспомогательных механизмов и связанных с ними систем управления) Конвенции ПДНВ-95 [1];

- главы II-1 – Конструкция и устройство, деление на отсеки и остойчивость, механические и электрические установки, части С – Механические установки (Правила 32, 33); главы II-2 Конструкция - противопожарная защита, обнаружение и тушение пожара, части А – Общие положения (Правила 7, 13-1, 15) - Международной Конвенции по охране человеческой жизни на море 1974 г (СОЛАС) [3].

- подготовки студента к прохождению «Дельта-тестов».

З а д а ч и дисциплины:

- изучить основные операции при подготовке котла к растопке и во время растопки;

- изучить основные правила управления системой питания, топливной системой, процессом горения и ведением водного режима котла;

- изучить правила штатной и аварийной остановки котла, причины, вызывающие аварийную остановку котла;

- изучить характерные неисправности, возникающие при работе котла и способы их устранения;

- изучить способы очистки котлов со стороны газа, воды и пара, методы хранения котлов;

- изучить вопросы, связанные с докотловой и внутрикотловой обработкой воды;

- изучить вопросы, связанные с определением дефектных труб поверхностей нагрева и способов их глушения, а также вопросы, связанные с восстановлением обмуровки и изоляции котла;

- изучить правила проведения и объем гидравлических испытаний и освидетельствований котлов;

- изучить основные правила безопасной эксплуатации котлов.

Формируемые компетенции по ФГОС

ПК-5 - Способен выполнять безопасные и аварийные процедуры эксплуатации механизмов двигательной установки, включая системы управления.

ПК-6 - Способен осуществлять подготовку, эксплуатацию, обнаружение неисправностей и меры, необходимые для предотвращения причинения повреждений следующим механизмам и системам управления: Паровой котел и связанные с ним вспомогательные механизмы и паровые системы.

ПК-40 - Способен выполнять диагностирование судового механического и электрического оборудования.

ПК-41 - Способен устанавливать причины отказов судового оборудования, определять и осуществлять мероприятия по их предотвращению.

ПК-43 - Способен планировать выполнение технического обслуживания включая установленные законом проверки и проверки класса судна.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с результатами освоения образовательной программы, приведен в табл. 1.1.

Таблица 1.1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине

Код и уровень формируемой компетенции по ООПВО	Владеть	Уметь	Знать
ПК-5	Навыками безопасной эксплуатации судовой котельной установки	Выполнять безопасные и аварийные процедуры эксплуатации механизмов двигательной установки, включая системы управления	Правила технической эксплуатации судовых котельных установок
ПК-6	Правилами пользования нормативной и справочной документацией	Умение осуществлять подготовку, эксплуатацию, обнаружение неисправностей и меры, необходимые для предотвращения причинения повреждений следующим механизмам и системам управления: Паровой котел и связанные с ним вспомогательные механизмы и паровые системы	Конструкцию оборудования и систем в котельной установке, параметры функционирования
ПК-40	Методами, технологиями диагностирования, применяемыми приборами, оценкой и оформлением результатов	Выполнять диагностирование судового механического и электрического оборудования	Методов, технологии диагностирования, применяемых приборов, оценки и оформления результатов
ПК-41	Методами устранения, возникающих при работе котельной установки	Устанавливать причины отказов судового оборудования, определять	Методы, последовательности сбора фактов, определения их логиче-

	неисправностей	и осуществлять мероприятия по их предотвращению	ской связи, определения причин отказов и объема аварийных ремонтных работ, формирования мероприятий для их предупреждения в будущем
ПК-43	Навыками составления плана и отчета выполнения работ по техническому обслуживанию, подготовки судового оборудования к освидетельствованию классификационным обществом	Планировать выполнение технического обслуживания включая установленные законом проверки и проверки класса судна	Планирование выполнения технического обслуживания включая установленные законом проверки и проверки класса судна

2. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ПАРОВОГО КОТЛА КВС-68

2.1. Подготовка к пуску котла КВС-68 (после непродолжительного вывода из действия)

- Произвести осмотр котла и убедиться в отсутствии посторонних предметов и видимых дефектов.
- Произвести наружный осмотр ВУП и убедиться в отсутствии их повреждений; проверить свободный ход клапанов и их приводов.
- Убедиться в отсутствии повреждений манометров, термометров и остальных КИП, а также наличие на них пломб и отметок о сроках проверки.
- Проверить лёгкость перемещения регистров воздухонаправляющих устройств и воздушных заслонок.
- Опробовать исправность действия сажеобдувочных устройств (без подвода рабочей среды).
- Проверить освещение котельного отделения, КИП и особенно ВУП.
- Открыть топку и проверить отсутствие протечек топлива в топку.
- Убедиться, что в котельном отделении не находятся предметы, мешающие свободному проходу при обслуживании котла.
- Проверить наличие и готовность к действию противопожарных средств.

2.2. Подготовка питательной системы к заполнению котловой водой

- При подготовке питательной системы необходимо: осмотреть питательные трубопроводы, проверить работу клапанов и установить их в положение, обеспечивающее подачу воды в котел
- Открыть клапаны к манометрам.

- Проверить количество и качество питательной воды в теплом ящике.
- Подготовить к заполнению котла водой арматуру, установленную на котле, открыть воздушный и питательный клапаны и закрыть все остальные.
- Проверить работу питательного электронасоса.

