

Краткий конспект лекций
«Основы эксплуатации судовых технических средств и конструкций»
26.04.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов
морской инфраструктуры (МЗКСР)

Судовые вспомогательные механизмы предназначены для обеспечения нормальной технической эксплуатации судовых установок и систем и являются их составной частью. От этих механизмов и систем зависят технико-эксплуатационные качества судна, безопасность его плавания и надежность обслуживания главной энергетической установки.

Цель изучения курса – дать студентом теоретическую подготовку для технически грамотной и эффективной эксплуатации современных судовых вспомогательных механизмов, установок и систем, выбора оптимальных режимов их работы в конкретных условиях эксплуатации судна, а также решения вопросов, связанных с их работой, ремонтом и модернизацией. Программа построена так, что по мере изучения отдельных разделов студенты предоставляется возможность решать ситуационные задачи, которые требуют мобилизации знаний и умений, приобретенных не только в данной дисциплине, но и в смежных специальных дисциплинах.

Раздел 1. СУДОВЫЕ ВОДООПРЕСНИТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

Устройство судовой водоопреснительной установки

Наиболее распространенным способом получения пресной воды на судах является способ выпаривания (дистилляция), который заключается в следующем. Морская вода нагревается до температуры кипения. При кипении в парообразное состояние переходят только молекулы воды. Соли, растворенные в морской воде, остаются в жидком состоянии, поскольку для их перехода в парообразное состояние недостаточно подводимой тепловой энергии. Полученный таким образом пар отводится и конденсируется.

Основными элементами опреснительной дистилляционной установки являются два теплообменника – испаритель и конденсатор. В качестве типичного примера на рисунке 1 показана принципиальная схема водоопреснительной установки типа ДУ, отражающая также и основные особенности ее конструкции.

В испарителе 12 происходит нагрев и кипение рассола, находящегося внутри труб. Образующийся пар (так называемый вторичный пар) поднимается вверх и через отбойный щит 8 и жалюзийный сепаратор 7 поступает в конденсатор 6. Отбойный щит и сепаратор предназначены для

снижения влажности пара (путем отделения капель соленой влаги от собственно пара) и повышения качества дистиллята.

В конденсаторе 6 вторичный пар охлаждается, конденсируется и стекает в сборник 13 с поплавковым регулятором уровня. Кроме сливной трубы сборник сообщен уравнивающей трубой с конденсатором. Дистиллят из сборника удаляется насосом 14, на напорной магистрали которого установлены реле давления 15, электромагнитный клапан 16, дроссельный клапан и ротаметр (расходомер) 1. Из напорной магистрали дистиллятного насоса 14 часть дистиллята по обводному каналу протекает через датчик солемера 2. При засолении дистиллят через электромагнитный клапан 16 и дроссельную диафрагму автоматически сбрасывается в испаритель. Реле давления автоматически отключает питание электродвигателя насоса 14 при понижении давления в его напорной магистрали. В обоих случаях включается световая и звуковая сигнализация.

Насос 11 прокачивает забортную воду по трубам конденсатора 6, где она выполняет функцию охлаждающей среды. Далее (после конденсатора) часть циркуляционной забортной воды используется для питания испарителя через ротаметр, невозвратно-запорный подпружиненный клапан и дроссельную диафрагму. Остальная забортная вода используется в качестве рабочей среды для работы эжектора 9. На всасывающих трубопроводах эжектора паровоздушной смеси из конденсатора и рассола из испарителя установлены невозвратно-запорные клапаны, предотвращающие подсос забортной воды в испаритель и конденсатор. От эжектора вода вместе с рассолом и воздухом удаляется по трубе 10 за борт.

Питательная морская вода поступает в испаритель и движется внутри трубок снизу вверх. Неиспарившийся рассол стекает в отводную трубу в центре пучка труб испарителя и откачивается эжектором. Эжектор, постоянно удаляя из установки рассол и паровоздушную смесь из конденсатора, поддерживает

низкой давление в установке, что необходимо для работы ВОУ.

В качестве греющей среды в установке используется горячая пресная вода из системы охлаждения судовых двигателей. По трубам 3 греющая вода поступает в испаритель и уходит из него. Внутри испарителя она движется в межтрубном пространстве. При низкой температуре греющей воды предусмотрен подвод 5 греющего пара от вспомогательного котла в испаритель и отвод конденсата по трубе 4.

Установка оснащается набором контрольно-измерительных приборов. Предусмотрены термометры на патрубках греющей воды на входе и выходе из испарителя и охлаждающей воды на выходе из конденсатора. Для измерения разрежения в установке имеется вакуумметр, для измерения давления

нагнетания дистиллятного насоса 14 – мановакуумметр и для измерения давления рабочей воды эжектора – манометр. Соленость дистиллята автоматически контролируется солемером.

Особенности эксплуатации судовой водоопреснительной установки вакуумного типа

Основные правила эксплуатации, общие для всех водоопреснительных установок вакуумного типа, изложены в других нормативных документах. Более конкретные указания приводятся в технической документации к установкам.

