

Тема Водоопреснительные установки

12.1 Пресная вода, классификация и требования к ней

К различной по назначению пресной воде предъявляются различные требования. Вода для питьевых и мытьевых целей регламентируется «Правилами водоснабжения морских судов», для технических целей «Правилами эксплуатации судовых механизмов» и инструкциями завода-строителя данных механизмов, для технологических нужд «Санитарными правилами для пищевых продуктов».

Административную и уголовную ответственность за качество, хранение и правильное использование пресной судовой воды на судне несут: капитан, ст. пом. капитана, ст. механик, 4-ый механик (вахтенный механик в чьем заведовании находится оборудование 4-го механика), боцман, судовой плотник. Они проходят специальный курс обучения по «Правилам водоснабжения морских судов» и получают сертификат, который является обязательным для выхода из порта в рейс.

Судовая пресная вода подразделяется на:

- а) питьевую** - для камбуза, буфетных, сатураторов и медицинского блока;
- б) мытьевую** - для умывальников, душевых, прачечной, уборки помещений и других санитарных целей;
- в) техническую** - для парового котла (дистиллят), главных и вспомогательных двигателей внутреннего сгорания;
- г) технологическую** - для обработки и приготовления пищевых продуктов (промывка, приготовление, соление, консервирование, глазуровка и т.д.);
- д) товарную** - для перевозки и передачи другим потребителям.

Правила водоснабжения морских судов регламентируют:

- требования к качеству питьевой, мытьевой и хозяйственной воде;
- условия снабжения судов береговой и опреснённой морской водой;
- требования к условиям хранения пресной воды на судах;
- организация и контроль водоснабжения, хранения и использования пресной воды на судах, ведение судовой документации по пресной воде

Питьевая вода должна обладать такими свойствами и составом, чтобы независимо от путей и способов ее получения на борт судна, она обеспечивала безопасность в эпидемическом отношении, имела безвредность химического состава и благоприятные органолептические свойства. Качество воды регламентируется ГОСТом. При получении воды с берега, танкеров, перевозящих воду или других объектов обязательно получать сертификат на данную воду независимо от страны поставщика воды. Полученные сертификаты должны храниться ст. пом. капитана в судовом архиве и предъявляться по требованию органов портового надзора и портовой СЭС (санитарно-эпидемическая служба). Категорически запрещается принимать воду из неизвестных источников. Прием и передача воды на судне осуществляется только по специальным гидрантам и специальными шлангами. Цистерны питьевой и мытьевой воды должны быть обработаны

дезинфицирующими растворами, промыты водой питьевого качества и предъявлены врачам портовой СЭС. Обработкой пресной воды на судне занимаются: ст. пом. капитана, боцман, 4-ый механик и представители СЭС. В заведовании 4-го механика находятся: системы воды с насосами, арматурой и гидрофорами, дезинфицирующая установка (ультрафиолетовая, обработка серебром, хлором и др.), установка минерализации, опреснительная установка, фильтры. Все операции, производимые с оборудованием систем пресной воды, танками пресной воды, обработкой и перекачкой пресной воды фиксируются в судовом и машинном вахтенных журналах и специальных журналах по пресной воде. Установка минерализации устанавливается таким образом, чтобы исключить попадание на нее горюче-смазочных материалов, грязи и забортной воды. Рядом с установкой минерализации должен быть стол с инструментом для вскрытия пакетов и заправки солей в установку. Запас солей минерализации хранится в провизионной кладовой при соответствующей температуре. Ответственность за качество солей несет ст. пом. капитана. Танки питьевой воды не должны иметь соприкосновения с забортной водой и со всех сторон обычно отделяются соответствующими коффердами. Устройства для замера уровня воды в танках должны исключить возможность ее загрязнения. Применение футштоков для замера запрещается. Сроки хранения в танках питьевой и мытьевой воды устанавливаются органами санитарно-эпидемиологической службы и не должны превышать 5-и суток, поэтому необходимо постоянно проводить её кондиционирование (регенерацию) или консервирование.

Минимальный перечень показателей качества воды:

1. Органометрические и физические

- запах, *баллов*;
- привкус, *баллов*;
- цветность, *см*;
- прозрачность, *см*

2. Химические

- железо;
- хлориды;
- нитраты;
- нитриты;
- рН.

3. Бактериологические:

- коли - индекс, коли - титр;
- общее количество бактерий в 1 мл,
микробное число.

Минимальная норма расхода воды на 1 человека в сутки приведена в табл. 1.

Таблица 1.

Минимальная норма расхода воды на 1 человека в сутки

ВОДА	Категория судна		
	1	2	3и4
Питьевая	50	40	30
Мытьевая	100	90	40

Судно 1-ой категории имеет неограниченный район плавания, в том числе в тропической и антарктической зонах.

Судно 2-ой категории имеет ограничения района плавания с удалением от берега не более 100 миль и рейс не более 24 часов.

Судно 3-ей категории ограничивается районом порта и временем от 6 до 24 часов.

Судно 4-ой категории ограничивается районом порта и временем до 6-и часов.

Нормы расхода питьевой и мытьевой воды устанавливаются санитарно-эпидемиологическими службами. На судах расход воды не может быть ниже их. Нормы расхода технической воды разрабатываются судовладельцем исходя из Правил технической эксплуатации судовых механизмов и инструкций завода-строителя с учетом расхода на паровой котел, главные и вспомогательные двигатели, сепараторы и другие механизмы, и оборудование. Нормы расхода воды на технологические нужды разрабатываются санитарными Правилами изготовления пищевых продуктов. Требуемая производительность судовой водоопреснительной установки складывается из суммарной потребности пресной воды судна. Судовой запас пресной воды должен быть не менее чем на 5 суток.

Содержание комплекта солей минерализации на 10 тонн дистиллята:

Комплект 1:

- Натрий сернокислый - 480г

- Магний сернокислый – 406г

Комплект 2

- Кальций хлористый – 1610г

Комплект 3

- Натрий двууглекислый – 1313г

- Натрий фтористый – 18г

12.1 Современные судовые водоопреснительные установки, их классификация

Значение водоопреснительных установок для получения пресной воды с каждым годом растет как на берегу, так и в море. Многие береговые производители пресной воды берут её из скважин и пропускают через водоопреснительную установку мембранного типа. Далее идет доводка ее до заданных параметров, расфасовка по емкостям и поставка потребителям. Часть воды для питьевых целей насыщается углекислым газом. В судовых условиях так же требования к качеству питьевой и мытьевой воды с каждым годом повышаются. Поэтому постоянно увеличивается разнообразие типов водоопреснительных установок в зависимости от назначения воды, технических и экономических возможностей. Основным признаком классификации водоопреснительной установки является способ получения воды, в том числе и вид ее испарения. Испарение может происходить при постоянном давлении (избыточном или вакууме) и при переменном давлении перегретой жидкости. Учитывая это, различают испарители с постоянным давлением - кипящие и расширительные – не кипящие. К испарителям с постоянным давлением относятся так же тонкопленочные испарители, в которых испарение происходит с поверхности тонкой пленки воды, нанесённой на нагревательные трубки. Кипение в пленке при этом не происходит, так как в следствии малой толщины её, паровые пузырьки в ней не образуются, а повышенная температура пленки обеспечивает достаточно интенсивное испарение с ее поверхности. Тонкопленочные испарители характеризуются высоким коэффициентом теплопередачи.

Испарители, в которых пар получается в результате частичного испарения перегретой воды при понижении давления, называются адиабатными, так как испарение в них происходит вследствие адиабатического расширения струи воды, то есть без подвода и отвода тепла в испарительной камере. Испарение воды может происходить при любой температуре существования жидкой ее фазы, если только под поверхностью раздела парциальное давление паров ниже давления насыщения. Такое испарение называется молекулярным. Оно применяется, например, в плавучих аварийных солнечных опреснителях, выполненных в виде прозрачных буйков. Внутри буйка на зачернённой поверхности, нагреваемой солнцем, испаряется морская вода, а пар конденсируется на наружной поверхности. В обычных условиях скорость молекулярного испарения в десять раз ниже, чем при кипении. Основной помехой испарения является воздух, молекулы которого препятствуют отводу частиц пара от поверхности раздела. По мере удаления воздуха скорость испарения увеличивается. Для этого нужно либо откачать воздух, как в вакуумных испарителях, либо увеличивать температуру жидкости до значений, при которых парциальное давление пара равно давлению окружающей среды, и воздух, таким образом, вытесняется паром, как в обычных испарителях избыточного давления.