2.3. Заполнение котла водой

- Заполнение котла водой производить с разрешения старшего механика.
- Котел должен заполняться водой, характеристики которой отвечают водному режиму котла. Разность температур воды и стенок котла не должна превышать 20...30 °С.
- Включить питательный электронасос и открыть клапан на напорном трубопроводе.
- Уровень воды в котле должен быть установлен на отметке «низший уровень воды».
- Отключить питательный электронасос.

2.4. Действия после заполнения котла водой

После заполнения котла водой необходимо:

- Проверить исправность всех ВУП (открывая и закрывая клапаны).
- Проверить соответствие показаний всех ВУП, установленных на котле, и дистанционного указателя (ДУУ) на щите индикации.
- Подключить и опробовать систему защиты и сигнализации по уровню воды в котле.
- Проверить удерживается ли уровень воды в котле, при его снижении необходимо выяснить и устранить причину утечки воды. При обнаружении пропусков воды в горловинах и арматуре допускается устранять пропуски обжатием крышек, фланцев и сальников.

2.5. Подготовка топливной системы к работе

- Произвести осмотр топливных цистерн тяжёлого и лёгкого топлива, проверить арматуру, спустить отстой и проверить уровень топлива.
- Осмотреть топливопроводы, клапаны, фильтры, топливоподогреватель, форсунки и установить стояночные распылительные шайбы; ввести форсунку № 1 в топку и подключить к топливопроводу.
- При растопке котла на лёгком топливе необходимо закрыть клапан отсекающий попадание легкого топлива в топливоподогреватель.
- Включить насос легкого топлива и проверить на плотность топливную систему и все клапана топливной системы.

2.6. Подготовка к работе средств индикации, сигнализации и защит

- При подготовке к работе котла необходимо убедиться, что при нажатии кнопки «Питание» включился щит управления аварийно-предупредительной сигнализации и защит, в том числе по упуску воды, по обрыву факела, по падению давления воздуха и по отключению электроэнергии.

- Осмотреть предохранительные клапаны, проверить наличие пломб на них и опробовать клапана, подорвав вручную клапан.

2.7. Розжиг форсунок

- Перед розжигом котла необходимо убедиться в том, что:

а) все системы, обслуживающие котёл, подготовлены к вводу в действие;

б) системы управления и защиты находятся в рабочем состоянии;

в) уровень воды соответствует требуемому, а все ВУП функционируют нормально;

г) в течение 5 минут топка провентилирована при полностью открытых регистрах форсунок № 1 и № 2 и открытых заслонках на воздухопроводе;

д) после вентиляции регистры форсунки № 2 закрыты, а регистры форсунки № 1 – приоткрыты на половину.

- Включить шестерёнчатый топливный насос легкого топлива, и убедиться, что быстрозапорные клапана открыты и что давление топлива перед форсункой не менее 1,53 МПа (15 кг/см²).

- Включить электровоспламенитель и подать топливо на форсунку №1; убедившись в появлении устойчивого факела, отключить электровоспламенитель.

- Отрегулировать процесс горения по цвету факела и его форме.

2.8. Подъем давления пара

- Продолжительность подъёма пара с момента зажигания огня в топке до рабочего давления (25 кг/см²) должна быть не менее 30 минут.

- После зажигания огня необходимо продуть ВУП и в дальнейшем продувать их через каждые 5 минут до подъёма рабочего давления.

- При появлении сплошной струи пара из воздушного клапана, закрыть его и на 30° приоткрыть стопорный клапан. Пар должен появиться через 15 минут после розжига форсунки.

- Продуть трубки манометров и в течение всего времени подъёма давления пара следить за уровнем воды в котле.

- Осмотреть все соединения и обжечь сальники и фланцы. Обжатие крышек лазов и горловин разрешается производить в присутствии котельного механика при давлении пара не более 0,3 МПа (3 кг/см²) без ударов или

применения дополнительных рычагов. Обжатие фланцев – при давлении пара не более 0,5 МПа (5 кг/см²).

- При достижении давления пара 1,2 МПа (12 кг/см²) произвести проверку действия предохранительных клапанов ручным подрывом импульсного предохранительного клапана.

- В процессе подъёма давления пара (при давлении 0,5...0,8 МПа) проверить в соответствии с инструкцией действие сигнализации и защиты по исчезновению факела, продуть трубки всех манометров и включить в работу питательный насос.

- После достижения рабочего давления пара в котле необходимо произвести верхнее продувание, открыть питательный клапан и подпитать котёл до уровня на 20...30 мм выше рабочего уровня, а затем открыть клапан продувания и понизить уровень воды до рабочего.

- Необходимо повторно произвести проверку исправности действия предохранительных клапанов, водоуказательных приборов, клапанов нижнего продувания и средств питания. Продувание ВУП надлежит производить следующим образом:

1. Открыть клапан продувания ВУП;
2. Закрыть паровой клапан;
3. Открыть паровой клапан;
4. Закрыть водяной клапан;
5. Открыть водяной клапан;
6. Закрыть клапан продувания ВУП.

Время продувания – не более 10 секунд.

- Подключение котла под нагрузку

- Включение котла в работу на внешние потребители должно произвести с разрешения старшего механика.

- При сообщении котла с холодной магистралью необходимо прогреть её не менее 15 минут, открыв клапан продувания паропровода и приоткрыть стопорный клапан. Затем осмотреть трубопровод, убедиться в отсутствии пропусков пара и свободном расширении трубопровода.

- Перед подключением котла к нагрузке необходимо в форсунках сменить стояночные распылители на основные.

2.9. Обслуживание котла в действии

- За действующим котлом и обслуживающими его механизмами необходимо вести наблюдения по показаниям КИП, сигналам аварийно-предупредительной сигнализации, а также путём осмотров установки.