Типовая процедура подготовки и ввода в работу ВОУ состоит в следующем:

- произвести осмотр элементов установки: теплообменных аппаратов, обслуживающих механизмов, контрольно-измерительных приборов и пр.;
- наполнить испаритель питательной водой до рабочего уровня, выпуская при этом воздух через воздушный кран;
- обеспечить подачу охлаждающей воды на конденсатор установки;
- включить эжектор (вакуум-насос) и убедиться в наличии надлежащего вакуума;
- слегка приоткрыть клапан греющей воды (пара) и пустить рассольный насос; одновременно обеспечить подачу питательной воды в испаритель;
- после появления дистиллята в указательном стекле конденсатора вторичного пара пустить дистиллятный насос;

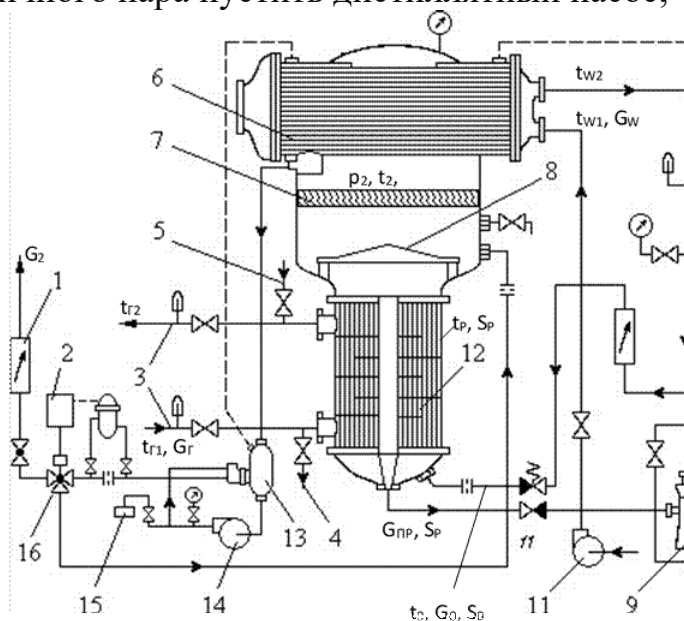


Рисунок 1.1 – Принципиальная схема вакуумной водоопреснительной установки

- проверяя качество дистиллята, постепенно увеличить открытие клапанов греющей среды для обеспечения необходимой производительности установки и установить нормальное питание;
- проверить работу средств автоматизации установки.

Во время работы установки необходимо периодически проверять уровень воды в испарителе и конденсаторе, значение разряжения (вакуума) в испарителе, работу насосов, производительность испарителя, исправность систем защиты от засоления дистиллята. При снижении производительности ВОУ более чем на 20% от нормальной принимать меры для очистки нагревательных элементов.

Водный режим испарителя должен поддерживаться в соответствии с рекомендациями инструкций завода-изготовителя или судовладельца. Необходимо периодически проверять общее солесодержание (или плотность) рассола, общую жесткость и солесодержание хлоридов в дистилляте с помощью судовой лаборатории, сравнивая последнее с показаниями солемера.

Вывод из работы ВОУ осуществляется в обратной последовательности. Далее следует осушить конденсатор, удалить рассол, закрыть все клапаны, произвести осмотр арматуры и трубопроводов, выключить питание на приборы автоматики, аварийно-предупредительной сигнализации и защиты.

Качество дистиллята (т.е. его соленость) зависит в основном от влажности вторичного пара и солености рассола.

Производительность установки зависит в основном от разности температур греющей среды и вторичного пара. Повышенная производительность ВОУ приводит к снижению качества дистиллята и наоборот.

При эксплуатации необходимо строго соблюдать технику безопасности.

Укажем некоторые возможные причины характерных неисправностей в работе ВОУ.

Причинами повышения солености дистиллята могут быть: повышение производительности ВОУ; слишком интенсивное испарение; повышенная температура греющей среды или чрезмерное разряжение в установке; эжектор не удаляет достаточного количества рассола из испарителя; высокий уровень рассола в испарителе; повышенная соленость рассола; подсос забортной воды через не плотности конденсатора и другие.

Причинами падения производительности ВОУ могут быть: недостаточный подвод тепла в испаритель; образование накипи в испарителе; образование воздушных мешков в полости греющей воды в испарителе;

недостаточный расход питательной воды; пониженный уровень рассола в испарителе; недостаточно глубокое разряжение в ВОУ и другие.

Причинами недостаточного разряжения (повышенного давления) вторичного пара в установке могут быть: не плотности во фланцевых соединениях и сальниках; недостаточный расход охлаждающей воды через конденсатор или ее повышенная начальная температура; засорение труб конденсатора; недостаточно интенсивное удаление дистиллята из конденсатора; низкое давление рабочей воды перед эжектором; износ сопел эжектора; повышенный износ сальников насосов; скопление воздуха в трубах охлаждающей воды конденсатора и другие.

Отметим, что приведенные особенности эксплуатации являются основными и не исчерпывают всего комплекса правил и требований.

Вопросы для самоконтроля

1. Приведите классификацию судовых водоопреснительных установок.
2. Назовите показатели качества воды.
3. Поясните физический принцип опреснения морской воды.
4. Что обычно используется в качестве греющей среды в испарителе и охлаждающей среды в конденсаторе?
5. С какой целью и каким образом в установке поддерживается пониженное давление(разряжение)?
6. Перечислите контрольно-измерительные приборы, обычно применяемые в ВОУ.
7. Каким образом обеспечивается кипение рассола при пониженной температуре?
8. Порядок подготовки и ввода в работу ВОУ.
9. Что такое накипь? Способы снижения накипи образования и ее удаления.