Существуют испарители, принцип действия которых основан на максимально приближенной конденсации к поверхности испарения на расстоянии до 2-х мм. Они состоят из укрепленных на горизонтальном валу дисков, между которыми расположены охлаждающие пластины. Нижняя часть дисков погружена в нагретую морскую воду. Пар от влажных дисков диффундирует к охлаждающим пластинам и на них конденсируется. Образования накипи на дисках не имеет существенного значения, так как тепло через них не передается.

На рис. 1 представлена классификация судовых опреснительных установок.



Рис. 1 Классификация судовых водоопреснительных установок.

В конце 60-х годов сконструированы и начали применяться гигроскопические испарители, в которых происходит сочетание испарения при низкой температуре с преимуществами без вакуумных испарителей.

В нашей стране и за рубежом в 70-х годах появились предложения об использовании испарителей, в которых морская вода во избежание отложения накипи нагревается с помощью теплоносителя, с которым она не смешивается. Для этого используются органические теплоносители, не реагирующие с водой (парафины, дифенильная смесь и другие). Все типы рассмотренных испарителей характеризуются одним общим признаком - испарителем или нагревателем испаряющей воды посредством промежуточного теплоносителя. По компоновке различают испарители агрегатированные или неагрегатированные (раздельные). В агрегатированных испарителях конденсатор, все насосы и приборы, обслуживающие установку, смонтированы в виде единого агрегата. В неагрегатированных испарителях основные составные элементы установлены раздельно, вплоть до выноса в другое помещение. В 50-х годах для людей, находящихся в экстремальных условиях или в ограниченном пространстве (космический корабль) ученые и инженеры разработали и изготовили водоопреснительную установку без использования тепловой энергии, конденсации пара и химических реагентов. Эти водоопреснительные установки получили название установок мембранного типа с использованием эффекта "обратный осмос". Такие установки впервые для практического использования в нашей стране были изготовлены для работы человека в космосе. В настоящее время они массово устанавливаются на парусных, военных и пассажирских судах.

12.2. Водоопреснительные установки кипящего типа избыточного давления

С развитием морского флота и судовой техники, с повышением давления в парогенераторах и теплонапряженности их деталей появилась необходимость в более качественной питательной котловой воде. Первые испарители для судовых паровых котлов появились в 1884 году. В России их изготавливали на заводе Круга. До 20-х годов прошлого столетия принципиально конструкция и основные параметры не менялись. Эти водоопреснительные установки были испарителями избыточного давления вторичного пара в 1.2 - 1.8 бар. Для рыбопромысловых судов в нашей стране были спроектированы и построены установки моделей ВИ-2, ВИ-3, производительностью дистиллята в 3 и 10 тонн/сутки. Установки представляли собой горизонтальные цилиндры с расположенными внутри красномедными, толстостенными восьмиобразными змеевиками, имеющими

сверху небольшие сухопарники. В дальнейшем их усовершенствовали: корпус расположили вертикально, в сухопарнике установили сепаратор, змеевики выполнили в виде спирали. На большой серии рыбодобывающих и обрабатывающих судов типа БМРТ "Маяковский" (постройки судостроительного завода города Николаева, на ТР типа "Сибирь" постройки судостроительного завода города Ленинграда установлены водоопреснительные отечественные установки модели ИВС-3, производительностью дистиллята 10 т/сутки. Принципиальная схема этих установок изображена на рис. 2.

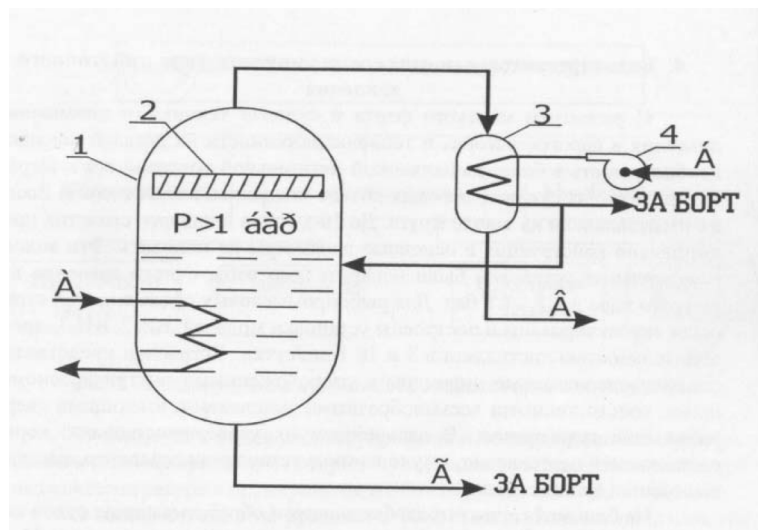


Рис.2 Водоопреснительная установка кипящего типа избыточного давления

1 - Испаритель; 2 - Сепаратор; 3 - Конденсатор; 4 - Насос заборной воды;

А - греющий пар; Б - заборная вода; В - дистиллят; Г - рассол

Недостатки:

- повышенную скорость образования накипи;
- большую трудоемкость эксплуатации;
- большие затраты тепла на получение дистиллята;
- низкое среднесуточное время работы из-за частых чисток змеевика;
- постоянный вахтенный надзор;
- ручная очистка змеевиков и внутренней части;
- высокая себестоимость дистиллята.

Достоинством является:

- простота конструкции;
- малая металлоемкость установки;
- не требует квалифицированного труда;
- коэффициент теплопередачи (К) вдвое выше, чем в других водоопреснительных установках;
- высокий удельный паросъем.

Для получения питьевой и мытьевой воды почти не используются.

Уменьшение коэффициента теплопередачи по мере снижения давления в испарителях отчасти компенсируется увеличением температурного напора между греющим паром и испаряемой водой. В этих испарителях удельный паросъем в 1.5 раза больше, чем в вакуумных, и соответственно в 1.5-2 раза меньше оказывается стоимость самого испарителя. Например, если принять стоимость водоопреснительной установки избыточного давления за 100%, то стоимость вакуумной установки оказывается равной 240 - 250 %, а с учетом стоимости насосов, то и все 300%. Важной характеристикой так же является малая поверхность конденсатора, что значительно снижает габариты и вес. В качестве греющего пара используется свежий пар. При этом в зависимости от его параметров и КПД парового котла выход дистиллята на 1 тонну топлива составляет 6-10 тонн. Использование отработанного пара встречается редко, так как для работы в этих условиях необходима значительно большая поверхность нагрева и снижается производительность установки.

Сепарация пара чаще всего двухступенчатая. Первая ступень - сепаратор горизонтальный жалюзийного типа. Вторая ступень - сепаратор с концентрическими кольцами. Это позволяет держать довольно высокое качество дистиллята (до 10 мг/л), что очень важно для добавочной воды в высоконапряженных водотрубных экранизированных котлах. При обслуживании эти водоопреснительные установки требуют постоянного наблюдения за их работой, так как из-за колебания уровня рассола происходит унос капель пены со вторичным паром, что приводит к мгновенному засолению дистиллята. Из-за высокой тепловой нагрузки на змеевиках быстро нарастает слой накипи. При чередовании нагрева и быстрого заполнения холодной водой накипь трескается и опадает на днищевую часть испарителя. Коническая конструктивная часть днища испарителя и сравнительно большой диаметр трубы нижнего продувания обеспечивает удаление значительной части отвалившейся накипи при продувании. Особенный подвод холодного заполнения "холодный душ" позволяет проводить эту операцию быстро и достаточно эффективно. Продувание таких испарителей не контролируется, что увеличивает расход тепла и интенсивность накипобразования.

12.3 Вакуумные водоопреснительные установки кипящего типа

С продолжением активного развития рыбопромысловых и транспортных судов флота рыбной промышленности страны, энергетических установок и техники в целом основным направлением совершенствования водоопреснительных установок стали поиски режимов, которые бы обеспечивали достаточно малую скорость образования накипи, способов более рационального использования тепла и стабильно качественного дистиллята, увеличения среднесуточной работы. Так появились вакуумные водоопреснительные установки кипящего типа. В них, благодаря низкой температуре кипения (40-55 градусов С) накипи откладывается в сотни раз меньше, а ее химический состав (преимущественно карбонат кальция) позволяет применять для очистки слабые растворы соляной и серной кислоты. Широкое применение на флоте рыбной промышленности получила сульфаминовая кислота. Обычно чистку производили через 3-3.5 тысячи часов работы установки или по техническому состоянию. С точки зрения экономичности вакуумные водоопреснительные установки оказались весьма прогрессивными, так как для них в качестве греющей среды можно использовать отработанный низкотемпературный пар при давлении 0.7-1.4 бар. Благодаря этому на каждую тонну топлива, затраченную на работу установки, можно получить 25-30т дистиллята. При дальнейшем усовершенствовании установок стали использовать пар утилизационного котла и теплоту пресной охлаждающей воды судовой энергетической установки. Рассмотрим на рис. 3 принцип работы типовой вакуумной водоопреснительной установки кипящего типа, получивший в настоящее время широкое распространение.