Необходимо контролировать следующие параметры:

- уровень воды в котле;
- давление насыщенного пара;
- давление и температуру питательной воды;
- давление и температуру топлива;

- давление воздуха перед топкой;
- температуру и химический состав уходящих газов.
- Температуру питательной воды повысить до 120 °С, включить в работу паровой водоподогреватель.

Во время работы котла периодически необходимо:

- а) обслуживать систему питания котла и топливную систему;
- б) контролировать качество горения топлива;
- в) контролировать исправность действия систем сигнализации, защит и КИП;
- г) контролировать химический состав питательной и котловой воды и поддерживать требуемый фосфатно-нитратный водный режим;
- д) производить сажу обдувку трубок котла;
- е) осматривать котёл, проверять его арматуру и фланцевые соединения для выявления пропусков пара, воды и топлива;
- ж) проверять исправность ручных приводов клапанов и заслонок;
- з) следить за состоянием видимых частей топки и поверхностей нагрева через смотровые отверстия;
- и) осматривать кожух котла и газоход с целью выявления неплотностей и повышенной температуры обшивки, устранение пропусков газа и воздуха производить при первой возможности;
- к) контролировать уровень воды в тёплом ящике и топлива в топливной цистерне.

2.10. Контроль уровня воды в котле

- Уровень воды в водоуказательном стекле необходимо поддерживать между отметками «Рабочий уровень» и «Верхний уровень».
- Питание действующего котла должно производиться непрерывно.
- Для контроля правильности показаний водоуказательных стёкол необходимо их продувать не реже одного раза в течение 30 минут.
- При отсутствии уверенности в правильности показаний ВУП надо немедленно прекратить горение.
- При приёмке вахты вахтенный механик должен производить проверку соответствий показаний ДУУ водоуказательным приборам. Допускаемая погрешность не более 20 мм.
- При повышении уровня воды в котле выше верхнего указателя необходимо:
 - а) продуть ВУП и убедиться в правильности их показаний;
 - б) уменьшить питание, прикрыв питательный клапан.
- Если, несмотря на принятые меры, уровень воды продолжает повышаться, необходимо:
 - а) прекратить питание;
 - б) осторожно приоткрыть нижнее продувание, следя за уровнем воды в котле.

- Если уровень воды в котле ушёл за верхнюю кромку водоуказательного стекла следует немедленно полностью прекратить питание и усилить продувание.

- При появлении уровня в ВУП прекратить продувание котла, выяснить и устранить причины переполнения котла.

- При быстром снижении уровня воды в ВУП ниже нижнего указателя необходимо немедленно:

- усилить питание;
- уменьшить подачу топлива;
- проверить исправность действия системы управления питанием котла;
- снизить расход пара для потребителей;
- подготовиться к выводу котла из действия.

- Если, несмотря на принятые меры, уровень воды ушёл за нижнюю кромку водоуказательного стекла, необходимо экстренно вывести котёл из действия.

Подпитка котла в этих условиях категорически запрещается.

- При вспенивании, вскипании и бросках котловой воды, признаками которых являются резкие колебания уровня воды в ВУП и гидравлические удары в паропроводах, необходимо снизить нагрузку котла, открыть продувание паропровода, усилить верхнее продувание, снизить уровень воды в котле до нижнего, отобрать пробу и произвести анализ котловой воды.

- Все ВУП должны продуваться не реже одного раза за вахту.

- Пропуски пара или воды в ВУП не допускаются.

- При выходе из строя одного из ВУП необходимо усилить наблюдение за уровнем воды в котле по другим приборам и принять меры к ремонту неисправного. Работа котла с одним ВУП более 1 часа запрещается. При выходе из строя второго ВУП котёл должен быть немедленно выведен из действия.

Включение нового ВУП должно сопровождаться медленным и равномерным прогревом стекла во избежание появления в нём трещин.

2.11. Обслуживание системы питания

- Качество питательной воды должно соответствовать нормам, установленным инструкцией по водному режиму котла.

- Особое внимание должно уделяться предупреждению попадания смазочных масел и топлива в питательную воду.

- Если принятыми мерами предохранить котёл от попадания в него топлива или масла не удаётся, котёл должен быть немедленно выведен из действия.

- Резервные питательные средства необходимо поддерживать в постоянной готовности к пуску.

При обслуживании тёплого ящика необходимо:

- а) контролировать уровень воды;

- б) проверять чистоту фильтров и своевременно их заменять;
- в) контролировать температуру воды.

2.12. Управление горением

Для создания условий высококачественного сжигания топлива необходимо:

- поддерживать давление топлива 1,5...2,5 МПа (в зависимости от нагрузки котла), температура мазута должна быть 85 ± 5 °С;
- поддерживать давление воздуха перед ВНУ 900...1000 Па (90...100 мм вод. ст.);

- периодически проверять форму факела и качество горения;
- использовать исправные распылители;
- обеспечить соблюдение всех установочных размеров топочного устройства (положение форсунки относительно оси фурмы, положение диффузоров).

- Для предупреждения внезапного изменения давления мазута необходимо периодически проверять наличие воздуха в воздушных колпаках.

- Контроль качества горения должен производиться по цвету пламени в топке и цвету дымовых газов на срезе дымовой трубы.

Контроль качества горения осуществляется периодически через смотровые лючки. Пламя в топке должно быть прозрачным, а его цвет – соломенно-жёлтым или ярко оранжевым. Через пламя должны чётко просматриваться швы кладки, трубы испарительных пучков. Касания и удары факела в футеровку и испарительные трубы не должно допускаться. Цвет газов на выходе из дымовой трубы должен быть слабозаметным светло-серым или светло-коричневым.

