

ВОДНЫЙ РЕЖИМ КОТЛА

Используемая вода

Эффективность работы энергетической установки и ее эксплуатационная надежность в большой степени зависят от качества воды, используемой в котлах. Требования к качеству воды определяются в основном назначением котла и его рабочим давлением. Различают воду следующих видов:

Виды воды

котловую, находящуюся в парообразующих трубах, трубах экономайзера, коллекторах и других элементах циркуляционных контуров котла во время его работы;

питательную, подаваемую непосредственно в котел в процессе его работы. В качестве питательной воды обычно используют конденсат, получаемый в результате конденсации отработавшего пара;

продувочную, удаляемую из котла при продуваниях;

добавочную, подаваемую в котел (в тёплый ящик) для пополнения потерь воды при продувании агрегата и отдельных магистралей, потерь в результате работы сажеобдувочных устройств и для восполнения утечек через неплотности арматуры;

котельную, хранящуюся в танке котельной воды.

Добавочная вода обычно представляет собой дистиллят, получаемый в испарительных установках из заборной воды. В отдельных случаях во вспомогательных котлах небольшой паропроизводительности допускается в качестве добавочной использовать непосредственно пресную воду, принимаемую с берега.

Качественные показатели

Перечисленные виды воды существенно различаются качественными показателями, основными из которых являются содержание хлоридов, жесткость, щелочность, фосфатное число, нитратное число, концентрация водородных ионов, содержание газов.

Сумма всех содержащихся в воде солей называется общим соледержанием, о котором можно судить по содержанию хлоридов.

«Общее содержание примесей» – это сумма всех растворённых и взвешенных веществ, которые определяются выпариванием пробы воды, высушиванием полученного остатка при 105°C до постоянной массы и взвешиванием. Этот показатель на практике иногда называют «общим соледержанием», или «сухим остатком» воды) (S).

Содержание хлоридов — это содержание в воде хлористых солей NaCl, MgCl, CaCl₂ и других, концентрацию которых выражают в миллиграммах хлор-иона Cl⁻, содержащихся в 1 л воды (мг/л). В технической литературе в качестве единицы солёности можно встретить градус Брандта (1° Бр), который соответствует концентрации 10 мг/л хлорида натрия NaCl. 1° Бр равноценен 6,06 мг/л хлор-иона Cl⁻.

По содержанию хлоридов можно контролировать случаи, засоления морской заборной водой конденсата в конденсаторах, теплых ящиках, пресной воды в междудонных цистернах и других емкостях в случае появления там неплотностей.

Жесткость — это качество воды, определяемое количеством растворенных в ней солей кальция Ca и магния Mg. Жесткость — одна из важ-

нейших характеристик воды, так как соли жесткости являются основными накипеобразующими веществами.

Различают жесткость общую $J_{\text{о}}$, кальциевую J_{Ca} , магниевую J_{Mg} , карбонатную $J_{\text{К}}$ и некарбонатную $J_{\text{НК}}$; $J_{\text{о}} = J_{\text{Ca}} + J_{\text{Mg}} = J_{\text{К}} + J_{\text{НК}}$

Общая жёсткость воды ($J_{\text{о}}$) – показатель качества, характеризующий величину суммарной концентрации в воде катионов двухвалентных щелочноземельных металлов, прежде всего кальция (Ca^{2+}) и магния (Mg^{2+}).

Общую жёсткость по анионному составу подразделяют на карбонатную и некарбонатную: $J_{\text{о}} = J_{\text{К}} + J_{\text{Н}}$,

где $J_{\text{К}}$ – карбонатная жёсткость, а $J_{\text{Н}}$ – некарбонатная жёсткость, мг-экв/л.

Кальциевая и магниевая виды жесткости определяются концентрацией в воде ионов соответственно кальция и магния.

Карбонатная (временная) жесткость обусловлена содержанием в воде двууглекислых солей кальция и магния, которые при нагревании воды до температуры кипения разлагаются:

$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$; $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{MgCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$, а затем происходит гидролиз карбоната магния: $\text{MgCO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2$

При выводе вместе с паром углекислого газа CO_2 образуются труднорастворимые вещества CaCO_3 и $\text{Mg}(\text{OH})_2$, которые выпадают в осадок и в виде шлама удаляются из котла при продувании.

Некарбонатная (постоянная) жесткость обусловлена содержанием в воде в основном сернокислых и хлористых солей кальция и магния CaSO_4 , MgSO_4 , CaCl_2 , MgCl_2 , которые хорошо растворяются в воде, в осадок при нагревании не выпадают и при испарении воды откладываются на поверхности нагрева в виде накипи.

Щелочность воды обусловлена присутствием в ней веществ, которые при диссоциации или гидролизе образуют ионы OH^- . Обычно щелочность связана с присутствием в воде ионов CO_3^{2-} , HCO_3^- , PO_4^{3-} . В зависимости от того, какие ионы присутствуют в воде, щелочность называют соответственно гидратной (OH^-), карбонатной (CO_3^{2-}), бикарбонатной (HCO_3^-) или фосфатной (PO_4^{3-}). Сумма этих видов щелочности называется общей щелочностью. Кроме того, щелочь может быть свободной и связанной. Свободная щелочь образуется при вводе бикарбоната натрия, а связанная — при вводе тринатрийфосфата. Причиной появления щелочности воды является введение в нее химических соединений для устранения жесткости и накипеобразования. Щелочность выражается в миллиграмм-эквивалентах на литр, но чаще используют показатель, называемый щелочным числом.

Щелочное число A_z представляет собой общую щелочность в перерасчете на NaOH (мг/л). Для измерения щелочности используются также фосфатное число P_z , нитратное число N_z и показатель концентрации водородных ионов рН. Большие значения щелочного числа могут привести к

пенообразованию и вызвать щелочную коррозию элементов котла.