Раздел 2 ПАЛУБНЫЕ МЕХАНИЗМЫ

Рулевые машины

Рулевое устройство предназначено для обеспечения маневрирования судна и удержания его на курсе. Рулевые механизмы должны обеспечивать безопасную и эффективную работу рулевого устройства.

Рулевое устройство судна состоит из 4-х основных частей (Рис.2).

1 - баллер; 2 - румпель; 3 - ползун; 4 - гидропоршни; 5 - гидроцилиндры; 6 - ограничитель расхода; 7 - предохранительный клапан; 8 - гидрозамок; 9 - золотник; 10 - сервопривод; 11 - фильтр мала; 12 - насос; 13 - аварийный привод; 14 - насос вспомогательного привода; 15 - насос основного привода; 16 - гидрозамок вспомогательного привода; 17 - штурвал; 18 - цистерна масла; 19 - тумба рулевого привода; 20 - клапаны вспомогательного привода; 21 - клапаны основного привода; 22 - тяги; 23 - рукоятка переключения; 24 - планка с разбивкой; 25 - указатель положения руля; 26 - ползун; 27 - конечные выключатели; 28 - приборы контроля; 29 - байпасный клапан; 30 - цистерна запасного масла; 31 - привод основного насоса; 32 - привод запасного насоса; 32 - привод запасного насоса; 33 - упоры конечных выключателей; 34 - клапан наполнения цистерны; 35 - клапаны насоса основного привода; 36 - клапаны насоса вспомогательного привода; 37 - приёмный клапан насоса.

Руль воспринимает давление воды и изменяет направление движения судна.

Рулевой привод поз. 2, 3, 4, 5 связывает руль с рулевой машиной и передает вращающий момент для поворота баллера.

Рулевая машина обеспечивает работу рулевого привода - это шестеренный насос постоянной производительности с системой, арматурой, золотником, сервоприводом, цистерной с маслом, контрольно-измерительными приборами (поз. 14, 15, 16, 17, 19, 23).

Требования морского регистра судоходства к рулевому устройству

Рулевое устройство, или устройство с поворотной насадкой, должно иметь два привода: главный и вспомогательный.

При действии главного рулевого привода рулевое устройство должно обеспечить маневрирование судна с перекладкой полностью погруженного руля (насадки) с борта на борт при максимальной скорости переднего хода; при этом время перекладки руля (насадки) с 35° одного борта на 30° другого борта не должно превышать 28с.

Вспомогательный рулевой привод должен обеспечивать маневрирование судна с перекладкой полностью погруженного руля (насадки) с борта на борт при скорости переднего хода, равной 1/2 максимальной

скорости судна, но не менее 7 уз.; при этом время перекладки руля (насадки) с 15° одного борта на 15° другого борта не должно превышать 60с.