- Котёл должен работать с минимально возможным для каждого режима работы коэффициентом избытка воздуха.

- Открытие и закрытие форсуночных клапанов необходимо производить быстро и полностью (во избежание течей топлива в топку и коксования головок форсунок).

- При загрязнении или коксовании распылителя форсунки, обнаруженном по неполному факелу или его потуханию, необходимо немедленно заменить форсунку запасной, не допуская разлива топлива.

- В случае внезапного потухания факела немедленно закрыть запорные клапаны, снизить давление воздуха и приступить к зажиганию факела только после вентиляции топки.

- Неработающие форсунки необходимо выводить из топки, а отверстия для них закрывать при помощи заслонки.

2.13. Обслуживание топливной системы

- Температуру подогрева мазута перед форсунками необходимо регулировать, изменяя подачу пара в топливоподогреватель.
- При выходе из строя топливо-подогревателя, котёл должен быть переведён на работу на лёгком топливе.
- При увеличении перепада давления топлива до и после фильтра до установленного предельного 0,1 МПа (1 кг/см^2) необходимо произвести чистку фильтра. При резком уменьшении перепада давления произвести замену фильтрующего элемента.
- Необходимо следить за плотностью всех соединений топливопровода, не допуская пропусков топлива и скопления его под котлами и на топочном фронте. Все протечки топлива должны немедленно устраняться, а вытекшее топливо убираться.

2.14. Обслуживание систем защиты и сигнализации

- Длительная эксплуатация котла с отключённой системой защит не допускается.
- Проверку устройств защиты и сигнализации на действующем котле необходимо производить не реже, чем через каждые 250 часов работы. Проверка производится при нагрузке котла не более 25...30 %.

2.15. Водный режим котла

- Для предупреждения в процессе эксплуатации котлов накипобразования, коррозии металла со стороны пароводяного пространства и уноса из котлов влаги и солей необходимо строго соблюдать фосфатно-нитратный водный режим котла.
- Химический анализ котловой воды необходимо осуществлять ежедневно, а при нарушении или корректировке водного режима – ежевахтенно.
- В случае выхода из строя солемера анализа воды на содержание хлоридов должны проводиться ежевахтенно.
- Результаты анализов котловой и питательной воды должны быть отражены в журнале водоконтроля.
- Во всех случаях отклонения от установленных норм состав котловой воды должен немедленно корректироваться. При значительном превышении общего солесодержания или высокой остаточной жёсткости в результате грубых нарушений норм водообработки или обнаружении в воде нефтепродуктов должна быть произведена частичная или полная смена воды в котле.
- Способами регулирования водного режима паровых котлов являются: докотловая обработка питательной и добавочной воды; внутрикотловая обработка воды; верхнее и нижнее продувание котла.

- Внутрикотловая обработка воды заключается в поддержании фосфатно-нитратного режима котловой воды, путём ввода в котёл тринатрийфосфата $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и натриевой селитры NaNO_3 .

Нормы качества питательной воды указаны в табл. 2.1, нормы качества котловой воды – в табл. 2.2.

Таблица 2.1

Нормы качества питательной воды

Хлориды, Cl^-	не более 10 мг/л
Общая жесткость	не более 0,02 мг/л
Содержание кислорода	не более 0,02 мг/л

Таблица 2.2

Нормы качества котловой воды

Общее солесодержание	не более 2000 мг·экв/л
Хлориды, Cl^-	500 мг/л
Щелочное число, NaOH	100...150 мг/л
Фосфатное число	20...40 мг/л
Нитратное число	50...75 мг/л
Жёсткость остаточная	не более 0,05 мг·экв/л

- Солесодержание котловой воды следует регулировать величиной объёма продуваемой воды.

- Количество продуваемой воды определяется по снижению уровня воды в водоуказательном приборе.

Количество продуваемой воды не должно превышать:

- при верхней продувке – 1/3 её нормального уровня по водоуказательному прибору;

- при нижней продувке – 1/2 её нормального уровня по водоуказательному прибору.

- Периодические верхние и нижние продувания котлов должны производиться котельным механиком, а в его отсутствие – вахтенным механиком с разрешения старшего механика по установленному графику.

Перед продуванием необходимо:

– подпитать котёл до верхнего уровня;

– проверить готовность к действию резервного питательного насоса.

Нижнее продувание должно производиться при каждом вводе и выводе котла из действия, перед вводом присадок, а также во время работы котла один раз в сутки. Перед проведением нижнего продувания необходимо снизить нагрузку. Водяные коллекторы должны продуваться попеременно. В процессе продувания необходимо контролировать уровень воды в котле.

Верхнее продувание должно производиться при каждом вводе и выводе котла из действия и по результатам анализа проб котловой воды для снижения солесодержания или щелочного числа в период работы котла, а также при появлении признаков масла в котловой воде.

В случае появления гидравлических ударов в трубопроводах продувания, прикрыть клапан продувания до прекращения толчков, после чего снова осторожно открыть клапан.

Если после окончания продувания не удаётся закрыть клапан, следует немедленно прекратить горение и питание котла.

2.16. Вывод котла из действия

Перед выводом котла из действия необходимо:

- произвести обдувку поверхностей нагрева;
- произвести поочерёдно верхнее и нижнее продувание и подпитать котёл;

- отключить систему сигнализации и защиты;

- перейти на работу на лёгком топливе.

