

Судоремонт вчера, сегодня, завтра

*(продолжение, начало №6-2015)***ПРЕДРЕМОНТНАЯ ДЕФЕКТАЦИЯ**

Судовые вспомогательные и утилизационные котлы

Рассмотрим некоторые методические материалы, дополняющие представленный ранее проект Положения о предремонтной дефектации судов, разработанный дважды орденосным Дальневосточным морским пароходством ММФ в 1988 году и направленный для согласования во Владивостокский судоремонтный завод. Напомню, что в это время я работал в корпусно-доковом цехе ВСПЗ. В номенклатуру работ КДЦ входили работы, методики которых предлагаются к ознакомлению. Надеемся, данная информация найдёт практическое применение в разработках настоящих рабочих нормативных или учебных материалах на предприятиях и в организациях наших читателей.

----- начало фрагмента методики -----

**7. МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СУДОВЫХ
ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ И УТИЛИЗАЦИОННЫХ КОТЛОВ****7.1. Общие положения**

7.1.1. Настоящая методика распространяется на все типы судовых вспомогательных и утилизационных котлов. Степень применимости отдельных положений методики к конкретному котлу определяется его конструктивными особенностями и оснащённостями и оснащённостью контрольно-измерительными приборами (КИП).

7.1.2. При разработке документации по техническому обслуживанию элементов судовых котельных установок по состоянию необходимо различить следующие виды операций контроля технического состояния:

1. Оценка степени загрязнения поверхностей нагрева по измерениям параметров с помощью штатных КИП и переносных средств диагностирования;
2. Контрольная разборка отдельных узлов котельной установки;
3. Наружный осмотр элементов котла с частичной разборкой узлов;
4. Наружный осмотр котла под паром (без разборки узлов);
5. Внутренний осмотр котла;
6. Гидравлические испытания котла.

7.1.3. Операции контроля 7.1.2.4 - 7.1.2.6 направлены на выполнение предотказных состояний и установление годности котла к дальнейшей эксплуатации и должны планироваться и выполняться в объёме и с периодичностью, предусмотренными Правилами технической эксплуатации и Руководством по техническому надзору за судами в эксплуатации Регистра СССР.

7.1.4. Факт выполнения операций контроля регистрируется в план-графике технического обслуживания. Результаты контроля с описанием выявленных повреждений и принятых мер, а также результаты измерений отражаются в «Журнале учета технического состояния ТС» по заведованию (или в других документах, согласованных с технической службой судовладельца).

7.1.5. Контроль рабочих параметров котла с помощью штатных КИП осуществляется вахтенным персоналом с периодической регистрацией их в машинном журнале.

Должны нормироваться следующие параметры:

- давления и температуры рабочих сред (топлива, питательной воды, пара, воздуха, дымовых газов);
- уровень воды в котле (или сепараторе пара);
- паропроизводительность (при наличии паромеров) или расход питательной воды (при наличии водомеров);
- расход топлива и его уровень в расходной цистерне;

- показатели качества котловой и питательной воды;
- химический состав уходящих газов (при наличии газоанализаторов);
- расход добавочной воды (по вахтам, суточный).

Примечание. Перечень контролируемых параметров определяется для конкретного котла в зависимости от его насыщенности штатными КИП.

7.1.6. Контроль технического состояния с помощью приборов диагностирования осуществляется механиком по заведованию периодически в назначенные сроки или по мере необходимости при подозрении в появлении неисправности.

Дополнительно могут контролироваться параметры:

- температура уходящих газов, содержание кислорода в дымовых газах и эффективность сжигания топлива с помощью прибора типа FE PCD 960;
- температура наружной поверхности обшивки котла с помощью контрольного термометра или дистанционного измерителя температуры;
- виброскорость механизмов топливной, воздушной и питательной системы с помощью измерителя шума и вибрации ВШВ-003 (или аналогичных ему), а также уровня ударных импульсов механизмов с помощью индикатора состояния подшипников типа ИСП-1.

7.1.7. Обработку и анализ результатов изменений осуществляет механик по заведованию под общим контролем старшего механика.