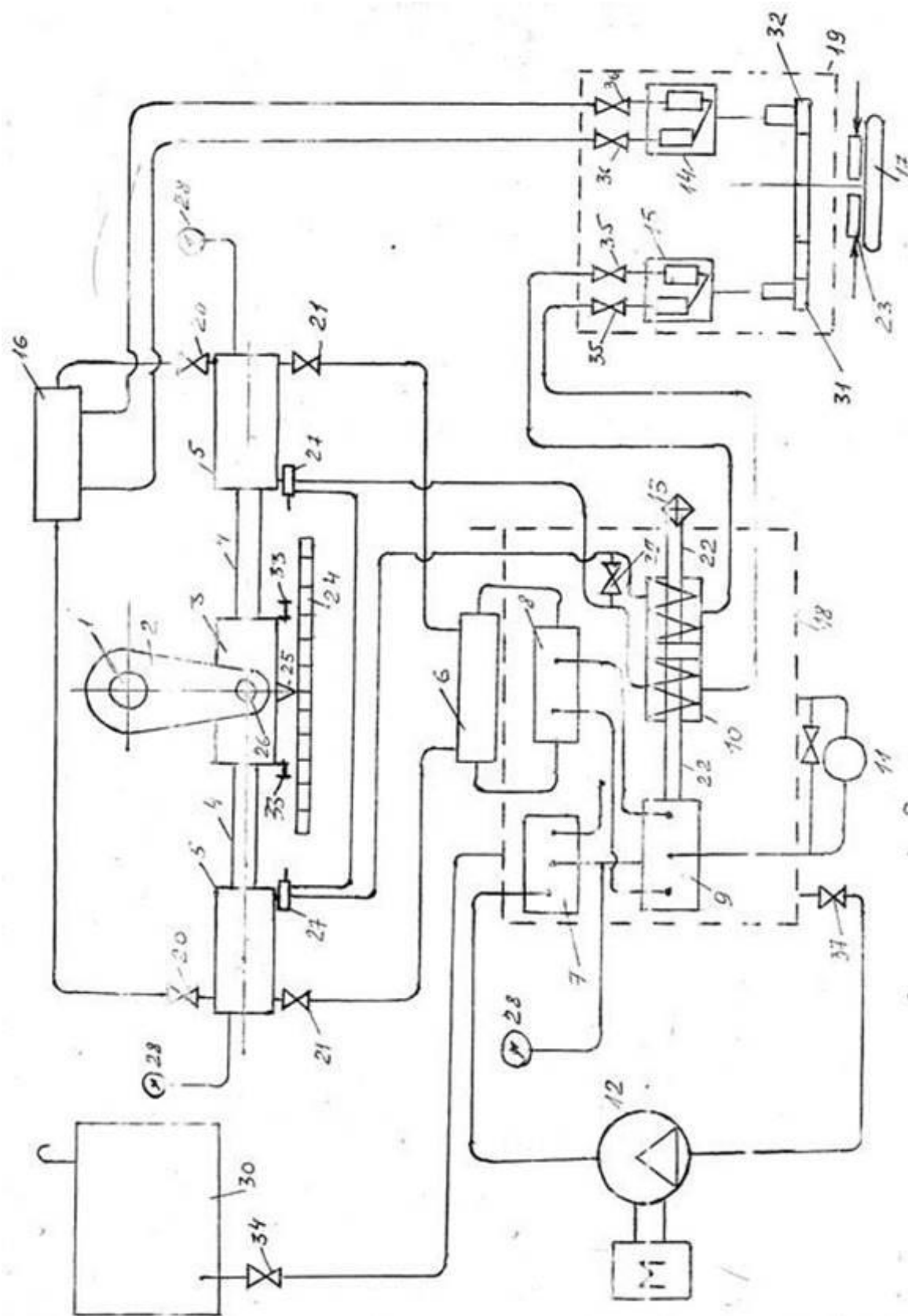


Рисунок 2 – Рулевая машина

Вспомогательного привода не требуется, если главный рулевой привод состоит из двух независимо действующих агрегатов, каждый из которых удовлетворяет требованиям к главному приводу. Двигатели рулевых приводов должны допускать их перегрузку по моменту не менее 1,5 расчетного момента в течение 1 мин.

Вспомогательный ручной привод должен быть самотормозящим или иметь стопорное устройство. Он должен обеспечить требования к нему при работе не более четырех человек с усилием на рукоятках штурвала не более 160 Н на каждого работающего.

Конструкция приводов должна обеспечивать переход с основного рулевого привода на запасной за время не более 2 мин.

Рулевое устройство должно иметь тормоз или иное приспособление, обеспечивающее удержание руля в любом положении. На рулевом приводе должна быть шкала для определения действительного положения руля с ценой деления не более 1°.

Указатель положения руля должен быть в рулевой и в румпельной, причём точность указателя при положении руля должна быть:

Вопросы для самоконтроля

1. Классификация рулевых машин.
2. Поясните основы гидромеханики руля судна.
3. Требования Регистра к рулевым машинам.
4. Устройство электрических рулевых машин.
5. Устройство и схемы гидравлических рулевых машин (плунжерных и лопастных).
6. Особенности эксплуатации рулевых машин.

Якорные и швартовные механизмы

Якорные механизмы

Якорные механизмы предназначены для отдачи якоря и якорной цепи при постановке судна на якорь; стопорения якорного каната при стоянке судна на якоре; снятия с якоря - подтягивания судна к якорю, выбирания цепи и якоря и втягивания якоря в клюз. Рабочим органом якорного механизма является цепной кулачковый барабан - звездочка.

В зависимости от расположения оси звездочки якорные механизмы делят на брашпили, у которых она расположена горизонтально, и шпили с вертикальным расположением оси звездочки. Наибольшее распространение получили брашпили, предназначенные для обслуживания цепей левого и

правого бортов и выполнения швартовных операций. На крупнотоннажных судах стали применять по два полубрашпиля (брашпили с одной звездочкой) или якорно-швартовные лебедки, имеющие звездочку и швартовный барабан, смещенные к бортам, что удобно для судов с бульбовым носом.

Брашпили и полубрашпили размещены на палубе, что упрощает их обслуживание, осмотр и ремонт.

Шпиль предназначен для работы с одной цепью и обычно имеет швартовный барабан, который располагается на палубе, а привод - в помещении под палубой. Вертикальная ось барабана позволяет подводить к нему швартов с любой стороны.

Якорные механизмы обеспечивают безопасность плавания судна, поэтому по требованиям Регистра привод этого механизма должен обеспечить выбирание одной якорной цепи вместе с якорем со средней скоростью не менее 0,15 м/с (9 м/мин) при регламентированном тяговом усилии на звездочке в течение 30 мин без перерыва. Скорость втягивания якоря в клюз должна быть не более 0,12 м/с (7 м/мин). Для отрыва якоря от грунта привод в течение 2 мин должен создать на одной звездочке тяговое усилие не менее 1,5 расчетного. Якорные звездочки должны иметь разобщительные муфты и тормозы, обеспечивающие удержание цепи при усилии, равном 0,8 ее разрывной нагрузки. Усилие на рукоятке привода тормоза не должно превышать 740 Н. Якорные механизмы с несамостояющейся передачей должны иметь автоматические тормоза, включающиеся при отключении или выходе из строя привода и создающие тормозной момент, соответствующий усилию в цепи на 30 % выше номинального. Угол охвата цепью звездочки брашпиля должен быть не менее 115°, а для шпиля - не менее 150°. Конструкция звездочки не должна допускать перескакивания звеньев через кулачки на всех режимах работы механизма. Приведенные напряжения в деталях механизма, которые могут возникать при разрывной нагрузке цепи, не должны превышать 0,95 предела текучести материала. При номинальном натяжении цепи эти напряжения не должны превышать 0,4 предела текучести.

В качестве привода якорных машин используются электродвигатели и гидропривод. Для сокращения стояночного времени некоторые механизмы приспособлены для частичной автоматизации якорно-швартовных операций. В современных отечественных и зарубежных стандартах за определяющий параметр якорных механизмов принимают калибр якорной цепи - детали, непосредственно связанной с механизмом.