Для вывода котла из действия необходимо:

- а) прекратить подачу топлива на форсунку № 2;
- б) прикрыть регистр форсунки № 2;
- в) закрыть подачу топлива на форсунку № 1;
- г) остановить насос лёгкого топлива;
- д) остановить питательный насос и закрыть клапана на питательном трубопроводе;
- е) закрыть стопорный клапан;
- ж) остановить вентилятор; закрыть регистры и воздушные заслонки;
- з) укупорить котёл.

- Охлаждение котла рекомендуется производить по возможности медленно. Запрещается искусственное охлаждение котла путём подачи в котёл холодного воздуха; питания холодной водой, спуска воды с температурой выше 50 °С.

Запрещается открывать лаз в топку до полного остывания котла.

Удаление воды из котла разрешается производить только после того, как её температура снизится до 50 °С.

При каждом спуске воды следует проверять срабатывание защиты и сигнализации по нижнему уровню воды в котле.

2.17. Экстренный вывод котла из действия

1. Котёл должен быть немедленно выведен из действия в следующих случаях:

- если давление пара в котле повысилось до отметки предельно- допус-

тимого и продолжает расти, несмотря на ручной подрыв предохранительных клапанов;

- при упуске воды ниже нижней видимой кромки ВУП;
- если уровень воды поднялся выше верхней видимой кромки водоуказательного стекла и продувкой не удаётся быстро снизить его;
- при прекращении действия всех питательных средств;
- при выходе из строя всех ВУП, установленных на котле;
- при отказе топливных насосов;
- при выходе из строя вентиляторов котла;
- при обнаружении в основных элементах котла трещин, выпучин и других дефектов, угрожающих безопасности котла;
- при разрыве водогрейной трубы;
- при взрыве газов в топке или газоходе;
- при обесточивании установки;
- при возникновении пожара в газоходах котла.

2. Для экстренного вывода котла из действия необходимо:

- а) закрыть быстрозапорный топливный клапан;
- б) остановить топливный насос;
- в) закрыть стопорный клапан;
- г) прекратить питание котла;
- д) остановить вентилятор, закрыть воздушные заслонки.
- е) при возникновении пожара в газоходе котла необходимо отключить быстрозапорный топливный клапан и сразу отключить вентилятор.

Котёл должен быть выведен из действия:

- при обрушивании хотя бы части обмуровки топки;
- при выходе из строя более 50 % предохранительных клапанов;
- при угрозе затопления котельного помещения;
- при вырыве прокладки во фланцевом соединении, появлении свища в трубопроводе;
- при появлении течи в вальцованных или сварных соединениях;
- в случае сильного местного разогрева каркаса или обшивки котла;
- при появлении свища в котельной трубе;
- при невозможности плотно закрыть арматуру трубопровода продувания котла.

Последующий ввод котла в действие допускается только после выяснения и устранения причины, вызвавшей экстренный вывод котла из действия.

2.18. Длительное хранение бездействующего котла

- При выводе котла из эксплуатации на длительный период должны быть приняты меры, предохраняющие его от коррозии, а также от замораживания в зимний период.

- В зависимости от установленной длительности бездействия котла хранение осуществляется одним из следующих способов:

а) «мокрым», при котором котел полностью заполняют водой и подключают к расширительному бачку (длительность «мокрого» хранения допускается не более 30 суток);

б) «сухим», при котором котел полностью осушают и герметизируют, предварительно поместив в его внутренние полости влагопоглотитель (длительность «сухого» хранения до двух лет).

- Для постановки котла на «мокрое» хранение котел должен быть полностью заполнен дистиллятом, имеющим щелочную реакцию, и в котел вводят необходимые присадки.

Котел должен быть подсоединен к расширительному бачку, установленному выше котла и имеющему смотровое стекло.

После заполнения котла водой и ввода реагентов при открытом воздушном клапане необходимо нагреть воду до кипения, продуть котел, закрыть воздушный клапан, подключить расширительный бачок и подпитать систему, доведя уровень воды до $2/3$ высоты смотрового стекла на расширительном бачке.

Чтобы не разморозить котел в зимний период, температура воздуха в котельном помещении не должна опускаться ниже 5°C .

При постановке котла на «сухое» необходимо:

- очистить котел изнутри и снаружи;
- удалить остатки воды из коллекторов;
- снять и законсервировать форсунки;
- снять контрольно-измерительные приборы;
- разместить в коллекторах поддоны с влагопоглотителем и индикаторами влажности;
- закрыть все лючки, лазы.

Через 15 дней хранения котла необходимо вскрыть котел и осмотреть влагопоглотитель, определяя его пригодность. В дальнейшем осмотры проводить не реже одного раза в два месяца.

2.19. Характерные неисправности и повреждения котлов

В процессе работы котла возможны отклонения контролируемых величин по различным причинам. Студент должен уметь своевременно заметить отклонение параметров от номинальных значений, определить причину их возникновения и уметь их устранить.

Характерные неисправности и повреждения котлов, их причины и способы устранения представлены в табл. 2.3.