7.1.8. Организация работ по контрольной разборке узлов котла должна базироваться на одном из следующих принципов:

- разборка с назначенной периодичностью (по наработке или календарному времени);
- разборка (выполнение работ) по результатам контроля технического состояния (по состоянию), выполняемого с назначенной периодичностью;
- разборка (выполнение работ) при внешнем проявлении неисправности или отказа.

7.1.9. Контрольной разборке с периодичностью в один год подлежат узлы котла, обеспечивающие безопасность его работы (предохранительные клапаны, водоуказатели, быстрозапорный клапан, элементы системы сигнализации и защиты).

7.1.10. Внеплановые работы (не предусмотренные планом-графиком технического обслуживания) могут выполняться по результатам контроля, предусмотренного пп. 7.7.2.3 – 7.1.2.5. К ним же относятся работы по устранению неисправностей, выявленных в процессе вахтенного обслуживания.

7.1.11. Наружный осмотр элементов котла с частичной разборкой осуществляется в период проведения наружных очисток поверхностей нагрева, периодичность которых устанавливается по результатам контроля степени загрязнения (по фактическому состоянию). При этом производится оценка ТС элементов топочных устройств, кирпичной кладки, наружных поверхностей труб, топочных и огневых камер, сажеобдувочных устройств, деталей крепления и изоляции.

7.1.12. По фактическому состоянию выполняется техническое обслуживание следующих узлов котла:

- поверхности нагрева котла, жаровые трубы, огневые и топочные камеры – очистка с газовой и водяной стороны;
- топочные устройства – регулировка, замена распылителей, восстановление работоспособности;
- кирпичная кладка – торкретирование, подмазка, замена отдельных кирпичей;
- вспомогательные механизмы (питательные, циркуляционные и топливные насосы, электровентильаторы) – замена подшипников, регулировка, очистка;
- вспомогательные аппараты (теплый ящик, топливоподогреватели, фильтры) – очистка;
- арматура и элементы системы автоматики и защиты (работающие до отказа) – переборка с заменой деталей или полная замена узла.

7.2. Методические указания по контролю степени загрязнения поверхностей нагрева вспомогательных котлов.

7.2.1. Контроль степени загрязнения поверхностей нагрева может осуществляться по результатам измерения параметров на работающем котле (параметрический контроль) и визуально при осмотрах котла после вывода его из действия.

7.2.2. Визуальный осмотр производится после вывода котла из действия, обусловленного результатами параметрического контроля степени загрязнения или необходимостью предъявления его инспектору Регистра СССР для внутреннего освидетельствования. При этом для осмотра труднодоступных мест применяются жесткие и гибкие эндоскопы, характеристики и правила использования которых, изложены в разделе 2.3.3 части 11 настоящего Руководства.

Категории технического состояния при визуальном осмотре:

хорошее – толщина слоя отложений золы и сажи на поверхностях труб, топочных и огневых камер не превышает 0,5 – 1,0 мм, а толщина слоя накипи (рыхлой, легко удаляемой) на поверхностях элементов котла с водяной стороны – 0,1 – 0,15 мм;

удовлетворительное – толщина слоя отложений золы и сажи лежит в пределах 1,5 – 2 мм, в накипи – 0,15 – 0,3 мм.;

неудовлетворительное - толщина слоя отложений золы и сажи более 2 мм, а накипи – более 0,3 мм. Кроме того, имеются значительные местные отложения золы и сажи, обуславливающие резкое уменьшение площади поперечного сечения для прохода газов, а на внутренних поверхностях – накипь со следами масла.

7.2.3. При параметрическом контроле степень загрязнения поверхностей нагрева характеризуется снижением КПД котла, определяемым по величине изменения потерь теплоты с уходящими газами γ_2 и от химической неполноты горения γ_3 , а также по величине приращения температуры уходящих газов t_{yx} на фиксированной нагрузке котла.

Примечание. Для газотрубных и газоводотрубных котлов с позиционным регулированием дополнительным показателем степени загрязнения является время горения форсунки при изменении давления пара от одного фиксированного значения до другого.

Периодичность параметрического контроля степени загрязнения поверхностей нагрева вспомогательных котлов, должна составлять – 1,5 – 2 месяца.