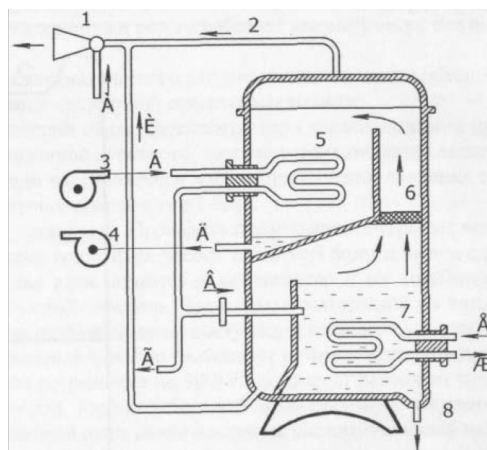


Рис. 3 Водоопреснительная установка кипящего типа:

1 - комбинированный воздушно- рассольный эжектор; 2 - разрезающий трубопровод; 3 - насос забортной воды; 4 - насос дистиллята; 5 - конденсатор; 6 - сепаратор пара; 7 - испаритель; 8 - дренажная система;

А - подвод инжектирующей воды; Б - подвод забортной охл. воды; В - подвод питательной воды; Г - отвод забортной охл. воды; Д - отвод дистиллята; Е - подвод греющей воды; Ж - отвод греющей воды; И - отвод рассола

Водоопреснительная установка включает в себя два теплообменника, которые выполняют функции испарителя (греющая вода) и конденсатора (забортная охлаждающая вода). Греющей водой может быть: пресная охлаждающая вода судовой энергетической установки с температурой входящей в испаритель 80-90 градусов С и выходящей 75-85 градусов С или вода, нагреваемая вторичным паром парового котла или паром утилизационного котла. Обычно конструктивно предусмотрена работа установки во всех вариантах. При работе от пресной охлаждающей воды судовой энергетической установки открыты вентили от нее и закрыты от других рабочих схем. При работе от пара вентили от воды охлаждения закрыты и открываются комплект вентилей нагрева греющей воды в испарителе от пара. Схема работы от пара показана на рис.4.

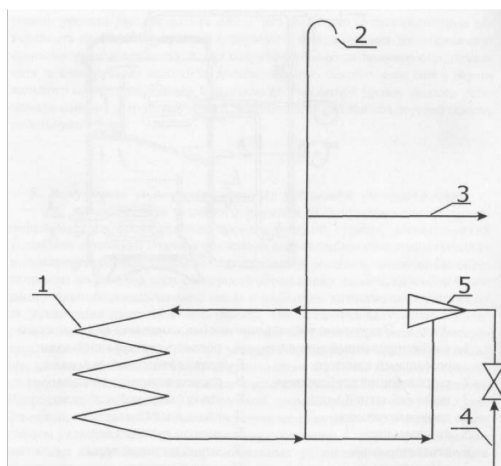


Рис. 4 Схема нагрева греющей воды паром котельной установки:

1 - змеевик испарителя; 2 - вестовая труба; 3 - отвод конденсата в тёплый ящик; 4 - подвод греющего пара; 5- эжекторное сопло.

Греющий пар (4) по паровому трубопроводу поступает к эжекторному соплу (5), которое создает разрежение, засасывая охлажденную греющую воду из змеевика испарителя и уже нагретую в эжекторном сопле греющую воду подает в змеевик. Таким образом создается контур циркуляции. Излишек воды после змеевика испарителя по трубопроводу отводится в тёплый ящик (3). Вестовая труба служит для устойчивой работы контура греющей воды. Практика показывает стабильную работу водоопреснительной установки. Водоопреснительная установка запускается вручную и после выхода на спецификационный режим работает автоматически без постоянного контроля.

Система автоматического регулирования и защиты обеспечивает:

- поддержание постоянной производительности;
- автоматический сброс дистиллята, если солесодержание превышает уровень заданной солености, которая устанавливается за датчиком;
- выключение дистиллятного насоса при падении давления в нагнетательном трубопроводе ниже 1 бара.

Запуск установки. Проверить правильность открытия вентилей на заборной системе воды, пуск насоса заборной воды и вывод системы на режим. Заборная вода подается в конденсатор и на комбинированный воздушно-рассольный эжектор. Часть воды, выходящей из конденсатора по трубе подачи питающей воды, поступает в испаритель и заполняет его. Воздушно-рассольный эжектор отсасывает из конденсатора воздух, создавая в испарителе разрежение до 90-98% и удаляет рассол из переливного кармана испарителя. Расход заборной воды регулируется клапанами на эжекторе и питающей воде. Затем настроить систему греющей воды или от пресной охлаждающей воды энергоустановки, или от пара главного, вспомогательного или утилизационного котла. Начинается подогрев рассола и его испарение. Вторичный пар поступает в конденсатор и конденсируется. При появлении дистиллята в нижней части смотрового стекла конденсатора включить в работу насос дистиллята и при стабильной работе перевести в автоматический режим.

Температуры заборной воды входа и выхода ее из конденсатора, рассола в испарителе, греющей воды на входе и выходе из испарителя, дистиллята контролируются местными и дистанционными термометрами. Имеются также: вакуумметр, соленомер (который воздействует на электромагнитный клапан, направляя дистиллят в танк дистиллята или под поела. Соленомер можно переключать на получение добавочной воды для парогенератора (2,5-10 мг/л) или на питьевую, мытьевую и техническую воду (120-200 мг/л). Как правило, вакуумные водоопреснительные установки кипящего типа конструктивно исполняют испаритель и конденсатор в единой блочной системе. Роль сепараторов для грубой очистки пара от капелек воды выполняют в виде щитов У-образного или лабиринтного профиля. Тонкая очистка завершается в вертикальном жалюзийного типа сепараторе. Благодаря такой системе очистки вторичного пара удастся получить дистиллят, удовлетворяющий самым жестким требованиям к чистоте питательной воды парогенераторов. Сливная труба имеет кожух-отстойник, предотвращающий засорение рассольного трубопровода грязью или частицами накипи. Под действием разности давлений снаружи и внутри труб и температур накипь растрескивается и падает в поддон испарителя. Далее, через дренажную систему продувается за пределы испарителя.

Весьма простой и эффективный метод повышения производительности этих установок с вертикально трубными нагревательными элементами разработал калининградец В.Ф. Коваленко. Сущность метода заключается в интенсификации теплообмена путем подачи

воздуха под нижнюю трубную доску испарителя через распределительные кольца с отверстиями диаметром около 1 мм. Пузырьки играют роль искусственных центров парообразования, благодаря которым улучшается теплопередача и кипение начинается значительно раньше, увеличивается зона кипения и соответственно уменьшается высота экономайзерного участка трубок, где теплопередача наименее интенсивна.

Данный тип водоопреснительных установок сложнее в эксплуатации, несколько дороже оборудование. Достоинством является компактность, простота конструкции, экономичность, при постоянном росте стоимости топлива используется утилизационное тепло, низкая температура кипения рассола, уход от трудоемкого ручного труда при очистке змеевиков испарителя, получение качественного дистиллята или воды на другие нужды.

12.4 Одноступенчатые адиабатные водоопреснительные установки

Адиабатными испарителями называются испарители, в которых пар получается в результате частичного испарения перегретой воды при понижении давления, так как испарение в них происходит в следствии адиабатического расширения струи воды, то есть без подвода и отвода тепла в испарительной камере. Адиабатные водоопреснительные установки подразделяются на проточные и циркуляционные. Циркуляционные установки экономичнее проточных, так как их работа в меньшей степени зависит от температуры заборной воды. Применение адиабатных вакуумных утилизационных водоопреснительных установок на судах флота рыбной промышленности началось с 1962 года установкой их на большой серии крупнотоннажных траулеров типа РТМ "Тропик" и РТМ "Атлантик", построенных на судостроительной верфи в г. Штральзунд, ГДР.