Таблица 2.3

**Характерные неисправности и повреждения котлов, причины
неисправностей и способы устранения**

Наименование	Причина неисправности	Способ устранения
<i>Давление в котле падает</i>	а) Лопнула испарительная труба (давление быстро падает, уходит уровень воды из ВУП, возможен шум в топке, выходит пар из дымовой трубы) б) Уменьшилась подача топлива	Экстренно вывести котёл из действия, трубу заглушить. Почистить коксоставшуюся форсунку. Открыть клапан на топливной магистрали.
<i>Давление в котле растёт</i>	а) Неисправен предохранительный клапан б) Увеличилась подача топлива	Подорвать клапан вручную или остановить котёл. Уменьшить подачу топлива, уменьшив давление топлива, или заменить распылительную шайбу.
<i>Уровень воды в ВУП повышается или понижается</i>	а) ВУП показывает неправильный уровень б) Нарушена нормальная работа питательного насоса	Продуть ВУП. Пустить второй насос или отрегулировать первый питательный насос.
<i>Уровень воды в ВУП не виден</i>	а) Воды из котла упущена (при продувании ВУП вода не появляется)	Экстренно остановить котёл.
	б) Котёл переполнен (при продувании уровень появляется, но быстро уходит вверх за пределы ВУП) в) Засорены клапаны в ВУП или неправильно установлены прокладки г) Засорены каналы ВУП	Уменьшить горение, прикрыть стопорный кран, уменьшить питание (полностью питательный клапан не закрывать!), выяснить и устранить причину переполнения котла. Продуть ВУП, если это не помогает, заменить прибор. Снять ВУП, очистить каналы до секущих клапанов. В случае необходимости котёл остановить.
<i>Уровень воды в ВУП резко колеблется</i>	а) Вскипание и вспенивание воды в пароводяном барабане вследствие повышения солёности	Усилить верхнее продувание.
<i>Температура питательной воды упала</i>	а) Уменьшилась подача пара на водоподогреватель	Открыть клапан подачи пара на водоподогреватель.

Наименование	Причина неисправности	Способ устранения
	б) Загрязнилась поверхность нагрева водоподогревателя в) Нарушена работа конденсатоотводчика	Очистить поверхность нагрева водоподогревателя. Отрегулировать работу конденсатоотводчика.
<i>Давление воды перед котлом повысилось</i>	Питательный клапан полностью не открыт	Проверить открытие клапанов.
<i>Давление воздуха понизилось</i>	а) Прикрыты заслонки б) Обороты вентилятора упали в) Образовалась трещина в воздухопроводе	Проверить положение заслонок. Проверить обороты вентилятора. Проверить плотность воздухопровода.
<i>Распыливание топлива не удовлетворительное</i>	а) Температура подогрева мазута низкая	Повысить температуру топлива, открыв клапана подачи пара.
	б) Давление топлива низкое в) Топливные каналы форсунки засорились г) Изношены распылители, головки коксовались д) Плохое перемешивание топлива с воздухом (вследствие неправильной установки ВНУ или его деформации) е) Форсунка или диффузор неправильно установлены вдоль оси фурмы ж) Имеются пропуски и протекания из-за неправильной сборки	Повысить давление топлива до нормального. Разобрать форсунку и прочистить. Проверить соответствие распылителей чертежам, сменить изношенные детали. коксовавшуюся головку очистить от кокса. Проверить установку ВНУ, устранить дефекты или заменить дефектные детали. Передвинуть форсунку или диффузор. Сменить форсунку. Проверить состояние и подгонку деталей форсунки.
<i>Белый дым на выходе из трубы</i>	а) В топливо попадает вода б) Разрыв испарительной трубы в) Большой избыток воздуха в топке г) Перегрев мазута	Перейти на забор топлива из другой цистерны, принять срочные меры по удалению воды из топливных цистерн. Остановить котел и заглушить трубу. Уменьшить давление воздуха, проверить плотность топочного фронта, не плотности устранить. Довести температуру топлива до нормы, уменьшив подачу пара в топливоподогреватель (прикрыть клапан).
<i>Черный дым на выходе</i>	а) Форсунки или диффузор неправильно установлены вдоль оси фурмы	Передвинуть форсунку или диффузор (центрировать форсунку).

Наименование	Причина неисправности	Способ устранения
	б) Имеются пропуски и протекания топлива из-за неправильной сборки форсунки в) Прекратилась подача воздуха (неисправен или остановился вентилятор)	См. раньше Снизить нагрузку котла, при необходимости прекратить подачу топлива. Принять меры для устранения неисправности вентилятора.
<i>Выбрасывание искр из трубы</i>	а) Чрезмерная форсирование котла б) Скопление сажи в газоходе в) Возгорание сажи в котле или газоходе	Снизить нагрузку котла. Произвести обдувку поверхности нагрева. Остановить котёл. Включить в действие паровые саже обдуватели.
<i>Чёрные полосы в факеле</i>	Форсунки засорились	Разобрать и прочистить форсунки.
<i>Струи дыма в топке</i>	Плохое распыление топлива, удары пламени о кладку и стенки топки, столкновение факелов в топке	См. раньше, правильно установить форсунку.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Перечень вопросов и задач
Входной контроль
1. Что такое «коэффициент избытка воздуха»? 2. Чем отличается горючая масса топлива от рабочей? 3. Какие тепловые потери существуют в утилизационном котле? 4. Как уменьшить потери с уходящими газами? 5. Конструкция устройства верхнего продувания. 6. Конструкция устройства нижнего продувания. 7. Конструкция сепарирующего устройства. 8. Сколько неподвижных опор во вспомогательном котле? 9. Сколько предохранительных клапанов устанавливают на котле? 10. Сколько водоуказательных приборов должен иметь котел? 11. Назначение диффузора. 12. Назначение воздухонаправляющего устройства. 13. Сколько питательных клапанов устанавливают на котле? 14. Что такое низкотемпературная коррозия?
Текущий контроль
1. Как регулировать температуру воды в теплом ящике? 2. До какого уровня заполняют котел водой? 3. Кто дает команду на заполнение котла водой? 4. В какой последовательности проверяются клапана топливной системы? 5. Как часто необходимо продувать ВУП? 6. Как заполняется водой теплый ящик? 7. Как регулируется температура питательной воды?