Т а б л и ц а 1

Показатель качества воды	Главные, вспомогательные и утилизационные котлы		Главные котлы (водотрубные) давлением		
	Газотрубные давлением до 2МПа	Газовые до-трубные и водотрубные давлением до 2 МПа	Свыше 2 до 4 МПа	Св ыше 4 до 6 МПа	Св ыше 6 до 9 МПа
<i>Питательная вода</i>					
Общая жесткость, мг-экв/л	0,5	0,3	0,02	0,02	0,01
Содержание кислорода, мг/л	—	1	0,05	0,03	0,02
Содержание масла, нефтепродуктов, мг/л	3	3	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
Соединения железа, мкг/кг	—	—	—	100	100
Соединения меди, мкг/кг	—	—	—	50	50
<i>Конденсат</i>					
Хлориды O ⁻ , мг/л	50	10	2	0,2	0,1
<i>Дистиллят</i>					
Общая жесткость, мг-экв/л	—	0,05	0,02	0,01	0,01
<i>Котловая вода</i>					
Общее солесодержание, мг/л	13000	3000	2000	300	250
Хлориды Cl ⁻ , мг/л	<8000	<1200	<500	<30	<30
Щелочное число NaOH, мг/л	150—200	150—200	100—150	10—30	10—15
Фосфатное число PO ₄ ³⁻ , мг/л	10—30*	10—30*	20—40	30—50	10—20
Нитратное число NaNO ₃ , мг/л	75—100*	75—100*	50—75	5—15	—
Жесткость остаточная, мг-экв/л	0,4	0,2	0,05	0,02	0,02

Фосфатное число — это избыток тринатрийфосфата, который содержится в котловой воде и определяется количеством фосфатного ангидрида PO₄ (мг/л).

Нитратное число — это содержание в воде NaNO_3 (мг/л). Вводится нитрат натрия NaNO_3 для нейтрализации агрессивного действия свободной щелочи в котельной воде, что практически исключает межкристаллитную коррозию

*Для котлов, переведенных на фосфатно-нитратный режим.

и хрупкость металла в местах вальцовки и других соединений при наличии в них пропаривания.

Водородный показатель pH (показатель концентрации водородных ионов) характеризует степень щелочности или кислотности воды и определяет ее коррозионную активность. Чистая нейтральная вода при температуре 22°C имеет $\text{pH}=7$. Если $\text{pH}>7$, то вода имеет щелочную реакцию, если $\text{pH}<7$, то кислотную. С помощью показателя pH определяют щелочность питательной воды, для этого на современных судах на питательном трубопроводе ставят датчики к pH-метру.

Содержание газов — важнейший показатель качества воды. В воде могут находиться в растворенном виде кислород O_2 , азот N_2 и углекислый газ CO_2 . Азот является нейтральным газом и на протекание процесса коррозии и обработку воды влияния практически не оказывает. Кислород — основной коррозионный агент, вызывающий химическую коррозию пароводяного тракта котла. Содержащийся в воде углекислый газ влияет на процессы обработки воды. Кроме того, в присутствии CO_2 в воде также начинают активно протекать коррозионные процессы с выделением водорода.

Растворимость газов в воде зависит от парциального давления и температуры воды. С повышением давления растворимость газов увеличивается, а с повышением температуры уменьшается. При кипении растворимость кислорода стремится к нулю. Нормы качества питательной и котловой воды устанавливаются инструкциями завода-изготовителя и судовладельца по каждой серии судов в зависимости от параметров пара и конструктивных особенностей котлов.

Основные нормы качества воды для котлов морских судов (не более) приведены в табл. 1.

Водообработка.

Для исключения накипеобразования на поверхностях нагрева котла и коррозии элементов пароводяного тракта проводится обработка воды перед поступлением ее в котел и внутри него (докотловая, внутрикотловая).

Докотловая обработка воды

Докотловая обработка воды на морских судах сводится главным образом к **фильтрации конденсата**, приготовлению высококачественной добавочной воды из забортной и удалению газов из питательной воды.

Масло и нефтепродукты могут попасть в питательную воду из-за неплотностей змеевиков систем обогрева в топливных и масляных емкостях, грузовых танках, подогревателях, а также с конденсатом отработавшего пара паровых поршневых

механизмов. Очистка питательной воды от нефтепродуктов имеет особо важное значение, так как теплопроводность накипи, пропитанной нефтепродуктами, весьма низка. Из-за ухудшения передачи теплоты от металла к воде металл может перегреться, произойдет авария котла.

В питательной воде водотрубных котлов с давлением пара выше 2 МПа содержание **нефтепродуктов** в воде не допускается. В пароэнергетических установках современных судов пар для обогрева нефтепродуктов и для работы паровых

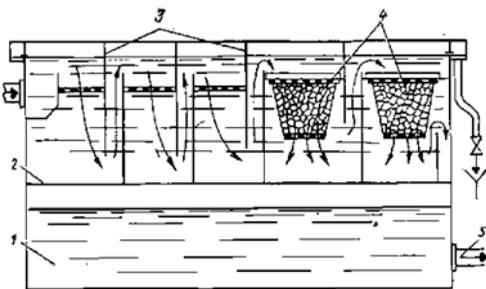


Рис. 1. Схема теплового ящика

поршневых механизмов обычно вырабатывается в испарителях грязных конденсатов (ИГК).