При адиабатном испарении через испаритель проходит относительно большое количество подогретой воды, температура которой в ступени понижается не более, чем на 20 градусов С. Поэтому при одноступенчатом испарении количество подаваемой в испаритель воды в 25-30 раз превышает его производительность. Соответственно из испарителя необходимо откачать большее количество рассола, и если не принять меры по уменьшению потерь тепла с рассолом, то удельный расход тепла оказывается значительно большим, чем в одноступенчатых испарительных установках кипящего типа. Во избежание потерь тепла с рассолом одноступенчатые адиабатные водоопреснительные установки выполняются с рециркуляцией рассола. Тогда они имеют такой же удельный расход тепла, как и кипящие. Для уменьшения удельного расхода тепла испаритель выполняют вакуумным и через него направляют весь поток охлаждающей заборной воды энергетической установки, температура которой понижается при этом в среднем на 10 градусов. Температура в камере испарения и в конденсаторе определяется температурой заборной воды. Производительность установки в большей степени зависит от района нахождения судна (Тропики, умеренные или северные широты). При температуре нагреваемой заборной воды до 50 градусов. С чистку испарителя и систем обычно производят один раз в 1,5-2 года эксплуатации. Схема этих установок показана на рисунке 5.

Расчетное значение температуры в испарителе 36 градусов С. В тропиках она повышается до 40-43 градусов С, а в умеренных широтах понижается до 35-36 градусов С. Поэтому производительность водоопреснительной установки судов типа РТМ «Тропик», достигаемая при различных вариантах подключения источника тепла и воды при полной нагрузке двигателей различна.

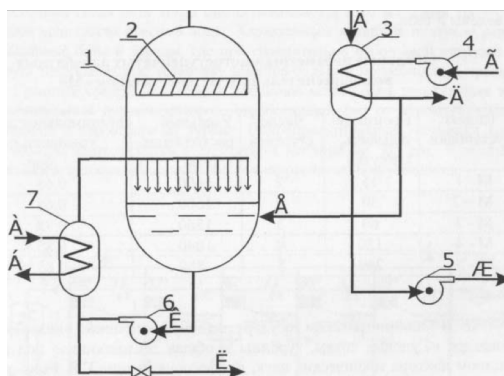


Рис. 5 Принципиальная схема одноступенчатой адиабатной водоопреснительной установки:

1 - камера испарения; 2 - сухопарник; 3 - конденсатор; 4 - насос забортной воды; 5 – насос дистиллята; 6 - насос рассола; 7 - подогреватель

А - подвод греющего пара; Б - отвод конденсата; В - подвод вторичного пара; Г - забортная вода; Д - отвод забортной воды; Е - подвод забортной воды; Ж - отвод дистиллята; Л - отвод рассола за борт.

Производительность адиабатных водоопреснительных установок зависит от двух факторов.

- от разницы температур питательной воды на входе в опреснитель и на выходе из него;
- от количества прокачиваемой воды через опреснитель.

Изменяя регулирующим клапаном количество пропускаемого рассола, можно независимо от температуры забортной воды добиться постоянной температуры перед водоводяными холодильниками в пределах 32-34 градуса С, при которой заводом-изготовителем еще гарантируется надежное охлаждение двигателей. Рециркуляция рассола позволяет уменьшить количества воды, подаваемой в систему охлаждения, и таким образом улучшить условия работы воздухоохладителя и уменьшить накипеобразование. Преимущества этой схемы реализуется тем полнее, чем ниже температура забортной воды. При плавании в тропиках клапан рециркуляции должен быть полностью закрыт. Эта схема позволяет максимально увеличить производительность водоопреснителя и при подаче к нему воды от судовой электростанции. Работа водоопреснителя в этом режиме более стабильна, чем при подаче воды от главных двигателей, работающих на промысле с частыми и резкими изменениями нагрузки. При работе трех дизель-генераторов с охлаждением циркулирующим рассолом по этой схеме можно также без парового подогрева получить 9-10 т пресной воды в сутки. Такая схема реализована на РТМ «Кассиопея», «Козерог» и других судах. Другим вариантом модернизации является замена существующего рассольного насоса на насос производительностью 70-80 м³/час. Это позволяет пропустить через водоопреснитель воду от всех работающих двигателей и таким образом повысить производительность, но при этом необходимо вдвое увеличить и число отверстий в расширительном кольце опреснителя. Сочетание этих мер позволяет получить паспортную производительность водоопреснительной установки, даже не прибегая к паровому подогреву морской воды. В результате удастся не только уменьшить расход топлива на судне, но и продлить срок службы парового котла. На рыбопромысловых судах часто применяют метод использования вторичного пара РМУ (рыбомучной установки) для экономии топлива и повышения эффективности водоопреснительной установки:

- на подогрев питающей воды опреснителя, при работе РМУ, через установленную перемычку вторичный пар пускают от РМУ вместо пара парового котла;

- перед опреснителем устанавливают дополнительный подогреватель заборной воды после судовых двигателей.

Этот метод используется при одновременной подаче воды на опреснитель от главного и вспомогательных двигателей. Это позволяет повысить производительность водоопреснительной установки при переменных нагрузках в судовой силовой установке в режиме промысла.

К достоинствам относятся:

- возможность утилизации тепла всей судовой энергетической установки;
- небольшие габариты установки;
- устойчивая работа при переменных режимах;
- малая вероятность засоления рассолом;
- хорошая теплопередача;
- работа установки в автоматическом режиме (без постоянного наблюдения)

К недостаткам относятся:

- большой расход тепла из-за больших потерь составляет около 1300 ккал/кг, то есть в два раза больше, чем в утилизационных опреснительных установках обычной схемы;
- сложная схема регулирования уровня дистиллята и рассола в испарителе;
- достаточно большой расход электрической мощности.

12.5 Многоступенчатая адиабатная водоопреснительная установка

Многоступенчатые адиабатные водоопреснительные установки являются последним типом водоопреснительных установок, устанавливаемых на российских судах рыбопромыслового флота прошлого столетия. Такая многоступенчатая адиабатная установка функционирует на рыбопромысловой базе «Восток» модели «М 5», советского производства, производительностью 240 т/сутки. Во время ее эксплуатации экипаж судна при тех же параметрах греющего пара и, не снижая качества дистиллята, добился производительности на промысле до 300 т/сутки. Основные параметры многоступенчатых адиабатных водоопреснительных установок серии «М» приведены в табл. 2.

Основные параметры многоступенчатых адиабатных водоопреснительных установок серии «М»

Табл. 2

Индекс установки	Производительность, т/сутки	Число ступеней	Удельный расход тепла, кДж/кг	Минимальное давление греющего пара, бар
М- 1	15	2	1600	0.65
М - 2	30	3	1600	0.65
М-3	60	3	1260	0.75
М - 4	120	4	1040	0.85
М- 5	240	5	880	0.85

В Калининградском государственном техническом университете на кафедре «Судовые котлы, турбины и общая теплотехника» под руководством доктора технических наук, профессора Лукина Г.Я. была разработана установка производительностью 25 т/сутки модели «6А-25-ОМ4». В дальнейшем на этой же кафедре для плавучих баз и транспортных рефрижераторов была разработана шестиступенчатая адиабатная водоопреснительная установка модели «6А-63», производительностью 63 т/сутки и модели «6МП-50», производительностью 50 т/сутки, которую установили на плавучей рыбоперерабатывающей базе «Ленинский путь». Ее основные параметры приведены в табл. 3.

Основные технико-экономические параметры многоступенчатой адиабатной водоопреснительной установки модели «6МП-50»

Табл. 3

Наименование показателя	Количество	Размерность
Производительность	50.0	т/сутки
Расход пара при давлении = 0.6 МПа	500.0	кг/час
Общее солесодержание не более	0.005	кг/м куб.
Масса	3300.0	кг
Температура питательной воды 1 ступени	80-85	град. С
Вакуум 1 -4 ступени	45-94	%
Габариты: Б x В x Н	2.00x1.52x2.28	м

Появление многоступенчатых адиабатных водоопреснительных установок вызвано главным образом экономическими соображениями, так как они имеют наиболее высокий коэффициент полезного использования тепла. Эти установки особенно актуальны в тех случаях, когда используется дорогой источник тепла (или когда оно ограничено) и в то же время требуется большое количество пресной воды. Характерным являются плавучие рыбопромысловые базы и заводы, где при сравнительно небольшой нагрузке на судовую энергетическую установку имеется большая потребность в пресной воде. Греем средой для данных установок может быть пар главных или вспомогательных парогенераторов, отработанный пар от вспомогательных механизмов и пар отбора от турбин. Водоопреснительные установки этого типа обычно изготавливаются в агрегатном исполнении. На рис. 6 показана схема многоступенчатой адиабатной водоопреснительной установки.