7.2.4. Контроль степени загрязнения по снижению КПД сгорания осуществляется с помощью переносного прибора PCO 960 или FEM.

Щуп прибора вводится в газоход за котлом через отверстие с таким расчетом, чтобы датчик на конце щупа при измерениях находился примерно в середине сечения газохода. При этом должна быть обеспечена плотность положения щупа в отверстии с целью предотвращения подсоса воздуха.

Для оценки степени загрязнения необходимо, регулируя соотношение "топливо – воздух", получить максимальное значение показаний на индикаторе прибора и сравнить его с соответствующим значением для чистых поверхностей нагрева. Мерой степени загрязнения поверхностей нагрева котла является разность этих значений показаний прибора на одинаковых нагрузках котла.

Примечание. При выполнении измерений прибором FEM или PCO-960 необходимо обеспечить постоянство температуры питательной воды и нагрузки котла по пару, а также исправность форсуночных устройств (нормальный распыл топлива, отсутствие белого или черного дыма).

Категории технического состояния при использовании прибора FEM или PCO 960:

хорошее – снижение КПД сгорания не более 2 % (абсолютных);

удовлетворительное – снижение КПД сгорания на 2 – 6 % (абсолютных);
неудовлетворительное – снижение КПД сгорания более 6 % (абсолютных).

7.2.5. При отсутствии прибора типа FEM или PCO 960 степень загрязнения поверхностей нагрева котла может быть оценена по величине приращения температуры уходящих газов.

Измерения температуры уходящих газов на чистом и загрязненном котле должны производиться при одинаковой нагрузке котла (лучше на минимальной нагрузке при работе автоматики по позиционному принципу и закрытом стопорном клапане). При этом должны быть обеспечены близкие значения соотношения "топливо – воздух", а температура холодного воздуха не должна отличаться (в машинном отделении не более чем на $\pm 5^{\circ}\text{C}$).

Примечание. То же, что и в примечании к п. 7.2.4.

Категории технического состояния:

хорошее – приращение температуры уходящих газов не превышает 10°C ;

удовлетворительное – приращение температуры уходящих газов составляет $10 - 40^{\circ}\text{C}$;

неудовлетворительное – приращение температуры уходящих газов составляет $40 - 60^{\circ}\text{C}$.

7.2.6. Контроль степени загрязнения поверхностей нагрева газотрубных и газоводотрубных котлов с позиционным регулированием по изменению времени работы форсунки (см. примечание к п. 7.2.3) осуществляется во время автоматической работы котла на дизельном топливе при нулевой нагрузке (стопорный клапан на котле закрыт). Уровень воды в котле должен быть равным среднему рабочему уровню.

Степень загрязнения поверхностей нагрева котла определяется величиной

$$\delta_i = \frac{\tau_i - \tau_0}{\tau_i} 100, \%$$

где τ_0 – эталонное значение времени горения форсунки, полученное на котле с чистыми поверхностями;

τ_i – текущее значение времени горения форсунки.

Примечание. 1. Для исключения влияния погрешности, вызванной износом, на время проведения испытаний рекомендуется устанавливать одну и ту же распыливающую шайбу, которая используется только для этой цели.

2. Для исключения влияния на результаты контроля запаздывания подъема давления пара после зажигания форсунки необходимо включать секундомер при давлении пара на $0,01 - 0,02$ МПа больше, чем нижняя установка давления для выключения форсунки, а выключать при давлении пара, соответствующем верхней установке (при отключении форсунки).

Категории технического состояния:

хорошее – значение параметра δ_i не превышает 10 %;

удовлетворительное – значение параметра $10 \% < \delta_i \leq 20 \%$;

неудовлетворительное – значение параметра $\delta_i > 20 \%$.

7.3. Методические указания по контролю степени
загрязнения поверхностей нагрева
утилизационных котлов.

7.3.1. Контроль степени загрязнения утилизационных котлов может производиться по результатам измерения параметров на работающем котле и визуально при осмотре котла после вывода его из действия.

Визуальный осмотр производится так же, как и в п. 7.2.2.