8. Назвать показатели качества питательной воды.
9. Как происходит проверка предохранительных клапанов при растопке котла?
10. Как происходит прогрев паропровода острого напора?
11. Как понизить соленость котловой воды?
12. Как определить наличие топлива или масла в котловой воде?
13. Причины повышения влажности пара.
14. При каком давлении не допускается обтяжка крышек лазов?
15. Как происходит продувание ВУП?
16. Когда проводят нижнее продувание котла?
17. Причины повышения солёности воды в теплом ящике.
18. Причины потемнения факела.
19. Причины выхода из строя обмуровки котла.
20. Причины плохого распыла топлива.
21. При какой температуре уходящих газов включают в работу газовый воздухоподогреватель?
22. Как защищают экономайзер от низкотемпературной коррозии при растопке котла?
23. Когда закрывают воздушный клапан при растопке котла?
24. Как защищают пароперегреватель от перегрева при растопке котла?
25. Назовите «защиты» котла.
26. Какой перепад давления допускается на топливном фильтре?
27. Какой должна быть вязкость топлива перед форсункой?

Вопросы, приведенные в подразделе позволят студенту самостоятельно проконтролировать свои знания с использованием программного комплекса по тестированию и оценке знаний «Дельта-тест»

Идентификатор теста SGU-4

Вид проверки **Функция "Эксплуатация судовых котельных и паропроизводящих установок"**

Наименование теста **Эксплуатация судовых котельных и паропроизводящих установок**

Категория **Вахтенный механик**

ID	Вопрос
19.1.017	Как должны обрабатываться места возможного возникновения трещин парового котла?
19.1.018	Технологию ремонта котла при обнаружении дефектов, превышающих нормы, одобряет
19.1.019	Качество очистки парообразующих труб котла проверяется
19.1.020	Подвергаются ли химической очистке пароперегреватели?
19.1.021	При ремонте кирпичной кладки, кирпичи, бывшие в употреблении, устанавливаются
19.1.022	Если обнаружено провисание прямых котельных труб со стрелкой прогиба более 1% длины, то они должны быть
19.1.023	При глушении каких типов котельных труб необходимо сделать в них отверстия
19.1.043	Какие гидравлические испытания паровых котлов могут производиться без предъявления Регистру
19.1.044	Укажите рекомендуемую Правилами технической эксплуатации СТС и К периодичность переборки предохранительных клапанов при удовлетворитель-

	ной их работе
19.1.045	Укажите, какое количество предохранительных клапанов должно быть опломбировано представителем Регистра
19.2.012	Какие трубы котла подвергают глушению
19.2.013	Сварку для удаления дефектов в трубках допускается производить в следующих случаях
19.3.001	Вставьте числовое значение Перед допуском людей в котел необходимо убедиться, что в нем температура не превышает ...градусов Цельсия Введите числовое значение без указания размерности, например, 36

Идентификатор теста **SGU-5**

Вид проверки **Функция "Эксплуатация судовых котельных и паропроизводящих установок"**

Наименование теста **Эксплуатация судовых котельных и паропроизводящих установок**

Категория **Вахтенный механик**

ID	Вопрос
20.1.021	Длительность «мокрого» хранения парового котла допускается не более
20.1.022	«Сухое» хранение парового котла обеспечивает сохранность котла и его элементов
20.1.023	Гидравлические испытания парового котла и главного паропровода на пробное давление (как очередные, так и внеочередные) должны производиться

Идентификатор теста **SGU-13**

Вид проверки **Функция "Эксплуатация судовых котельных и паропроизводящих установок"**

Наименование теста **Эксплуатация судовых котельных и паропроизводящих установок**

Категория **Вахтенный механик**

ID	Вопрос
09.1.032	Естественная циркуляция воды в паровых котлах обеспечивается за счет разности
09.1.033	Укажите, какие показатели качества являются основными для судовых котлов
09.1.034	Укажите системы, которые обслуживают паровой котёл на жидком топливе
09.1.035	Укажите параметр, который не требует постоянного контроля во время работы парового котла
09.1.036	Укажите периодичность контрольных переборок (ревизий) водоуказательных приборов котельных установок
09.1.037	Укажите явления, которые вызывает попадание в котёл нефтепродуктов
09.1.038	Причиной чрезмерного повышения давления пара в котле является неисправность
09.1.039	Укажите действия, которые категорически запрещены, если уровень воды в водоуказательном приборе (в водоуказательных стёклах) отсутствует
09.1.040	Предохранительные клапаны котла должны регулироваться таким образом,