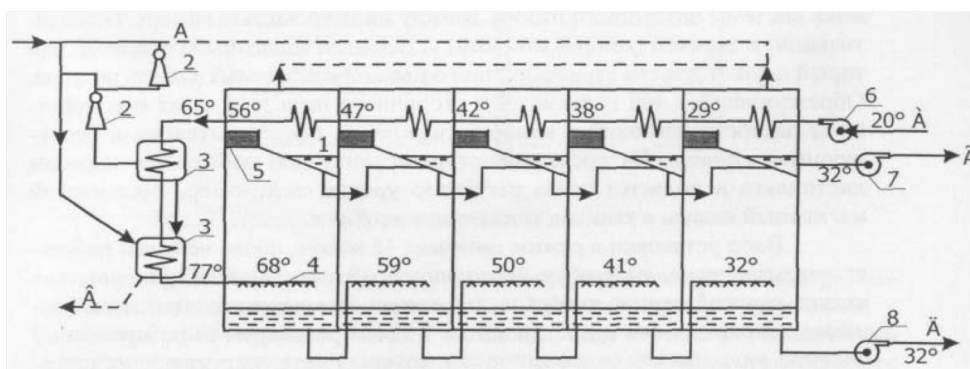


Рис.6. Адиабатная многоступенчатая водоопреснительная установка:

1. конденсатор; 2. эжектор; 3. паровой подогреватель; 4. испаритель; 5. сепаратор; 6. насос заборной воды; 7. насос дистиллята; 8. насос рассола;

А. Заборная вода; Б. греющий пар; В. конденсат; Г. дистиллят; Д. рассол.

Принцип действия установки. Насос заборной воды берет воду из-за борта и через фильтры и расходомер подает ее в каскадные конденсаторы. В конденсаторах температура заборной воды постепенно повышается в результате передачи ей тепла конденсирующего вторичного пара. Дальнейший нагрев заборной воды происходит в эжекторах и паровых подогревателях, на выходе вода оказывается перегретой по отношению к температуре насыщения, соответствующей давлению в первой камере испарения. В результате этого перегрева определенная часть воды в первой ступени вскипает, затем такой же процесс повторяется в последующих ступенях, так как давление в каждой из них ниже, чем в предыдущей. Расчетная температура за подогревателем принята равной 77 градусов С. В каждой ступени заборная вода охлаждается на 9 градусов и отсасывается из последней ступени насосом рассола при температуре 32 градуса, С. Температура заборной воды за подогревателем автоматически поддерживается на заданном уровне температурным регулятором. Для поддержания в камерах вакуума воздух из них отсасывается двухступенчатым пароструйным эжектором. Соблюдение необходимого перепада давления по ступеням достигается подбором дроссельных шайб, устанавливаемых на ответвлениях системы воздушного отсоса. Между нижней частью камеры (испарительной) и верхней (конденсаторной) установлен жалюзный сепаратор, который служит для очистки вторичного пара от увлекаемых капель рассола. Образовавшийся при конденсации вторичного пара дистиллят под действием разности давлений в камерах перетекает последовательно в последующую ступень. Из последней ступени дистиллят забирается насосом дистиллята и подается через регулятор уровня, соленомер, 3-х ходовой магнитный клапан в танк дистиллята или на сброс. Ввод установки в режим занимает 45 минут, после чего она работает автоматически, не требуя постоянного обслуживания. Периодическая чистка теплообменных поверхностей конденсаторов и подогревателей занимает около 5 часов и производится 5 %-ым раствором ингибированной соляной кислоты или сульфаминовой, который циркулирует по замкнутому тракту заборной воды установки с помощью специального насоса для химической очистки. В установке предусмотрена также возможность рециркуляции рассола для уменьшения зависимости экономичности от изменения температуры заборной воды.

Многоступенчатые адиабатные водоопреснительные установки имеют следующие преимущества:

- малая чувствительность к изменению параметров греющего пара;
- способность к саморегулированию;
- простота и удобство обслуживания (полная автоматизация);
- невысокое отложение накипи (период между чистками более 2000 часов);
- полученная вода годна на все нужды, в том числе и на приготовление питьевой воды.

Существенных недостатков этот тип установок практически не имеет.

12.6. Водоопреснительная установка мембранного типа

Водоопреснительная установка мембранного типа с использованием эффекта «обратный осмос» является «ноу хау» в современной технологии и технике получения высокого качества и количества пресной воды. Получать качественную пресную воду можно из любой воды: как морской, так и из солоноватой, пресной и даже городских стоков. Принцип обратного осмоса хорошо изучен в физике и показан на рис. 7.

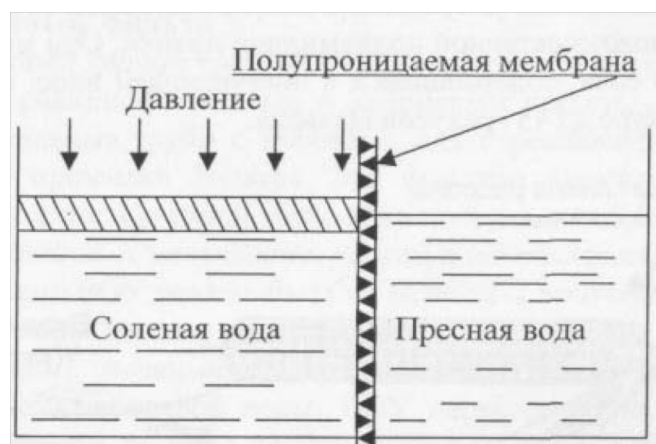


Рис. 7 Принцип обратного осмоса.

Принцип осмоса заключается в том, что, когда два соленых раствора разной концентрации разделены полупроницаемой мембраной, естественный принцип осмоса позволит воде с низким химическим потенциалом спонтанно переходить из менее концентрированного раствора в более концентрированный раствор. Этот процесс будет продолжаться до тех пор, пока концентрация соли с обеих сторон мембраны будет совершенно одинаковой. Если внешнее давление, которое больше осмотического давления, действует на более концентрированный раствор, процесс становится обратным и создает так называемый реверсивный осмотический диномен или обратный осмос. Этот процесс может быть использован для удаления соли и других загрязняющих субстанций, растворенных в водном растворе. В зависимости от осмотического давления раствора, подвергающегося обработке, внешнее давление на систему может меняться от 14 бар (соленоватая вода) и выше в зависимости от солености воды. При обычной солености морей и океанов применяют давление порядка 60 - 80 бар. В морских водоопреснительных установках применяют давление 60 -70 бар, которое действует на определенное количество морской воды во взаимодействии с осмотической мембраной.

В мембрану входит один поток - морская вода. На выходе из мембраны возникают два разных выходящих потока: 1-ый, так называемый «рассол» или концентрат, имеющий очень высокую соленость, удаляется за борт, второй - состоит практически из чистой воды и составляет конечный полезный продукт.

Полупроницаемые мембраны

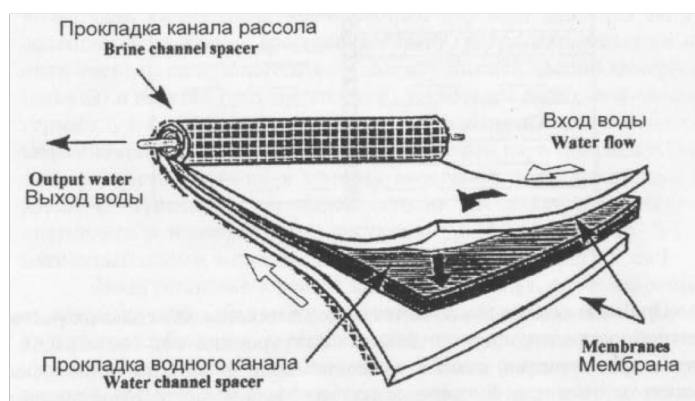


Рис.8. Устройство мембраны

Полупроницаемые мембраны представляют собой поколение осмотических мембран, результат современных достижений науки и опыта последних лет, поэтому эти мембраны высоконадежны и рассчитаны на длительный срок службы (в среднем 5 лет). Мембрана состоит из спирально изогнутой сложносоставной полиамидной пленки. Она может задерживать около 99,1% соли, содержащейся в поступающей воде, и может работать при температуре до 45 градусов Цельсия.