Швартовные механизмы

Операцию подтягивания и крепления судна к причалам называют швартовкой, а механизмы, предназначенные для выбирания швартовных тросов и подтягивания судна к причалу, называют швартовными. В качестве швартовных механизмов применяют швартовные шпили и швартовные лебедки.

На морских судах наибольшее распространение получили электрические швартовные шпили, применяют и шпили с гидроприводом. Различают шпили однопалубные, смонтированные на одной палубе, и двухпалубные шпили, у которых привод установлен на палубе, находящейся ниже палубы, на которой находится голова шпиля. Швартовные лебедки имеют электрический или гидравлический привод. Они бывают автоматическими и неавтоматическими простыми.

Правилами Регистра к швартовным механизмам предъявляются следующие основные требования.

Номинальное тяговое усилие механизма не должно превышать $1/3$ разрывного усилия швартовного троса в целом, принятого по таблице Регистра. Привод должен обеспечивать непрерывное выбирание швартовного троса при этом усилии с номинальной скоростью в течение не менее 30 мин.

Скорость выбирания швартовного троса при номинальном тяговом усилии на первом слое навивки троса на барабан не должна превышать 0,3 м/с (18 м/мин).

Требования к приводу швартовных механизмов и прочности их узлов аналогичны требованиям к якорным механизмам.

Самым распространенным швартовным механизмом на новых судах является безбаллерный электрический шпиль. На рис.3 показаны кинематическая схема и общий вид шпиля типа Ш5, установленного на судах типа БАТ.

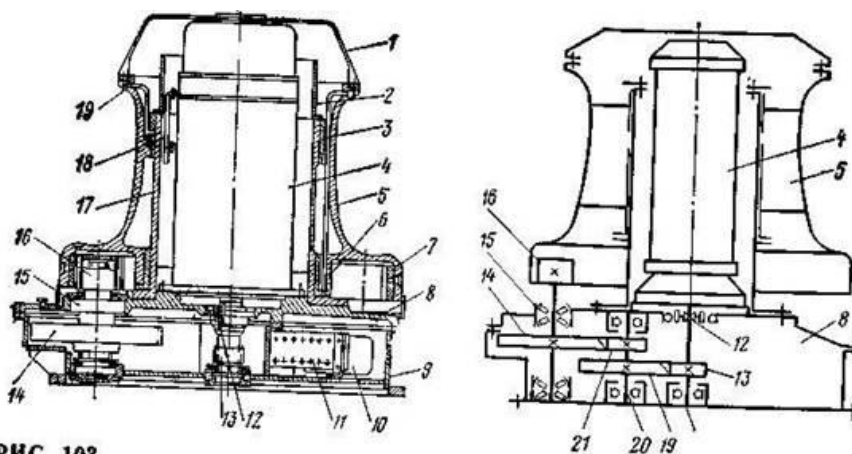


Рисунок 3 – Кинематическая схема и общий вид шпиля типа Ш5

Основанием шпилью служит сварной корпус 9 редуктора, на крышке 8 которого крепится электродвигатель 4 с дисковым тормозом. Стальной литой швартовный барабан 5 свободно вращается на стакане 17, закрепленном на крышке 8. Радиальные усилия на барабане воспринимаются бронзовой втулкой 3 стакана, а ступица барабана опирается на бронзовые секторы 6.

Барабан 5 закрыт крышкой 1 с отверстием для заливки смазки. Подъем барабана ограничен фланцем маслосборника 2. В основание барабана 5 запрессован зубчатый венец 7, который вращается шестерней 16 вала, имеющего зубчатое колесо 14. Вал-шестерня 16 уложен на роликоподшипниках 15. Колесо 14 вращается шестерней 21, насаженной вместе с колесом 19 на вал 20, уложенный на шарикоподшипниках. Колесо 19 вращается шестерней 13 вала, который зубчатой муфтой 12 соединен с валом электродвигателя 4.

Лючки 10 служат для осмотра передач и обслуживания клеммной панели 11. Масло для смазки шестерен и подшипников редуктора заливается в его корпус. Опоры барабана и открытую грузовую передачу смазывают густой смазкой через масленки 19. Конденсат из полостей электродвигателя удаляют через 17 и трубки 18, а от клеммной панели - через отверстие с пробкой.

Вопросы для самоконтроля

1. Устройство и схемы якорных и швартовных механизмов
2. Какие требования Регистра к якорным механизмам?
3. Какие требования Регистра к швартовным механизмам?
4. Какова эксплуатация якорных и швартовных механизмов?

Судовые подъемно-транспортные механизмы

Грузовые устройства промысловых судов предназначены для перегрузочных операций в море и порту, выполнения вспомогательных работ с орудиями лова, постановки и снятия кранцевой защиты и пересадки людей с судна на судно. Перегрузочные операции в открытом море характеризуются высокой интенсивностью, поэтому их вынуждены проводить на волнении, при ветре и качке судна. Для этих условий наиболее приемлемыми оказываются устройства с грузовыми стрелами, которые получили широкое распространение на промысловых судах. Для выполнения грузовых операций такие устройства оснащены системой блоков и тросов, закрепленных вне

стрелы на неподвижных судовых конструкциях - мачтах, колоннах, палубах и т. д. Чтобы сократить время на перегрузочные работы в море, из стреловых грузовых устройств судов создаются специальные перегрузочные комплексы, состав и оснастка которых зависят от размеров и общего расположения ошвартованных друг к другу судов, массы передаваемых грузов, волнения, ветра и т.п.