Испаритель грязных конденсатов представляет собой вспомогательный котел, работающий на теплоте первичного греющего пара,

подводимого в ИГК по петлям или змеевикам от котла или частично отбираемого от главной турбины на ходу. Конденсат от систем обогрева нефтепродуктов и образовавшийся из отработанного пара поршневых механизмов поступает в корпус ИГК, где благодаря теплоте первичного пара превращается во вторичный пар, направляемый вновь к тем же потребителям. Следовательно конденсат, который содержит (или может содержать) в себе нефтепродукты, заключен в автономную систему и в основную систему питания котла не поступает. На морских судах с другими энергетическими установками для очистки конденсата от иных плавающих продуктов обычно применяют *теплый ящик* — сборник конденсата, где очистка питательной воды от механических примесей и масла осуществляется одновременно и отстаиванием, и фильтрацией (рис. 1).

¹ Данные опубликованы на основе рекомендованных норм, приведенных в приложении IV Правил технической эксплуатации судовых технических средств РД 31.21.30-97.

Теплый ящик представляет собой прямоугольную сварную цистерну 1, разделенную на две части горизонтальной перегородкой 2. Верхняя часть теплового ящика разделена вертикальными перегородками 3 на ряд каскадных отсеков. В первых трех отсеках нефтепродукты только отстаиваются и оседают механические примеси. В последних двух отсеках происходит фильтрация, для чего в них установлены фильтры 4, заполняемые коксом, поверх которого обычно укладывают манильскую или сезальскую пеньку, люфу или древесную стружку. Иногда в дополнение к этим фильтрующим материалам применяют тканевые материалы (махровое, полотно, сукно) и поролон.

Очищенная вода из последнего отсека поступает в нижнюю часть теплового ящика, откуда по трубе 5 забирается питательным насосом. Все перечисленные выше фильтрующие материалы задерживают только грубодисперсное (капельное) масло. Масло же в виде эмульсии может быть удалено из воды при фильтровании только через активированный уголь. Обычно фильтр с активированным углем размещают в отдельном от теплового ящика корпусе. В ряде случаев на напорной магистрали питательного насоса (после теплового ящика) устанавливают фильтры, фильтрующий элемент у которых представляет собой латунную сетку, обтянутую фланелью. Для удаления из воды кислорода и углекислого газа в пароэнергетических установках с давлением пара выше 2МПа широко используют термическую деаэрацию питательной воды в агрегатах, называемых деаэраторами. Термическая деаэрация основана на принципе

снижения растворимости газов в воде при повышении температуры и снижении давления. Деаэратор, кроме того, является сборником конденсата и одной из ступеней подогрева питательной воды (рис. 2).

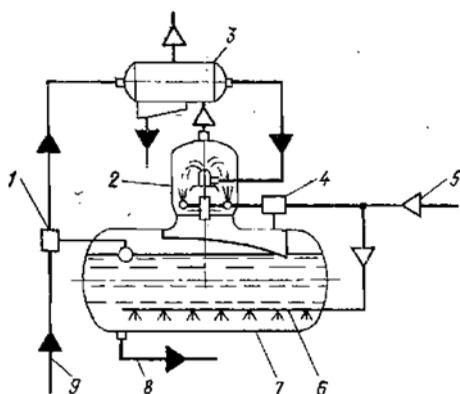


Рис. 2. Схема деаэратора

Деаэратор состоит из головки 2, бака-аккумулятора 7, охладителя 3, трубопроводов и арматуры. Из конденсатора пароэнергетической установки конденсат с помощью насоса подается по трубопроводу 9 в головку 2. Проходя предварительно через охладитель выпара, конденсат немного подогревается. В деаэрационную головку по трубопроводу 5 подается также греющий пар, который в паротурбинных установках на ходу забирается обычно из отбора турбоагрегата, а на стоянке и маневрах — от пароохладителя. Для обеспечения быстрого нагрева поступающего конденсата необходима возможно большая поверхность соприкосновения паровой и жидкой фаз. В деаэрационной головке это обеспечивается с помощью разбрызгивающих устройств в виде форсунок или перфорированных тарелок, благодаря чему создается большая поверхность контакта воды и пара. Пар, двигаясь навстречу струям воды, нагревает воду до температуры кипения, что способствует интенсивному выделению из нее газов. В процессе нагрева воды значительная часть греющего пара конденсируется. Смесь выделившихся газов и части несконденсировавшегося пара, называемая выпаром, направляется в охладитель 3 выпара, где пар конденсируется, отдавая свою теплоту движущемуся по трубам конденсату, а газы отводятся в атмосферу.

Из-за малого времени пребывания воды в головке деаэратора стекающая из нее в бак-аккумулятор деаэрированная вода все же может содержать некоторое количество растворенного газа, поэтому с помощью барботажного устройства 6 через воду в баке дополнительно пропускают пар, что способствует лучшей деаэрации. Деаэрированная вода по трубопроводу 8 забирается из деаэратора питательным насосом. Для создания подпора деаэратор располагают на 8—10 м выше всасывающего патрубка питательного насоса. В системах, обслуживающих деаэратор, предусмотрены регулятор 1 уровня воды и регулятор 4 подачи пара.

Для более глубокого обезкислороживания питательной вода в дополнение к термической деаэрации иногда предусматривают

химические способы полного связывания кислорода. С этой целью в воду вводят химические реагенты — **сульфит натрия** (Na_2SO_3) или **гидразин** (N_2H_4), которые взаимодействуют так: $2\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Na}_2\text{SO}_4$; $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2$. При термической деаэрации остаточное содержание кислорода в воде составляет примерно 0,03—0,05 мг/л. Благодаря дополнительной химической обработке кислородосодержание в питательной воде может быть снижено до 0,01 мг/л.

В настоящее время у котлов невысоких давлений находят распространение

безреагентные методы обработки воды и в первую очередь магнитный (электромагнитный) способ. Сущность его заключается в том, что после воздействия на воду магнитного поля определенных значений напряженности и полярности соли жесткости теряют способность к образованию накипи и выпадают в виде шлама.