	чтобы максимальное давление при их действии
09.1.041	Укажите рекомендуемую периодичность переборки предохранительных клапанов парового котла при нормальной их работе
09.1.042	Укажите рекомендуемую периодичность контрольной переборки котельной и путевой арматуры на трубопроводах
09.1.043	Укажите меры безопасности, которые должен соблюдать вахтенный механик при розжиге котла
09.1.056	Укажите температуру, которую необходимо поддерживать в теплом ящике открытых систем питания котлов
09.1.057	Циркуляционный насос при выводе из действия утилизационного котла следует останавливать
09.1.058	Появление воды в сливных воронках и сигнальных трубках утилизационного котла свидетельствует
09.1.059	Производить пуск и включение циркуляционных насосов утилизационного котла следует
09.1.060	Укажите температуру, которую необходимо поддерживать в теплом ящике открытых систем питания котлов
09.1.061	Циркуляционный насос при выводе из действия утилизационного котла следует останавливать
09.1.062	Появление воды в сливных воронках и сигнальных трубках утилизационного котла свидетельствует
09.1.063	Производить пуск и включение циркуляционных насосов утилизационного котла следует
09.1.064	Укажите, с какой периодичностью проводят очередное освидетельствование котлов
09.1.065	Укажите, какое содержание кислорода допускается в питательной воде для вспомогательных и утилизационных котлов
09.1.066	Укажите основную причину разрушения кирпичной кладки котла
09.1.067	Разность температур воды и стенок котла не должна превышать
09.1.068	Перед зажиганием форсунок необходимо обязательно провентилировать топку в течение не менее
09.1.069	Укажите периодичность проверки исправности действия предохранительных клапанов
09.2.032	Укажите действия, которые необходимо немедленно предпринять при упуске воды из котла (отсутствие уровня воды в водоуказательных стёклах)
09.2.033	Питательную воду для обеспечения требуемых норм её качества подвергают
09.2.034	Укажите правильные определения жесткости воды
09.2.035	Укажите действия, которые необходимо немедленно предпринять при возникновении пожара в газоходах котла
09.2.051	Укажите, в каких случаях категорически запрещается питание котла
09.2.052	Укажите, какие ремонтные работы запрещается производить на котле, находящимся под паром
09.2.053	Укажите виды освидетельствования котлов в эксплуатации
09.2.054	Укажите, в каких случаях запрещается вводить котел в действие
09.2.055	При подготовке котла к действию, кроме всего прочего, необходимо
09.2.056	Укажите периодичность продувки водоуказательных приборов

Идентификатор теста SGU-14

Вид проверки Функция "Эксплуатация судовых котельных и паро производящих установок"

Наименование теста Эксплуатация судовых котельных и паропроизводящих установок

Категория Вахтенный механик

ID	Вопрос
10.1.001	Производить пуск и включение циркуляционных насосов утилизационного котла следует
10.1.004	Укажите максимально допустимое давление охлаждающей воды, подаваемой на конденсатор

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Перечень контрольных вопросов для составления отчета по лабораторным работам

Наименование занятия	Контрольные вопросы
ЛР1. Подготовка котла к пуску	1. Проверка состояния теплого ящика; 2. Допустимая разность температур питательной воды и котла; 3. Какая арматура котла должна быть открытой перед пуском котла; 4. Сколько минут необходимо вентилировать котел; 5. Как происходит проверка работоспособности центробежного насоса.
ЛР2. Подготовка питательной и топливной систем к пуску	1. Показатели качества питательной воды; 2. Правила пуска электропитательного насоса; 3. Как удаляется «отстой» из топливных цистерн; 4. Как происходит подогрев тяжелого топлива; 5. Что такое «растопочная шайба»;
ЛР3. Растопка и подъем давления пара в котле	1. На каком топливе растапливают котел? 2. Сколько форсунок работает в период растопки котла; 3. Зачем производят осмотр топки перед растопкой котла; 4. По какой причине происходят «хлопки» и взрывы в топке в период растопки; 5. При каком давлении производят ручной подрыв предохранительных клапанов.
ЛР4. Работа котла на полной нагрузке	1. Когда производят верхнее продувание? 2. Когда производят нижнее продувание? 3. Как увеличит подачу топлива? 4. Как контролировать процесс горения? 5. Как повысить температуру питательной воды?
ЛР5. Неисправности, возникающие при работе котла и способы их устранения	1. Причины появления «белого» дыма; 2. Причины потемнения факела; 3. Причины увеличения влажности пара; 4. Причины возникновения пожара в воздухоподогревателе; 5. Выход из строя обмуровки.

ЛР6. Ведение водного режима котла	1. Показатели качества котловой воды; 2. Как проводят верхнее продувание? 3. Как определить фосфатное число? 4. Как ввести необходимое количество раствора фосфатов в котел. 5. Зачем вводят нитраты в котел?
ЛР7. Остановка котла в штатном и аварийном режимах. Способы хранения котла.	1. На какой срок можно ставить котел на «мокрое» хранение? 2. Причины аварийной остановки котла; 3. Зачем перед остановкой котел переводят на работу на печном топливе? 4. При какой температуре можно выпускать воду из котла? 5. Что помещают в коллектор котла при организации сухого хранения?
№ 1-7 «Дельта-тест: оценке знаний»	«Дельта-тест: работа на программном комплексе по тестированию и оценке знаний»

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила технической эксплуатации судовых вспомогательных паровых котлов РНД 05.1999.107. - Госком рыболовства, 2011. – 99 с.
2. Судовые котельные и паропроизводящие установки: метод. указания к проведению лабораторных работ / В.А. Очеретяный, В.М. Бубенцов. - Севастополь: СевГУ, 2015.
3. Правила технической эксплуатации судовых технических средств РД 31.21.30-83. - М.: Мортехинформреклама, 1984.
4. Российский морской регистр судоходства. Руководство по техническому наблюдению за судами в эксплуатации. – СПб., 2004.

Егоров Владимир Рудольфович

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ СУДОВЫХ КОТЕЛЬНЫХ
И ПАРОПРОИЗВОДЯЩИХ УСТАНОВОК**

*Методические указания
по проведению тренажерного практикума*

Редактор – О.В. Дмитриева

Изд. № 26/19. Объем 1,75 п.л.
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»