Морские суда некоторых типов оборудуются грузовыми устройствами с кранами. Краны в отличие от стрел не нуждаются в системе блоков и тросов, закрепленных на неподвижных судовых конструкциях. Их производительность выше, чем грузовых стрел. Однако из-за высокой стоимости и неудобства в работе, даже на небольшом волнении, краны на промысловых судах устанавливают крайне редко.

Большое распространение на промысловых судах получили грузовые устройства, предназначенные для перемещения грузов по судну: транспортеры, рольганги, лотки, элеваторы, тележки, тельферы и т. д.

Плавучие базы некоторых типов имеют специальные грузовые устройства для спуска и подъема на борт судов-ловцов. Наконец, на промысле находят использование бесконтактные способы передачи улова с добывающих судов на производственные рефрижераторы и плавучие базы.

Нормальная эксплуатация современного транспортного судна невозможна без подъемных механизмов, служащих для выполнения грузовых операций и обслуживающих промысловое, шлюпочное и другие устройства. Порты не всегда могут обеспечить своими средствами судовые погрузочно-разгрузочные работы, а рыбный промысел и его обслуживание неизбежно связаны с производством грузовых операций и перемещениями грузов на судне в открытом море. На промысловых судах все вспомогательные промысловые работы - выливка рыбы из орудий лова, смена промвооружения и др. - неизбежно связаны с использованием подъемных механизмов.

По конструктивному выполнению судовые подъемные механизмы можно разделить на три основные группы лебедки, краны и подъемники

Судовые лебедки по назначению разделяют на грузовые и специальные. К последним относятся шлюпочные, буксирные, топенантные и другие лебедки. В зависимости от типа привода лебедки бывают паровыми, электрическими и гидравлическими.

Судовые подъемные краны подразделяются на стреловые, поворотные и козловые, получившие в последнее время распространение на контейнеровозах. По роду привода краны делятся на электрические и гидравлические.

К группе подъемников относятся лифты и элеваторы Лифты подразделяются на пассажирские, грузовые и грузопассажирские Подъемники имеют

преимущественно электрический привод

Грузоподъемные устройства грузоподъемностью 10 кН и более, предназначенные для погрузки, выгрузки или перемещения груза на судне, подлежат надзору Регистра и проходят ежегодный осмотр Направление движения органов управления грузоподъемными механизмами должно соответствовать движению груза вращение маховика по часовой стрелке соответствует подъему груза, подъему стрелы и повороту вправо, перемещение вертикального рычага на себя или горизонтально вверх - подъему груза или подъему стрелы, перемещение рычага вправо - повороту вправо Органы управления должны иметь обозначения, фиксироваться в нулевом положении и надежно стопориться

Механизмы с гидроприводом должны иметь устройство, исключающее падение груза или самопроизвольное движение стрелы или крана при падении давления в гидросистеме Опускание груза или стрелы должно быть возможно только приводом. Каждый грузоподъемный механизм должен иметь тормоз, обеспечивающий торможение с запасом, который у грузовых и топенантных лебедок должен быть не менее 50 %. У кранов запас должен быть не менее 50% у механизмов подъема груза и не менее 100%- у механизмов подъема стрелы у механизмов поворота запаса может и не быть. Усилие на рукоятке тормоза не должно превышать 160 Н, а на педали - 310 Н. Для тормозов, регулярно применяемых при обычном режиме, эти усилия должны быть уменьшены, по крайней мере, в 2 раза.

Краны и подъемники с электрическим приводом должны иметь концевые, выключатели для автоматической остановки механизмов в их крайних положениях.

Проверка обеспечения безопасности эксплуатации грузоподъемных механизмов производится испытаниями и освидетельствованиями. Перед вводом в эксплуатацию все краны, подъемники и стрелы с лебедками должны испытываться пробной нагрузкой, превышающей на 25 % при грузоподъемности менее 200 кН, 50 кН при грузоподъемности от 200 до 500 кН и на 10 % при большей грузоподъемности.

Надзору Регистра подлежат судовые электроприводные пассажирские и грузовые лифты грузоподъемностью 2,5 кН и более, движение которых осуществляется с помощью тросов ее скоростью подъема и спуска не более 1 м/с

Раздел 3 ОБЩЕСУДОВЫЕ СИСТЕМЫ

Современные судовые системы представляют собой сложный комплекс оборудования, состоящий из различных взаимосвязанных технических средств

- специализированных трубопроводов, механизмов, аппаратов, приборов и устройств, предназначенных для обеспечения эксплуатации и условий обитаемости судна.

Судовые системы служат для: приема и удаления водяного балласта, осушения отсеков судна от скапливающейся воды, снабжения питьевой и мытьевой водой, удаления фекальных и зачистных вод, приёма, выгрузки и подогрева жидких грузов, распределения грузов по танкам, поддержания необходимых параметров воздуха в жилых и грузовых помещениях, снабжения судовых энергетических установок (СЭУ) и вспомогательных механизмов топливом, маслом, воздухом и паром.

Разнообразие функций, выполняемых судовыми системами, обуславливает их конструктивные формы и использование механического оборудования.