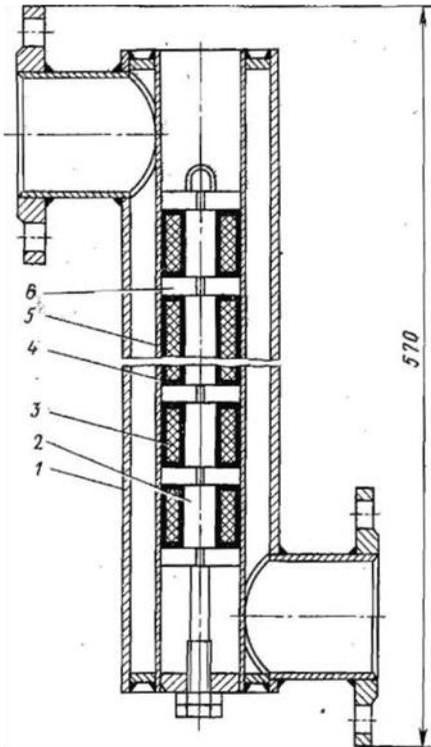


Рис. 3. Электромагнитный прибор для обработки воды

Электромагнитный прибор для обработки воды (рис. 7.3) состоит из цилиндрического корпуса 1, внутри которого размещен сердечник 2. На сердечник намотано шесть соединенных последовательно катушек электромагнитов 3

с таким расчетом, чтобы на гребнях сердечника расположились одноименные магнитные полюсы. Сердечник с катушками заключен в стакан 5 в виде вертикальной трубы. Катушки изолированы от сердечника электроизоляционным картоном 4 и

разрезными гетинаксовыми шайбами 6. Питательная вода, поступая в прибор, движется по кольцевому каналу между корпусом и внутренним стаканом.

Опыты показывают, что **при магнитной обработке воды не только предотвращается накипеобразование, но и происходит разрушение старой накипи.** Вместе с тем метод не обеспечивает полного устранения накипеобразования, что исключает его применение в высоконапряженных котлах. Применяется также **ультразвуковая обработка воды**, основанная на воздействии ультразвука, **нарушающего процесс образования накипи.**

Основным способом получения воды нужного качества на морских судах является метод термического обессоливания, т. е. получение дистиллята из забортной морской воды в испарительных установках, в которых под воздействием теплоты подводимого пара или другой среды происходит испарение морской забортной воды с последующей конденсацией образовавшегося пара.

Внутрикотловой водообработкой

Внутрикотловой водообработкой обеспечивают оптимальный режим питания котла, что достигается введением внутрь котла присадок. При этом соли, вносимые с питательной водой, не откладываются в качестве накипи на поверхностях нагрева, а выпадают в виде шлама, удаляемого при продуваниях.

Накипь и шлам образуются из насыщенных и перенасыщенных растворов, что и происходит в основном в результате непрерывного парообразования, приводящего к росту концентрации солей в котельной воде. Процессы накипе- и шламообразования очень сложны, при этом нельзя четко разграничить сами явления. Соли, кристаллизующиеся на поверхностях нагрева и образующие накипь, с течением времени могут превращаться в шлам, но и шлам, не удаленный при продуваниях котла, в свою очередь может «прикипеть» к поверхности нагрева, образовав так называемую вторичную накипь.

Требования к питательной и котельной воде предъявляются в зависимости от назначения котла и давления производимого им пара. Исходя из этого осуществляют и внутрикотловую водообработку, заключающуюся в постоянной корректировке состава котельной воды путем ввода противонакипных и противокоррозионных реагентов с последующими периодическими продуваниями котла.

В настоящее время на морских судах применяют фосфатно-щелочной, фосфатно-нитратный и фосфатный режимы внутрикотловой обработки воды. Конкретные режимы водообработки для котлов тех или иных типов устанавливает служба судового хозяйства парокотловодства.

Фосфатно-щелочной режим применяют обычно у котлов с давлением пара не выше 2 МПа. При таком режиме обработки предусматривается введение в котловую воду следующих реагентов: едкого натра (каустика) NaOH, кальцинированной соды Na₂CO₃ и тринатрийфосфата Na₃PO₄. Обычно эти реагенты подают в виде смеси постоянного состава, называемой *противонакипином*. Отечественный противонакипин МФ содержит (%):

Na₂CO₃..... 25—27

Na₃PO₄..... 67—69

Сульфитно-спиртовая барда (концентрат) 3—4

Противонакипин представляет собой белый порошок с незначительным количеством темных крупинок концентрата сульфитно-спиртовой барды. Щелочи, содержащиеся в противонакипине, вступая в химическую реакцию с растворенными в воде солями жесткости, переходят из раствора в осадок.

Ввод в котловую воду реагентов осуществляется с помощью дозирующей установки, в которую входят бачок для раствора присадки и насос, подающий подготовленный раствор по отдельному трубопроводу в питательную магистраль котла.

Во вспомогательных котельных установках теплоходов применяют бачки-дозаторы, из которых приготовленный водный раствор присадки подают во всасывающий трубопровод питательного насоса или непосредственно в теплый ящик (после

фильтров). Для последнего варианта возможно также приготовление раствора присадки в какой-либо переносной емкости.

ПРЕПАРАТ ТХ

Описание:

Препарат ТХ является прогрессивным средством ведения водного режима котлов, содержит высокоэффективные фосфаты и щелочные компоненты в соотношении, обеспечивающем исключение образования свободной щелочи в котле, комплексообразователи, полимерные соединения и ингибиторы коррозии.