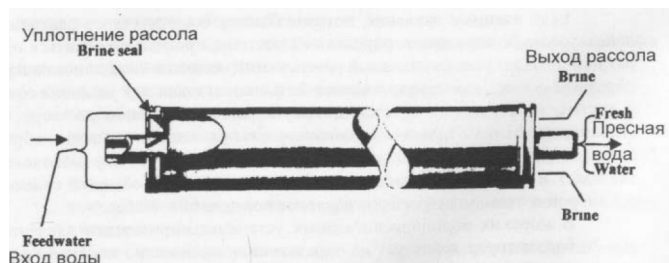


Рис.9. Внешний вид мембраны в сборе

Бустерный насос

Бустерный насос предназначен для подачи воды, из которой необходимо получить пресную очищенную воду в водоопреснительную установку. Для этой цели в судовых ВОУ чаще всего используют динамические насосы центробежного типа. Производительность насоса выбирается в 2 - 3 раза больше производительности по пресной воде. Напор берется 1.5 - 2.5 бар. Бустерный насос берет воду из-за борта через кингстон, сетчатый фильтр и подает её в песочный и далее в картриджный фильтры.

Песочный фильтр

Песочный фильтр состоит из толстостенного сосуда (баллона), заполненного гравийной постелью и кварцевым песком. С торца баллона подводятся водяные трубы с пробками для переключения на различные системы при промывке фильтра. Эти фильтры идеальны для удаления мельчайших частиц. По одной трубе вода поступает от бустерного насоса в фильтр. Очищается от мельчайших частиц и направляется к второй стадии очистки. В схеме ВОУ должно быть не менее 2-х песочных фильтров. При перепаде давления входа в фильтр и выхода из фильтра на 0.3 бара или выше необходимо песчаный фильтр промыть. Промывка производится обратным потоком забортной воды. ВОУ переводится на второй чистый фильтр. На грязном фильтре пробки переводятся в обратном порядке, то есть пробка выхода воды из фильтра становится подачей воды в фильтр, а пробка подачи воды в фильтр переводится на отвод за борт. Обратный поток воды промывает минут 30 -40 наполнитель фильтра. Вся скопившаяся грязь удаляется за борт. Пробки переводятся в исходное положение и песочный фильтр готов к дальнейшей работе.

Картриджный фильтр

Картриджный фильтр предназначен для более глубокой очистки забортной воды. В корпусе фильтра устанавливаются несколько картриджей. Картридж изготовлен из закрученных полипропиленовых картриджей. При падении давления до и после фильтра воды на 0.3 бара или более картриджи подлежат замене на новые. Степень очистки этих фильтров достигает от 5-и до 1-го микрона в зависимости от требования данной ВОУ. Этот фильтр важен тем, что уменьшает индекс содержания 8.О.1. и повышает прозрачность воды.

Насос высокого давления

Насос высокого давления предназначен для поднятия напора воды до рабочего, то есть до 60 - 70 бар для устойчивой и качественной работы ВОУ. Насос берет воду после картриджного фильтра и подает в диафрагму. Обычно это объемный насос поршневого или плунжерного типа пригодного для работы с морской водой.

Пульт управления

Пульт управления предназначен для пуска и остановки ВОУ, настраивания и регулирования, контроля её работы и параметров, проверку количества и качества пресной воды. На пульте имеются: расходомеры пресной и заборной воды, манометры, контроль солености и качества воды, защита при превышении давления воды, регулятор давления и т.д.

12.7. Принципиальная схема водоопреснительной установки



Рис.10. Схема водоопреснительной установки

Водоопреснительные установки мембранного типа выпускаются большим количеством фирм из стандартных элементов, что позволяет монтировать установки любой производительности в любой компоновке. На рис. 11 показана компоновка водоопреснительных установок производства Германии, город Гамбург, фирмы «ROCHEM» типов «РОРО 204», «РОРО 1530» и «РОРО 3550» для различной производительности получения пресной воды. Фирма выпускает более 20-и компоновок различных по производительности и по размещению агрегатов.

Системы водоопреснительных установок мембранного типа фирмы «ROCHEM»

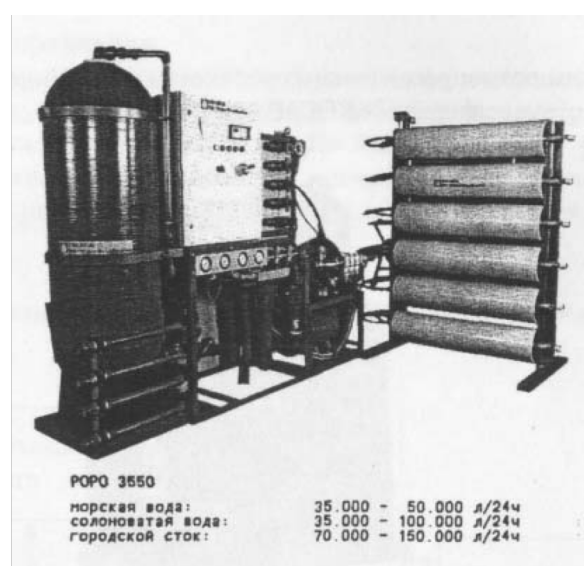
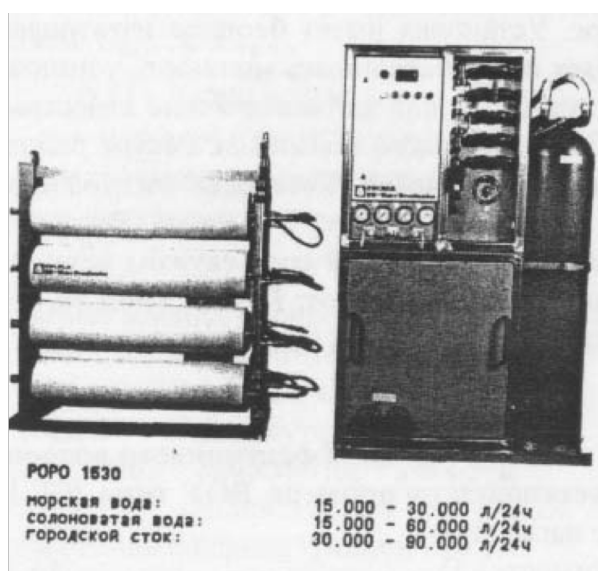


Рис. 11. Водоопреснительные установки фирмы «ROCHEM».

Наибольшего успеха в производстве водоопреснительных установок мембранного типа в России добился АО «Пролетарский завод» г. Санкт- Петербург. Установка имеет блочное изготовление оборудования, которое позволяет легко наращивать мощность установки. В конструкции установки заложены высокие эргономические качества и простота обслуживания для обслуживающего персонала. Ресурс работы мембраны до её замены не менее 45000 часов. Установка изготовлена в соответствии с ГОСТ 2874- 82. Гарантийный срок 24 месяца. Ресурс установки до капитального ремонта 15 лет. Полный срок службы установки 25 лет.

Выпускаются следующие типы установок: ПРО-5, ПРО-20, ПРО-100, соответственно производительностью 5, 20, и 100 м³/сутки.

12.8 Схема судовой водоопреснительной установки на УПС «Крузенштерн».

На УПС «Крузенштерн» в 2000 году была установлена мембранная водоопреснительная установка типа 8\У 1000 перед выходом на Трансатлантическую регату «Миллениум». В результате получили достаточное количество пресной качественной воды и смогли четыре водяных танка переоборудовать под другие нужды судна (учебный класс, спортивный зал и т.д.). В 2002 году была установлена вторая водоопреснительная установка аналогичного типа 8\У 1000, что позволило обеспечить выше комфортность и надежность в обеспечении пресной водой. На рис. 12 показана данная схема водоопреснительной установки.