Контроль степени загрязнения осуществляется механиком по заведованию.

7.3.2. Степень загрязнения поверхностей нагрева утилизационного котла характеризуется изменением его паропроизводительности, определяемым безразмерным температурным комплексом X и приращением температуры газов за котлом (уходящих газов) Δt_2 . Использование для контроля величин X или Δt_2 определяется наличием штатных КИП для измерения необходимых параметров.

Периодичность параметрического контроля загрязнения утилизационных котлов должна составлять 1,5 – 2 месяца.

7.3.3. Контроль степени загрязнения утилизационного котла по изменению параметра X производится следующим образом.

1. На фиксированной нагрузке главного двигателя измеряются температуры газов на входе в котел t_1 и на выходе из него t_2 , температура воды на входе в котел t_w и давление пара p_n (для определения температуры на кривой насыщения t_n). Измерения производятся при постоянном расходе циркулирующей воды через котел (регулируется подача циркуляционного насоса) и при строго фиксированном положении регулирующих органов (газовой заслонки, количества выключенных змеевиков, величины открытия клапана сброса излишков пара на конденсаторе).

2. По результатам измерений на чистом и загрязненном котле определяются разности температур:

$$\Delta t_r^0 = t_1^0 - t_2^0, \quad \Delta t_r^3 = t_1^3 - t_2^3, \quad \Delta t_g^0 = t_n^0 - t_w^0 \quad \text{и} \quad \Delta t_g^3 = t_n^3 - t_w^3$$

и рассчитываются параметры

$$X^0 = \frac{\Delta t_r^0}{\Delta t_g^0} \quad \text{и} \quad X^3 = \frac{\Delta t_r^3}{\Delta t_g^3}$$

3. По значениям разностей температур

$$\delta t_1 = t_1^3 - t_1^0 \quad \text{и} \quad \Delta t_g^3 \quad \text{из таблицы}$$

$\delta t_1, ^\circ\text{C}$	± 5	± 10	± 15
$\Delta t_g^3, ^\circ\text{C}$			
40	$\pm 0,12$	$\pm 0,24$	$\pm 0,36$
60	$\pm 0,08$	$\pm 0,16$	$\pm 0,24$
80	$\pm 0,06$	$\pm 0,12$	$\pm 0,18$

определяются поправки ΔX_t (со своими знаками) к параметру X на влияние отклонений температур t_1 и t_w и рассчитывается приведенное значение параметра

$$X^{np} = X^3 \pm \Delta X_{t_1} \pm \Delta X_{t_w}$$

4. Оценка степени загрязнения поверхностей нагрева утилизационного котла производится по приращению параметра

$$\delta X = X^0 - X^{np}$$

5. категория технического состояния:

- хорошее** – приращение – $\delta X \leq 0,2X^0$;
- удовлетворительное** – $0,2X^0 < \delta X < 0,5X^0$;
- неудовлетворительное** – $\delta X > 0,5X^0$

7.3.4. Контроль степени загрязнения утилизационного котла по приращению температуры уходящих газов Δt_2 производится следующим образом.

.1. При постоянной частоте вращения исправного главного двигателя $n_{дв}$ измеряются частота вращения исправного турбокомпрессора n_{TK} и параметры чистого утилизационного котла (t_1 , t_2 и p_n) и строятся характеристики: $t_1 = f(n_{TK})$, $t_2 = \varphi(t_1)$ и $p_n = \psi(t_1)$ в карте учета загрязненности котла (табл. 7.1.).

.2. На загрязненном утилизационном котле при той же частоте вращения главного двигателя $n_{дв}$ измеряются параметры t_1^n , t_2^n , p_n^n и n_{TK}^n и наносятся на соответствующие графики (см. табл.7.1.).

.3. По графику: $t_1 = f(n_{TK})$ при n_{TK}^n и t_1^n определяется приращение температуры газов на входе в котёл Δt_1^n , а по графику $p_n = \psi(t_1)$ находится приращение давления пара Δp_n при t_1^n .