Применение и дозировка:

Препарат ТХ - это многокомпозиционная смесь, предназначенная для предотвращения образования накипи и отложений окислов железа и меди, а также снижения интенсивности кислородной и подшламовой коррозии на внутренних поверхностях нагрева вспомогательных и утилизационных котлов низкого давления на судах морского флота.

Препарат ТХ обеспечивает связывание и удаление накипеобразующих солей, окислов железа и меди, также образует защитную пленку на поверхности металла.

Дозировка Препарата ТХ зависит от емкости системы, а также чистоты и качества возврата конденсата и количества сырой добавочной воды.

Рекомендуемая начальная доза подачи Препарата ТХ составляет 1,44 кг в сутки при фактической паропроизводительности 1 т/час. Эта дозировка может изменяться в зависимости от качества воды в системе.

<p>Расчетная ежедневная дозировка Препарата ТХ для котлов составляет 60 г на тонну фактической паропроизводительности в (т/час).</p>

Для котлов, использующих питательную воду высокого качества (только конденсат и дистиллят), ежедневный расход Препарата ТХ составляет 20 г на тонну фактической паропроизводительности (т/час).

Во время работы котла ведется контроль качества питательной и котловой воды, которое должно соответствовать рекомендуемым нормам для фосфатно-щелочного режима согласно "Правилам технической эксплуатации судовых паровых котлов" и инструкции завода -изготовителя.

Практически вводить Препарат ТХ в котловую воду необходимо следующим образом; растворить необходимое количество препарата в 5-10 литрах чистой, горячей питательной воды в ведре и залить приготовленный раствор в теплый ящик или в дозировочный бак на всасывании питательного насоса. После ввода через 1-2 часа произвести анализ котловой воды и внести его в машинный журнал.

При обработке котловой воды Препаратом ТХ следует поддерживать Фосфатнощелочной режим со следующими показателями котловой воды:

содержание хлоридов: 100 -300 мг/л щелочное число: 100 - 200 мг/л водородный показатель рН: 10.5 -11,5

При этом котловая вода должна быть чистой и прозрачной!!!

Определение показателей качества котловой воды может производиться как лабораториями ЭЛВК5, СКЛАВ-1. так и аптечками "Юнитор" Спектрапак -310, 311, а также набором АГК -100 Фирмы "Drew Ameroid". Периодичность анализов котловой воды 1 раз в 2 -3 суток при стабильных показателях водного режима, а при подозрении на подсол воды не реже 1 раза в сутки.

В случае аварийного подсола питательной воды (а затем и котловой) от конденсатора избыточного пара (либо от другого источника поступления забортной морской воды) следует незамедлительно устранить причины подсола, ввести в котел дополнительное количества Препарата ТХ и, в зависимости от величины содержания хлоридов, произвести несколько продувок низом и верхом, либо частичную или полную замену воды в котле при содержании хлоридов свыше 1500 -2000 мг/л. Если перед началом применения Препарата ТХ не производилась очистка внутренних поверхностей нагрева котла,

то в течение первых 2-3 месяцев работ дозировка Препарата ТХ увеличивается на 20%-30% -для очистки трубок котла со стороны воды без вывода котла из работы.

В случае установленного осмотром неудовлетворительного состояния поверхностей нагрева котла, при наличии накипи толщиной свыше 0,5 мм и присутствии в накипи топлива, рекомендуется произвести химическую очистку котла (с выводом из работы на потребители) методом выщелачивания, т.е. доведением Препарата ТХ щелочного числа котловой воды до 2000 мг/л. Время щелочения котла 2-3 суток при работе котельной форсунки на пониженной нагрузке, при этом число продувок должно быть: нижним -2 раза в сутки, верхним -3 раза.

Обработка котловой воды Препаратом ТХ совместима с обработкой тринатрийфосфатом, Комбитритом, Ликвитритом, АГК-100, препаратами для связывания кислорода и жесткости питательной и добавочной воды, а также жидкими щелочными реагентами водообработки типа Алкалинити контроль.

При применении Препарата ТХ оптимальным является поддержание водородного показателя рН котловой воды в пределах 10,5 -11,5.

Меры безопасности:

Препарат ТХ относится к классу умеренно опасных химических веществ (3 класс по ГОСТу 12.1.007-85). Он представляет собой сухой порошок белого цвета и выпускается в полиэтиленовой упаковке по 240 г. Препарат ТХ пожаро - взрывобезопасен.

При работе с Препаратом ТХ необходимо:

При приготовлении раствора химпрепарата для защиты дыхания от пылевидных частиц сухого препарата надеть марлевую повязку или респиратор, для защиты зрения - очки, рук -рукавицы;

При попадании реагента на незащищенные участки кожи или глаза необходимо промыть большим количеством пресной воды;

Соблюдать правила личной гигиены;

При разливе растворов реагента смыть его водой.

COMBITREAT

COMBITREAT - это сухой порошок, содержащий щелочные соединения, ингибиторы накипи и коррозии и модификаторы шлама.

УКАЗАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ И ДОЗИРОВКА

Основные свойства препарата **COMBITREAT** делятся на следующие категории:

1.КОНТРОЛЬ ЩЕЛОЧНОСТИ:

правильный уровень щелочи гарантирует, что оптимальная среда существует для:

- 1) правильного осаждения солей жесткости в сочетании с фосфатами;
- 2) нейтрализации кислотного состояния;
- 3) пассивации слоем магнетита;
- 4) отсутствия каустической коррозии;
- 5) контроля солей магния и кальция.

Щелочной "баланс" - исключительно важная вещь для эффективной водообработки. **COMBITREAT** обеспечивает это, в то же время избегая излишних уровней pH, которые могут быть причиной хрупкости и коррозии деталей котла.