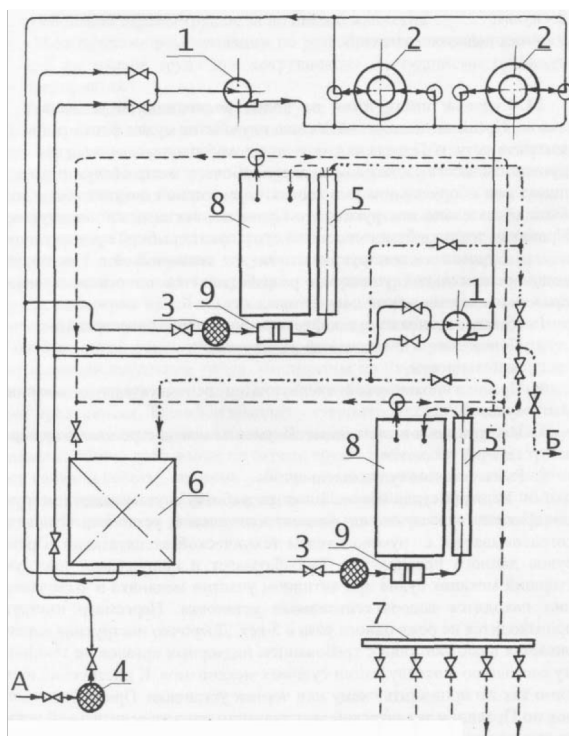


Рис. 12. Схема судовой водоопреснительной установки.

1 - бустерный насос; 2 - фильтр песчаный; 3 - фильтр картриджный; 4 - фильтр сетчатый; 5 - диафрагма; 6 - бак промывочный; 7 - коллектор водяной; 8 - пульт; 9-насос высокого давления

А-прием забортной воды; Б- удаление рассола за борт

Принцип работы установки. Бустерный насос (1) берет забортную воду из кингстона, через сетчатый фильтр (4) и подает к песчаному и картриджному фильтрам. Далее вода

насосом высокого давления подается под давлением около 70 бар в диафрагму, где она разделяется на пресную и рассол. Рассол удаляется за борт. Пресная вода поступает в блок пульта управления и проходит через расходомер, соленомер, автоматический магнитный клапан, работающий от импульса соленомера. От магнитного клапана вода, если соответствует норме, идет в танк пресной воды. Если вода не соответствует норме, то направляется в систему рассола и за борт. В систему включен бак промывочной воды (6). Периодически, по мере засаливания мембраны (5), система промывается специальным моющим раствором, растворенным в промывочном баке (6) посредством циркуляции. После промывки водоопреснительная установка вводится снова в работу. На пульте (8) выведены все сигналы контроля работы установки. Если имеется дистанционный пульт, то все сигналы так же имеются на нем. Согласно положений Устава службы на судах флота рыбной промышленности и Положения о технической эксплуатации судов рыбной промышленности на каждом судне у рабочего места обслуживания механизма или оборудования и в папках нормативной документации должны быть обязательно инструкции по Правилам технической эксплуатации и Правилам техники безопасности на судах флота рыбной промышленности.

Судовая инструкция по технической эксплуатации водоопреснительной установки разрабатывается на основе следующих правовых и нормативных документов:

1. Устава службы на судах флота рыбной промышленности.
2. Положения о технической эксплуатации судов флота рыбной промышленности.
3. Правила технической эксплуатации вспомогательных механизмов судов ФРП.
4. Инструкции и нормативные документы завода-строителя водоопреснительной установки.
5. Распоряжения судовладельца

Капитан судна обеспечивает разработку и утверждает инструкцию по правилам эксплуатации водоопреснительной установки. Инструкция согласовывается с руководителем технической эксплуатации и ремонта судов данного предприятия. Разрабатывает и подписывает инструкцию старший механик судна при активном участии механика в чьем заведовании находится водоопреснительная установка. Пересмотр инструкции производится не реже одного раза в 5 лет. Досрочно инструкция пересматривается в соответствии с требованием надзорных органов по техническому состоянию и эксплуатации судовых механизмов. К инструкции необходимо так же приложить схему или чертеж установки. Примерная инструкция по Правилам технической эксплуатации водоопреснительной установки вместе со схемой показана в приложении 1.

ИНСТРУКЦИЯ» 17

по обслуживанию водоопреснительной установки «SW-1000»

Подготовка к работе.

1. К обслуживанию ВОУ допускаются лица изучившие устройство ВОУ, правила ее обслуживания, имеющие действующий квалификационный документ и прошедшие инструктаж по ОТиТБ.
2. Помещение ВОУ и ВОУ всегда следует держать в чистоте (в соответствии с требованиями портовой СЭС и полной готовности к работе).
3. Необходимо проверить все фланцевые соединения на предмет герметичности.
4. Произвести наружный осмотр всей установки, обнаруженные замечания устранить.
5. Проверить состояние сопротивление изоляции электрооборудования (должно быть не менее 0.5 Мом) и иметь надежное заземление.
6. Проверить наличие и качество смазочного масла в насосе высокого давления (НВД).
7. Бустерные насосы должны быть залиты заборной водой. 3. Проверить состояние КИП (контрольно-измерительных приборов). 9. Проверить правильность открытия клапанов в системах.

Пуск.

1. Регулятор давления на насосе высокого давления привести в положение «полностью открыто», т.е. повернуть против часовой стрелки до конца, но не зажимать.
2. Включить электропитание на ВОУ (загорятся 3 красные лампочки).
3. Кнопкой «СТАРТ» запустить установку (загорятся зеленая лампочка)
4. Запустить бустерный насос (низкого давления), на манометре перед фильтром должно быть давление около 1 бара.
5. Запустить насос высокого давления (НВД) и осмотреть установку.
6. Медленно, поворачивая регулятор высокого давления по часовой стрелке довести давление до рабочего 50 - 60 бар.

7. Установка вышла в режим работы, проверить ее работу.

Обслуживание во время работы.

1. Контролировать качество получаемой воды по: солесодержанию, помутнению и т.д.
2. Контроль состояния песочного фильтра (приблизительно промывка производится один раз в 7-10 дней)
3. Контроль состояния картриджного фильтра (замена при падении давления до 0.5 бара).
4. Контроль качества смазочного масла насоса высокого давления (замена масла через 500 часов работы).
5. Контроль производительности по пресной воде (при падении производительности на 15-20% по сравнению с рабочей выполнить циркуляционную промывку кислотнo-щелoчным раствором в течении 15-20 минут).
6. Ежесуточно впрыскивать 2-3 капли смазочного масла в каждое смазочное отверстие в головке цилиндра насоса.
7. Производить осмотр работы установки.
8. Производить записи в журнале работы водоопреснительной установки.

Остановка.

1. Наполнить цистерну обмыва чистой водой.
2. Перед остановкой произвести обратный обмыв мембран чистой водой, переведя работу установки в циркуляционный режим через бак обмыва.
3. По окончании промывки мембраны перевести работу установки за борт.
4. Регулятором высокого давления (против часовой стрелки) снять давление.
5. Остановить насосы высокого давления и бустерный.
6. Выключить водоопреснительную установку и снять с нее электропитание.
7. Произвести внешний осмотр установки и уборку помещения.

Судовая инструкция по охране труда при эксплуатации водоопреснительной установки разрабатывается на основе следующих правовых и нормативных документов:

1. Трудовой кодекс Российской Федерации.
2. Постановление №80 от 17 декабря 2002 года Министерства труда и социального развития Российской Федерации «Об утверждении методических рекомендаций по разработке государственных нормативных требований охраны труда», за подписью министра.
3. «Методические рекомендации по разработке и утверждению инструкций по охране труда для сотрудников», за подписью руководителя предприятия.
4. Типовая инструкция по охране труда.
5. Инструкции завода-изготовителя по водоопреснительной установке.

Руководитель предприятия обеспечивает разработку и утверждение инструкций по охране труда. Инструкция утверждается так же председателем профсоюзного комитета и согласовывается инженером по охране труда предприятия. Инструкция разрабатывается капитаном и старшим механиком судна. Пересмотр инструкций должен производиться не реже одного раза в 5 лет. Досрочно документы перерабатываются при пересмотре отраслевых и типовых инструкций по охране труда, изменений условий труда, внедрения новой техники, приборов или рационализации и модернизаций, по результатам анализа материалов расследования аварии или несчастного случая, по требованию представителей органов по труду или федеральной инспекции труда. Инструкция по охране труда на судне вывешивается на рабочем месте. Второй экземпляр находится в администрации предприятия. Третий экземпляр у старшего механика и четвертый экземпляр у старшего пом. капитана. В инструкцию рекомендуется включать разделы: общие требования по охране труда, требования охраны труда перед началом работы, во время работы, по окончанию работы и требования охраны труда в аварийных ситуациях. Примерная инструкция по охране труда при работе на водоопреснительной установке показана в Приложении 2.