В состав судовых систем входят:

- трубопроводы, представляющие собой совокупность труб, присоединительной, разветвляющей, регулирующей и прочей арматуры (для регулирования переключений системы или её отдельных участков);
- механизмы (насосы, вентиляторы, компрессоры), обеспечивающие перемещение рабочей среды по трубопроводам;
- емкости (цистерны, баллоны) для хранения жидкостей и газов;
- теплообменные аппараты (подогреватели, охладители, конденсаторы, испарители), служащие для изменения параметров или состояния рабочей среды; - механические средства управления системой и контроля за ее работой.

Обеспечение наибольшей безопасности плавания судна, создание нормальных условий быта и труда экипажа во многом зависят от совершенства и надежности работы судовых систем. Поэтому при постройке судов предусматривается конструктивное усовершенствование систем с целью повышения эффективности их действия и снижения времени на обслуживание.

Повышения качества и долговечности технических средств достигают путем: внедрения средств автоматизации управления и контроля за работой систем; рационального расположения и прокладки трасс трубопроводов; использования новых механизмов; внедрения мероприятий по ремонтпригодности систем; использования высококачественных и

коррозионностойких материалов и защитных покрытий; внедрения передовой технологии изготовления и монтажа систем и улучшения их технической эксплуатации.

Системы СЭУ должны обеспечивать: наименьшее сопротивление рабочей среды и наибольшую долговечность и надежность работы.

Материалы, применяемые для изготовления или ремонта судовых систем и установок, должны выдерживать давление и температуру, при которых эксплуатируется трубопровод.

К современному судну в процессе его эксплуатации предъявляется большое число требований, основными из которых являются обеспечение плавучести, мореходности, живучести, остойчивости, пожарной безопасности, обитаемости, защиты грузов.

Для обеспечения этих требований в корпусе судна устанавливают различные устройства, часть которых выполняется в виде трубопроводов снабженных гидравлическими механизмами. Комплекс судового оборудования, состоящий из трубопроводов, гидравлических механизмов, приборов, аппаратов и разного рода потребителей, выполняющих одну или несколько функций по обеспечению нормальной эксплуатации судна, называется судовой системой.

В связи с тем, что количество судовых систем велико и их функции многообразны, для упрощения проектирования, постройки и эксплуатации принято классифицировать их по определенным принципам. Наиболее часто прибегают к двум следующим принципам классификации: по роду рабочей среды, перемещаемой по трубопроводам судовых систем, и по однородности выполняемых системами функций. В соответствии с первым принципом все судовые системы можно разделить на водо-, газо-, воздухо-, нефте-, топливо-, маслопроводы и т. п.

Такая классификация удобна для производства гидравлических расчетов, с помощью которых определяются параметры рабочей среды и основные характеристики трубопроводов.

Согласно второму принципу судовые системы разделяются на следующие группы: 1) системы трюмные, 2) балластные, 3) противопожарные, 4) системы микроклимата, 5) санитарные, 6) грузовые и обеспечивающие системы на нефтеналивных судах, 7) системы сжатого воздуха, 8) разные системы.

Трюмные системы удаляют за борт воду из отсеков и тем самым обеспечивают поддержание заданной плавучести судна в процессе нормальной эксплуатации или в аварийных условиях. Основными системами, входящими в эту группу, являются осушительная, водоотливная, спасательная.

Осушительная система предназначена для удаления за борт воды, попавшей внутрь отсеков через неплотности сварных швов наружной обшивки корпуса, за счет отпотевания наружной обшивки, вследствие конденсации паров воды из воздуха, при мытье палуб и др.

Водоотливные системы служат для удаления из отсеков за борт больших масс воды в случае пробойны подводной части судна. Эти системы являются одним из активных средств борьбы за живучесть судна.

Спасательные системы предназначены для удаления больших масс воды из отсеков потерпевших аварию и затонувших судов. Системы устанавливают на специальных судах-спасателях и ледоколах. Они осуществляют прием забортной воды, перекачку ее по судну и удаление водяного балласта за борт и тем самым обеспечивают изменение посадки, остойчивости, мореходности, ходкости, обитаемости и других характеристик судна. В эту группу объединены системы погружения и всплытия, замещения переменных грузов, креновая, дифферентная и балластная.

Системы погружения и всплытия предназначены для изменения глубины погружения плавучих доков, аварийно-спасательных понтонов и других сооружений.

Системы замещения переменных грузов служат для поддержания постоянного плавучего объема на судах в процессе их эксплуатации.

Креновые системы обеспечивают наклон корпуса судна в поперечной плоскости, а дифферентные системы - в продольной плоскости с целью уменьшения или создания крена и дифферента.

Балластные системы предназначены для обеспечения нормальной эксплуатации транспортных судов, в частности для изменения посадки (крена, дифферента, осадки) порожнего судна и метацентрической высоты судна с грузом.

Основным назначением противопожарных систем является обнаружение и уничтожение пожара на судах. Их обычно подразделяют на две следующие подгруппы: системы пожарной сигнализации; противопожарные локализационные системы. К первой подгруппе относятся системы ручной, полуавтоматической и автоматической сигнализации. В функции второй подгруппы входит уничтожение очага пожара на судне. В зависимости от принципа тушения пожара системы разделяются на следующие виды:

- охлаждающие очаг пожара;
- изолирующие реагирующие вещества от зоны горения;
- разбавляющие реагирующие вещества в зоне горения;
- осуществляющие химическое торможение реакции горения.

В каждый из указанных видов входит несколько систем, различающихся рабочей средой, которая воздействует на очаг пожара.