2.КОНТРОЛЬ ЖЕСТКОСТИ:

COMBITREAT обеспечивает фосфатный резерв, чтобы эффективно вступать в реакцию и осадить соли жесткости, поступающие с питательной водой.

3.МОДИФИКАЦИЯ ШЛАМА:

котловой шлам наиболее легко может быть удален продуванием, если он свободно стекает, при этом **COMBITREAT** гарантирует предохранение шлама от слипания, препятствуя образованию больших кристаллов, пристающих к металлическим поверхностям. В результате шлам состоит из мелких частиц, которые рассеиваются таким образом, что он стекает к днищу котла. Грязь затем может быть удалена продуванием через регулярные интервалы.

МЕТОДЫ ДОЗИРОВАНИЯ

СОМБИТРЕАТ лучше всего вводить посредством байпасного дозирующего бачка непосредственно в трубопровод питательной котельной воды.

ОТБОР ПРОБЫ И ПРОВЕДЕНИЕ АНАЛИЗА

Представительная проба котельной воды должна отбираться в интервал, установленный опытом эксплуатации котла. Например, это может быть ежедневно или каждые три дня (в соответствии с типом котла и давлением). При каждом случае проба отбирается из одного и того же места и после регулярного продувания. Проба должна быть охлаждена и проанализирована немедленно.

Имеются полные наборы **SPECTRAPAK TEST KITS**, удовлетворяющие всем требованиям. Следуйте инструкциям этих наборов и запишите результаты в таблицы, предоставляемые UNITOR'ом. Эти таблицы должны быть отправлены в UNITOR CHEMICALS R&D для выдачи заключения специалистами. Результаты анализа показывают степень обработки в котле. Используйте дозирующую таблицу, приведенную ниже для получения оптимального уровня процесса водообработки. Если он неправильный, то водообработка соответственно регулируется с проведением более частых анализов до тех пор, пока не достигнут постоянный уровень. Важно, что регулярный анализ выполняется для проверки, правилен ли уровень водообработки.

ДОЗИРОВКА ПРОДУКТА И КОНТРОЛИРУЕМЫЕ ПРЕДЕЛЫ

Первоначальная дозировка для ранее необрабатываемой системы - это 400 г препарата СОМБИТРЕАТ на 1000 литров питательной воды. Это доведет обработку воды до минимального уровня 100 ppm фосфатной щелочности.

Дозировочная таблица, указанная ниже, - для удобства в подсчете количества требуемого СОМБИТРЕАТ, чтобы привести уровень к точке между минимумом и максимумом (средняя точка - 200 ppm фосфатной щелочности). После

короткого периода пользования оператор будет в состоянии легко определять уровень требующейся обработки.

Дозирование и контроль

Первоначальная доза для необработанной системы - 400 грамм Combitreat/1000 литров емкости котла. Это доведёт обработку до приемлемого уровня 200 мг/л щёлочности. Таблица дозирования приведённая ниже для удобства подсчёта количества Combitreat требуемого для достижения уровня между максимум и минимумом.

(среднее значение 200 мг/л Щелочности.)

Щёлочность	0	5	1	1	2	2	3	350
ь		0	00	50	00	50	00	
Содержание	0	0	0	0	0	0	0	Продува
г/т	,4	,3	,2	,1				ние

Рекомендованные пределы:

Щёлочность: 100-300 мг/л CaCO₃,

Хлориды: 200 мг/л Cl макс.

Конденсат pH 8.3-9.0

Рекомендованные значения основаны на опыте и ни коем случае не заменяют рекомендации завода-изготовителя или судовладельца.

DREW BWT-3

ПРИМЕНЕНИЕ

Подача: DREW BWT-3 средство для водоочистки котла следует непрерывно добавлять в котловую систему, используя BWT TM Dosing System. Добавьте средство в трубопровод питательной воды. Продукт необходимо разбавить дистиллированной водой или конденсатом в резервуаре и добавлять непрерывно в течение 24 часов или в соответствии с требованиями системы. Химическая дозировка зависит от объема системы, чистоты и

качества конденсата и величины системы.

Рекомендованная первоначальная дозировка DREW BWT-3 – 5 литров (10,5 пинт США) на тонну воды в котловой системе. Для нормальных систем, ежедневная дозировка продукта составляет **1 литр на тонну** питательной воды.

Для очень больших систем или с необычными рабочими условиями химическая потребность пропорционально возрастает.

КОНТРОЛЬ ЗА ВОДООБРАБОТКОЙ

. Во время работы котла отбирают пробы воды для определения ее состава, для чего на судах имеются химические экспресс-лаборатории водоконтроля.

Пробы котловой воды берут непосредственно из котлов через пробный кран или клапан, а питательной воды — из питательной магистрали перед экономайзером (если таковой имеется) или сразу после питательного насоса. Объем пробы анализа должен быть не менее 0,5 л. Чтобы для проведения анализа получить котловую воду уже охлажденной, современные котельные установки оборудуют холодильником, через который прокачивается охлаждающая вода. Объем и периодичность контроля устанавливаются службой судового хозяйства пароходства для каждого типа судна. Результаты анализов котловой и питательной воды отражаются в машинном журнале.

Методики проведения анализов воды с помощью ЛВК-

4

1. Определение общей жёсткости воды. Метод основан на том, что в емкость с пробой воды добавляют индикатор (хромтемносиний), который в присутствии накипеобразующих веществ окрашивает воду в определенный цвет, а затем пробу титруют раствором трилона «Б» до полного его соединения с накипеобразователями (ионами кальция и магния), содержащимися в воде. Конец титрования устанавливают по изменению окраски индикатора; это происходит в момент, когда всё количество ионов кальция и магния соединится с трилоном «Б».