«УТВЕРЖДАЮ» Председатель профкома АО «КОН» (Подпись) О.Л.Ефремов «28» сентября 2004 года	Приложение 2 «УТВЕРЖДАЮ» Директор АО «КОН» (Подпись) П.О.Ким «29» сентября 2004 г.
ИНСТРУКЦИЯ № 14 по охране труда и технике безопасности при обслуживании водоопреснительной установки	

1. Общие требования

1.1. К работе на водоопреснительной установке допускаются лица, прошедшие инструктаж по ОТиТБ и допущенные к работе, годные по состоянию здоровья, имеющих свидетельство прохождения обучения на курсах портовой санитарно-эпидемиологической службы, имеющих действующие профессиональные документы.

1.2. Разрешается работать только в установленной и исправной спецодежде и обуви.

1.3. Освещение должно соответствовать санитарным нормам для работы в машинном отделении.

1.4. Вентиляция должна соответствовать санитарным нормам для помещения водоопреснительной установки.

1.5. Механическое и электрическое оборудование должно быть чистым, исправным и соответствовать требованиям классификационного общества.

1.6. Рабочее место должно быть сухим и чистым.

2. Перед началом работы.

2.1. Произвести осмотр водоопреснительной установки и контрольно-измерительных приборов, убедиться в отсутствии посторонних предметов и утечек воды.

2.2. Проконтролировать наличие и качество смазочного масла в картере насоса высокого давления.

2.3. Проверить заземление электрического оборудования и сопротивление изоляции. Оно должно быть не менее 0.5 мОМ.

2.4. Кожуха муфт насосов должны быть на месте.

3. Во время работы.

3.1. Не производите никаких ремонтных работ с движущимися частями механизмов.

3.2. Немедленно устраняйте пропуски и утечки обнаруженной воды.

3.3. Во избежание гидравлических ударов и поломок не открывайте резко вентили и пробки на системах.

3.4. Во время работы не отвлекайтесь посторонней работой и разговорами.

3.5. Не производите никаких ремонтных работ с сосудами под давлением.

3.6. При обжатии фланцев или трубок под давлением пользуйтесь защитными очками.

4. По окончании работы.

4.1. Произвести осмотр водопреснительной установки и ее помещения.

4.2. Навести чистоту.

4.3. Перед уходом выключить освещение в помещении водопреснительной установки.

5. В аварийных ситуациях.

5.1. При обнаружении какой-либо неисправности или отклонения параметра немедленно доложите вахтенному механику или вахтенному помощнику капитана.

5.2. При обнаружении аварийного состояния какого-либо узла или агрегата водопреснительной установки немедленно остановите установку и доложите вахтенному механику или вахтенному помощнику капитана.

5.3. В случае недомогания, заболевания или несчастного случая доложите вахтенному механику или вахтенному помощнику капитана и обратитесь в медпункт или за медицинской помощью к лицу, ответственному за оказание медицинской помощи.

Соблюдение Правил ОТиТБ является необходимым условием предупреждения травматизма.

Лица, нарушившие Правила ОТиТБ, согласно законов Российской Федерации привлекаются к административной, материальной и уголовной ответственности.

Капитан т/х «Балтика» (Подпись)

Смолин ОК

Никифоров И П

Старший механик т/х «Балтика» (Подпись)

«СОГЛАСОВАНО» Инженер по ОТиТБ АО «КОН» (Подпись) Гофман ЛМ

12.9. Расчет экономической эффективности водопреснительной установки на примере ВОУ типа SW 100

Основные параметры:

1. Производительность - D	16.5 т/сутки
2. Количество суток работы в течении года – n	220 суток
3. Стоимость ВОУ – K	24700 у.е.
4. Потребляемая мощность ВОУ – N	7/5 кВт

Годовой экономический эффект рассчитывается по формуле

$$\mathcal{E} = (C_1 + (C_2 + E_n \times K_{уд})) \times A,$$

где C_1 - себестоимость покупной пресной воды, у.е./тонна;

C_2 - себестоимость опресненной воды, у.е./тонна;

E_n - нормативный коэффициент капитальных вложений;

$K_{уд}$ - удельное капиталовложение;

A - количество опресненной воды за год, т/год;

C_1 - определяется как среднее значение по основным мировым портам или конкретно по основным портам захода судна.

C_2 - себестоимость опресненной воды на судне определяется по формуле

$$C_2 = (C_{ам.о} + C_{т.р.н.о} + C_{э.э}) / A$$

где $C_{ам.о}$ - норма амортизационных отчислений на текущий ремонт и обслуживание, у.е.;

$C_{т.р.н.о}$ - норма отчислений на текущий ремонт и обслуживание, у.е.;

$C_{э.э}$ - стоимость электрической энергии, потребляемой установкой, у.е.;

Определяем количество опресненной воды за год – A

$$A = D \times n = 16.5 \times 220 = 3630 \text{ т/сутки}$$

Из нормативных документов по амортизации и отчислениям на обслуживание и ремонт от капитальных вложений «К» составляет:

$$C_{\text{ам.о}} = 0.13 K$$

$$C_{\text{т.р.н.о}} = 0.09 K,$$

где К – стоимость водоопреснителя в у.е.; Для данного расчета К = 24700 у.е.

Определяем $C_{\text{ам.о}}$ и $C_{\text{т.р.н.о}}$

$$C_{\text{ам.о}} = 0.13 \times 24700 = 3211 \text{ у.е.}$$

$$C_{\text{т.р.н.о}} = 0.09 \times 24700 = 2223 \text{ у.е.}$$

Определяем стоимость электрической энергии и количество топлива (В), тратящегося на его получение

$$B = N_y \times q_e,$$

где N_y – потребляемая мощность опреснителя (из паспорта установки);

q_e – удельный расход топлива двигателя судовой электростанции;

$$B = 7.5 \times 0.218 = 1.6 \text{ кг/час или}$$

$$\text{в сутки} - 1.6 \times 24 = 39.2 \text{ кг/сутки или}$$

$$\text{в год} - 39.2 \times 365 = 8600 \text{ кг/год} = 8.6 \text{ т/год}$$

Стоимость тонны топлива берем (по данной средней стоимости мировых портов на данный период) равной 220 у.е..

Стоимость электрической судовой энергии ($C_{э.э}$) будет

$$C_{э.э} = 220 \text{ у.е./т} \times 8.6 \text{ т} = 1892 \text{ у.е.}$$

Определяем стоимость одной тонны, покупаемой в порту воды – $C_{\text{в.п.}}$

$C_{\text{в.п.}}$ берем равной 6 у.е. (по средней стоимости пресной воды в портах для бункеровки на суда).

Определяем себестоимость одной тонны воды, полученной в судовой водоопреснительной установке

$$C_2 = (3211 + 2223 + 1634) / 3630 = 1.94 \text{ у.е./т.}$$

Определяем удельные капиталовложения ($K_{\text{уд.}}$)

$$K_{\text{уд.}} = K : A = 24700 : 3630 = 6.80 \text{ у.е./т}$$

Определяем годовой экономический эффект «Э₁» водоопреснительной установки.

$$\text{Э}_1 = (6 - (1.9 + 0.15 \times 6.80)) \times 3630 = 11180 \text{ у.е./год}$$

Учитывая стоимость мембранных модулей «С_м» (при условии их замены каждые 4 года) равной 6100 у.е., то годовая стоимость «С_{м.г.}» будет равна $6100 : 4 = 1525 \text{ у.е./год}$

Определяем реальный годовой экономический эффект

$$\text{Э} = \text{Э}_1 - C_{\text{с.г.}} = 11180 - 1525 = 9655 \text{ у.е./год}$$

Определяем срок окупаемости водоопреснительной установки

$$O = K / \text{Э} = 24700 : 9655 = 2.55 \text{ года.}$$

Вывод: При установке водоопреснительной установки типа SW 1000 на УПС «Крузенштерн» получаем:

1. Стоимость получаемой воды равной 1.94 у.е., что в 3.1 раза ниже средней стоимости воды в портах захода судна.
2. Срок окупаемости водоопреснительной установки 2.55 года.
3. Получаемая вода по качеству лучше, т. к. используется без хранения ее на судне и без доставки, как при получении с берега.