Если $\Delta p_n \neq 0$, то по этому же графику определяется величина поправки Δt_1^p к приращению Δt_1^n , учитывающей влияние нагрузки котла, и рассчитывается приведенное значение приращения температуры газов на входе в котёл

$$\Delta t_1^{np} = \Delta t_1^n \pm \Delta t_1^p$$

Причем знак “+” соответствует положению точки выше кривой на графике $p_n = \psi(t_1)$, а знак “-“ – ниже.

.4. Производится оценка технического состояния путём сопоставления между собой значений величины Δt_1^{np} и Δt_2^n снятого с графика $t_2 = \varphi(t_1)$ при значении t_1^n .

Если $\Delta t_1^{np} \approx \Delta t_2^n \approx 0$, то изменения в техническом состоянии утилизационного котла и главного двигателя отсутствуют.

Если $\Delta t_1^{np} \approx 0$, а $\Delta t_2^n > 0$, то поверхности нагрева утилизационного котла загрязнены и тем сильнее, чем больше значение Δt_2^n .

Если $\Delta t_1^{np} \neq 0$, и $\Delta t_2^n \neq 0$, то при $\Delta t_2^n = \Delta t_1^{np}$ загрязнение утилизационного котла отсутствуют, а приращение Δt_2^n обусловлено изменением температуры газов t_1 вследствие изменения состояния (загрязнения) главного двигателя.

Если же $\Delta t_2^n > \Delta t_1^{np}$, то и поверхности нагрева утилизационного котла загрязнены и тем сильнее, чем больше это неравенство.

.5. Категории технического состояния:

хорошее – приращение $\Delta t_2^n \leq 10^\circ C$ (при $t_1 = пост$);

удовлетворительное – $10^\circ C < \Delta t_2^n \leq 40^\circ C$;

неудовлетворительное – $\Delta t_2^n > 40^\circ C$;

Примечание. Допустимое значение Δt_2^n должно корректироваться по данным опыта эксплуатации конкретного утилизационного котла.

.6. Результаты измерений параметров и оценки степени загрязнения поверхностей нагрева утилизационных котлов заносятся в карту учета (табл. 7.1.) или в “Журнал технического состояния СТС”

7.4. методические указания по контролю технического состояния фильтров, теплообменных аппаратов и вспомогательных механизмов

7.4.1. Техническое состояние фильтров контролируется по перепаду давления рабочей среды на нём, который не должен превышать предельное значение, указанное в инструкции по эксплуатации.

Резкое изменение перепада давления свидетельствует об отказе фильтра.

7.4.2. Техническое состояние теплообменников контролируется в соответствии с указаниями раздела 15 части II настоящего Руководства.