Порядок определения: в мензурку наливают 100 мл охлаждённой пробы воды, добавляют 5 мл аммиачно-буферного раствора и 7–8 капель химического индикатора (хрома темно-синего), который окрашивает воду в розово-красный цвет. Затем из бюретки в пробу прибавляют по каплям децинормальный

раствор трилона «Б», все время тщательно помешивая воду в мензурке стеклянной палочкой до перехода цвета раствора из розово-красного в сине-сиреневый.

Следует особенно интенсивно помешивать воду в мензурке к концу титрования, т. к. переход окраски наступает не мгновенно, а постепенно. Последние капли раствора трилона «Б» нужно добавлять медленно, с некоторыми промежутками, не прекращая перемешивания воды в мензурке.

Общая жёсткость испытуемой воды, выраженная в миллиграмм-эквивалентах, численно равна количеству израсходованных миллилитров раствора трилона «Б», пошедшего на титрование 100 мл воды.

Пример. Взято 100 мл воды. Для определения в ней жесткости израсходовано 8,6 мл раствора трилона «Б». Общая жёсткость равна 8,6 мг-экв/л.

100 мл пробы воды + 5 мл аммиачно-буферного раствора + 7–8 капль химического индикатора (хрома темно-синего) = розово-красный цвет + раствор трилона «Б» = сине-сиреневый, Общая жёсткость = израсходованным миллилитроам раствора трилона «Б».

2. Определение карбонатной жёсткости воды. Метод определения карбонатной жёсткости (Жк = ЩБК) воды основан на том, что бикарбонаты в ней разлагаются при добавлении 0,1N раствора серной кислоты, в результате чего двууглекислые соли, образующие щёлочность воды, нейтрализуются. Момент нейтрализации определяется по изменению окраски воды в присутствии индикатора.

Порядок определения: в мензурку наливают 100 мл испытуемой пробы воды и к ней добавляют из капельницы 2 капли раствора метилоранжа, который окрашивает воду в соломенно-жёлтый цвет. Осторожно, по каплям, в воду добавляют раствор серной кислоты, одновременно помешивая воду стеклянной палочкой.

Прибавление кислоты прекращают с последней каплей, от которой соломенно-жёлтая окраска воды переходит в оранжевую. Карбонатная жесткость пресной воды, выраженная

в миллиграмм-эквивалентах, численно равняется объему израсходованной кислоты, выраженному в миллилитрах, пошедшей на титрование 100 мл испытуемой воды.

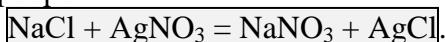
Пример. Взято 100 мл воды для определения в ней карбонатной жесткости. Израсходовано 1,7 мл серной кислоты, карбонатная жесткость воды равна 1,7 мг-экв/л.

100 мл пробы воды + 2 капли раствора метилоранжа = соломенно-жёлтый цвет + раствор серной кислоты = оранжевый цвет. Карбонатная жесткость = объему израсходованной кислоты в мл.

3. Определение некарбонатной жёсткости воды. Величину некарбонатной жёсткости воды определяют как разность между значениями общей и карбонатной жёсткости, т. е. $J_{н} = J_{о} - J_{к}$.

Пример. Общая жёсткость равна 5,4 мг-экв/л; карбонатная жёсткость равна 3,3 мг-экв/л. Некарбонатная жёсткость равна $5,4 - 3,3 = 2,1$ мг-экв/л.

4. Определение хлоридов аргентометрическим методом. Этот метод определения хлоридов в воде основан на образовании в нейтральной среде нерастворимого осадка хлористого серебра (AgCl) в результате взаимодействия хлоридов, находящихся в воде, с раствором азотнокислого серебра:



4.1. Определение хлоридов в котловой воде. Из отобранной пробы котловой воды мерной пробиркой берут и переливают в мензурку, в которую затем добавляют 40 мл конденсата или дистиллята (для облегчения титрования в большом объеме воды). Разбавленную пробу котловой воды нейтрализуют.

Для этого сначала к ней прибавляют 2-3 капли фенолфталеина, которые окрашивают воду в малиновый цвет; затем по каплям добавляют 0,1N серной кислоты до обесцвечивания пробы, что указывает на нейтрализацию воды. Затем в эту же мензурку добавляют 10 капель раствора хромовокислого калия, хорошо размешивают и из бюретки (осторожно по каплям) приливают в мензурку раствор

азотнокислого серебра, все время аккуратно помешивая воду стеклянной палочкой. Раствор азотнокислого серебра добавляют до тех пор, пока в воде не появится устойчивый бурый оттенок.

Содержание хлоридов в воде (в миллиграммах хлор-иона в 1 л воды) численно равно количеству миллилитров 0,028N раствора азотнокислого серебра, пошедшего на титрование 10 мл пробы, умноженному на 100.

Пример. На титрование 10 мл котловой воды пошло 9,5 мл титровального раствора азотнокислого серебра. Содержание в воде хлоридов, выраженное в хлор-ионах, равно $9,5 \times 100 = 950$ мг/л.

10 мл пробы котловой воды + 40 мл конденсата или дистиллята + 2-3 капли фенолфталеина = малиновый цвет + по каплям 0,1N серной кислоты до обесцвечивания + 10 капель р-ра хромовокислого калия + осторожно по каплям р-ра азотнокислого серебра = бурый оттенок. Количеству мл р-ра азотнокислого серебра, пошедшего на титрование, X 100

(Раствор, содержащий в 1 л 1 грамм-эквивалент вещества, называется нормальным и обозначается буквой N.)

4.2. Определение хлоридов в конденсате и дистилляте аргентометрическим методом. Для определения хлоридов в конденсате и дистилляте пробу не нужно предварительно разбавлять и нейтрализовать. Принимая во внимание, что содержание хлоридов в этих водах во много раз меньше, чем в котловой воде, для анализа берут пробу объемом не 10 мл, а 100 мл, затем добавляют 10 капель хромовокислого калия и воду титруют раствором (0,028N) азотнокислого серебра (AgNO_3) до появления бурого исчезающего оттенка. Содержание вычисляют так же, как и в предыдущем случае, только результат умножают не на 100, а на 10.

Пример. На титрование 10 мл конденсата пошло 1,2 мл раствора азотнокислого серебра. Содержание в воде хлоридов, выраженное в хлор-ионах, равно $1,2 \times 10 = 12$ мг/л Cl^- .

Примечание. Для выражения хлоридов в воде в форме хлорида натрия необходимо результат анализа, выраженный в

хлор-ионе, умножить на 1,67. Для выражения хлоридов в градусах Брандта результат анализа, выраженный в хлор-ионе, следует умножить на 0,167. Один градус Брандта соответствует 10 мг/л хлорида натрия и 6,07 мг/л хлор-иона.

5. Определение щёлочности котловой воды. Метод основан на нейтрализации кислотой котловой воды, содержащей щелочи, окрашивающие фенолфталеин в малиново-красный цвет. Конец реакции наступает в момент добавки последней капли кислоты, когда малиновая окраска исчезает и вода принимает свой первоначальный цвет, так как в ней отсутствует щёлочь. Если котловая вода мутная, то пробу предварительно фильтруют.

Порядок определения: в мензурку наливают точно 100 мл отфильтрованной котловой воды и к ней добавляют из капельницы с этикеткой «Фенолфталеин» 2 капли раствора индикатора, отчего вода при наличии щёлочности окрасится в малиново-красный цвет. Затем осторожно, по каплям, добавляют раствор серной кислоты до тех пор, пока не исчезнет малиновая окраска и вода не примет первоначальный цвет.

Щёлочность котловой воды, выраженная в миллиграмм-эквивалентах, численно равна количеству миллилитров 0,1N раствора кислоты, пошедшему на титрование 100 мл воды.

Пример. На титрование 100 мл котловой воды пошло 5,3 мл кислоты. Щёлочность её равна 5,3 мг-экв/л.

100 мл котловой воды + 2 капли фенолфталеина = малиново-красный цвет + по каплям, раствор серной кислоты до первоначального цвета. ЩЧ = р-р кислоты на титрование X 100

Примечание. Щёлочность котловой воды выражают также и щелочным числом (ЩЧ). Щелочное число котловой воды равняется количеству миллилитров 0,1N кислоты, затраченному на титрование 100 мл котловой воды, умноженному на 40, т. е. значению щелочности, умноженному на 40, где 40 – молекулярный вес (химический эквивалент) едкого натра, NaOH.

Пример. На титрование 100 мл котловой воды пошло 5,3 мл кислоты. Щелочное число ее будет $ЩЧ = 5,3 \times 40 = 212$ мг/л.

SPECTRAPAK 310 BOILER WATER TEST KIT

Проверка на Ф-Щелочность

200 мл котельной воды+ одну таблетку P-Alkalinity + взболтайте = синий цвет + одну таблетки P-Alkalinity= Добавляйте таблетки P-Alkalinity до тех пор, пока синий цвет не изменится на постоянный желтый. P-Alkalinity ppm (CaCO₃) = (число таблеток x 20) - 10.

Испытания на Хлориды

50 мл котельной воды + одну таблетку на хлориды = желтый цвет Добавляйте таблетки до тех пор, пока желтый цвет не изменится на оранжевый/коричневый. РАСЧЕТ Хлориды ppm = (число использованных таблеток x 20) - 20.

Питательная система котла. Основные требования к системе котлов регламентированы Правилами Регистра. Так, питательных насосов с независимым приводом должно быть не менее двух (один резервный). Котлы должны иметь два независимых один от другого питательных трубопровода (главный и вспомогательный). Каждый питательный насос должен иметь подачу при автоматическом регулировании не менее 1,15, а при ручном 1,5 расчетной. Цистерны запаса котельной воды должны быть отделены от соседних цистерн жидкого топлива и масла коффердамами.

Система питания может быть открытого и закрытого типов. Открытая система питания применяется в котельных установках, работающих при невысоких параметрах пара, не характеризующихся особо высокими требованиями к питательной воде (включая кислородосодержание). В такую установку, как правило, входит теплый ящик, который не изолирован от окружающей среды. В настоящее время это наиболее распространенная схема вспомогательных установок на судах с главной дизельной или газотурбинной установками. Во избежание химической (кислородной) коррозии питательного трубопровода и поверхностей нагрева котла в современных главных парогенергетических установках, работающих при

достаточно высоких параметрах пара, применяют системы закрытого питания с деаэраторами.

Контрольные вопросы

1. Какими показателями характеризуется качество используемой в котлах воды?

2. Какие основные виды докотловой водоподготовки используют на судах?

3. Какие нежелательные факторы устраняются или предупреждаются при внутрикотловой обработке воды?

4. Как устроен и какие функции выполняет теплый ящик?

5. Какие безреагентные способы обработки воды могут применяться?

6. Как влияет повышенное содержание щелочи и других химических элементов, находящихся в воде, на поверхность нагрева и на эксплуатационные и прочностные показатели котла?

Литература

Верете А. Г., Дельвинг А. К. Судовые паровые и газовые энергетические установки: Учебник для мореходных училищ.—2-е изд., перераб. и доп.— М.: Транспорт, 1990.— 240 с.. Стр. 40-47

РД 31.21.30-97. "Правил технической эксплуатации судовых технических средств и конструкций" Санкт Петербург 1997

Портативная судовая лаборатория водно-химического контроля «СЛКВ»
Руководство по применению судовой химии компании Unitor.