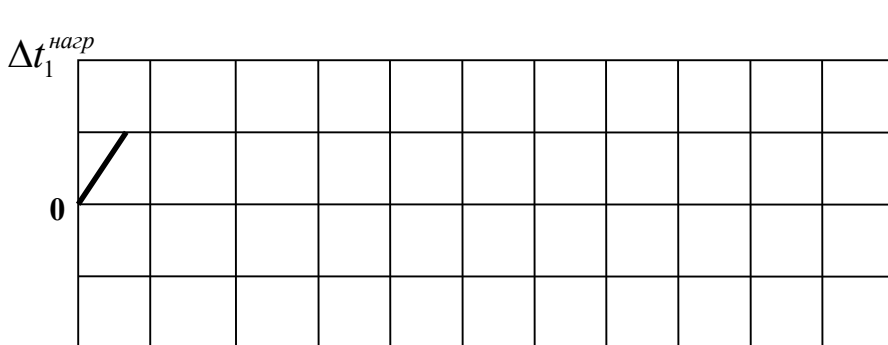
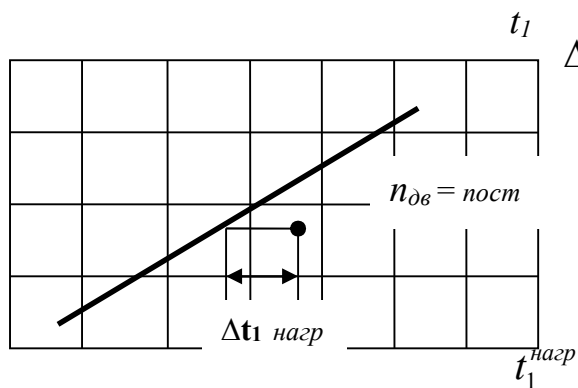
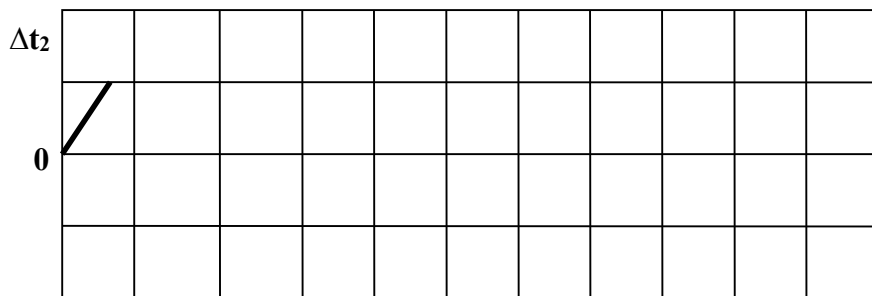
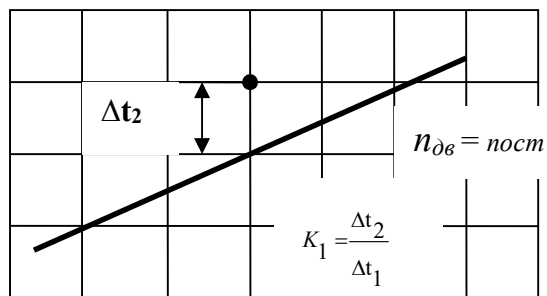
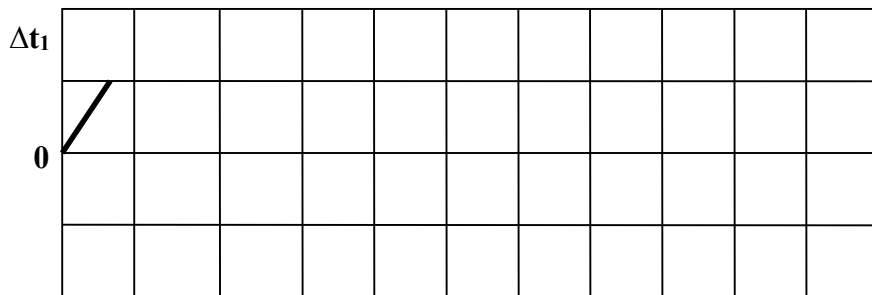
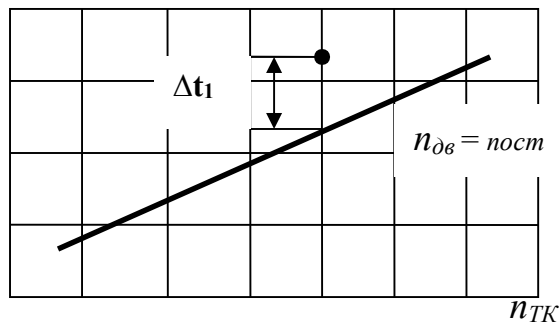
7.4.3. Контроль технического состояния вспомогательных механизмов (циркуляционных, питательных и топливных насосов, электровентилляторов) осуществляется в соответствии с рекомендациями раздела 8 и 10 части II настоящего Руководства.

Таблица 7.1.

Карта учёта загрязнённости поверхностей нагрева утилизационного котла.

Тип котла _____

Дата “ ___ ” _____



----- конец фрагмента положения -----

В следующих материалах рассмотрим проект Методики определения технического состояния рулевых устройств и машин и проект Методики контроля технического состояния дейдвудного устройства проекта Положения о предремонтной дефектации судов ДВМП ММФ 1988г.

Приглашаем неравнодушного читателя к диалогу на представленную тему статей. Отзывы по публикуемым материалам можно присылать по электронной почте автору (e-mail: martflot@mail.ru) или в редакцию журнала (e-mail: info@baltprint.ru).

*ГЛАЗЫРИН Ю.А.
martflot@mail.ru*