Система микроклимата обеспечивает нормальную обитаемость путем соответствующей обработки воздуха в судовых помещениях. Она подразделяется на несколько видов в зависимости от параметров и характеристик обрабатываемого воздуха.

Системы вентиляции предназначены поддерживать определенный состав воздуха в судовых помещениях путем замены его забортным.

Системы отопления служат для восполнения потери тепла в судовых помещениях путем подачи в них различных теплоносителей, которые неконтактным или контактным путем нагревают воздух внутри помещения.

Системы охлаждения осуществляют подачу в судовые помещения различных хладоносителей, действующих неконтактным или контактным путем.

Системы осушения воздуха предназначены для поддержания влажности воздуха в судовых помещениях на определенном уровне с целью обеспечения сохранности грузов и уменьшения интенсивности коррозии корпуса судна.

Системы регенерации воздуха служат для поддержания нормального количественного состава воздуха в изолированных от внешней среды судовых помещениях.

Санитарные системы осуществляют подачу бытовой воды в помещения и удаление использованной воды за борт. Они разделяются на две группы:

- системы водоснабжения, которые обеспечивают подачу в судовые помещения воды пресной питьевой и мытьевой (холодной и горячей), а также забортной;
- системы канализации (фановая, сточная, система спускных труб и шпигатных отверстий), осуществляющие удаление использованной воды за борт,

Грузовые и обеспечивающие системы на нефтеналивных судах предназначены для приема с берега, распределения по грузовым цистернам и выгрузки за борт специального жидкого груза, а также для обеспечения его сохранности и нормальной эксплуатации грузовых систем.

Системы сжатого воздуха обеспечивают получение и подачу сжатого воздуха к различным потребителям. Сжатый воздух используется на судах в основном как энергоноситель - рабочая среда, имеющая определенную Удельную механическую энергию, которая может производить работу. В них входят системы воздуха низкого ($p=0,1$ МПа), среднего ($p=0,1\div 3$ МПа) и высокого ($p > 3$ МПа) давления.

В группу разных систем объединены все виды специальных систем, выполняющих особые конкретные функции: например, система замера давления в трубопроводах, система замера уровня в судовых цистернах, система гидравлики. Кроме того, принята классификация схем систем и трубопроводов, которая приведена в табл. 1.

В каждую из рассмотренных судовых систем в основном входят следующие конструктивные элементы:

- трубопроводы, состоящие из труб и трубопроводимых элементов, предназначенных для канализации рабочей среды к потребителям или приемникам, расположенным в различных помещениях судна;
- соединительная арматура для соединения труб между собой, а также присоединения трубопроводных элементов к трубопроводу;
- арматура, предназначенная для управления работой системы путем перекрытия или открытия канала трубопровода, изменения давления рабочей среды или создания фазового перехода в рабочей среде;
- гидравлические механизмы, обеспечивающие перемещение рабочей среды по трубопроводам систем за счет передач определенной механической энергии;
- аппараты и различные устройства для обработки рабочей среды или ее фазового состояния в процессе работы системы;
- контрольно-измерительные и сигнальные приборы, предназначенные для контроля за работой систем и параметров, определяющих состояние рабочей среды;
- цистерны и емкости для размещения и хранения рабочей среды, а также обеспечения функций, выполняемых системами;
- приводы управления (местного и дистанционного) арматурой и механизмами, приборами и аппаратами;
- подвески, кронштейны и фундаменты для крепления судовой системы к конструкциям корпуса судна.

Судовые системы представляют собой совокупность трубопроводов с механизмами, аппаратами, приборами и устройствами предназначенных для выполнения определенных функций обеспечения эксплуатации и условий обитаемости судов.

Еще на первых паровых судах применяли специальные трубопроводные устройства с насосами, с помощью которых осуществлялись откачивание из отсеков скапливающейся воды, тушение пожара заборной водой, подача пресной воды из цистерн в камбузы и каюты, а также вентилирование помещений. В дальнейшем эти трубопроводные устройства обособились от прочих судовых устройств и позднее получили название судовых систем.

Повышение требований к надежности средств пожаротушения и появление более эффективных огнегасящих веществ повлекло за собой применение на судах новых противопожарных систем. Создание комфортных микроклиматических условий в пассажирских каютах и постах управления в связи с увеличением дальности плавания судов привело к необходимости применения систем кондиционирования воздуха.

Таблица 1 – Классификация схем систем и трубопроводов

Наименование	Характеристика
<i>Линии трубопроводов</i>	
Магистраль	Главная линия трубопровода системы, по которой разводится или будет перемещаться среда
Ответвление групповое	Линия трубопровода, по которой перемещаемая среда подводится к группе потребителей или отводится от них
Ответвление	Линия трубопровода, по которой перемещаемая среда подводится к одному потребителю или отводится от него
Перемычка	Постоянный или съемный участок трубопровода, соединяющий магистрали или другие линии трубопровода, а также емкости, предназначенные для перемещения среды между ними при работе в различных режимах
Обход	Участок трубопровода с запорной арматурой, предназначенный для перемещения среды в обход какого-либо элемента системы для полного или частичного его отключения
<i>Трубопроводы и их классификация по функциональному признаку</i>	
Приемный	Среда, забираемая из арматуры, из-за борта, из судовых помещений, емкостей и аппаратов, перемещается по трубопроводу к приемным устройствам механизмов
Напорный	Среда от механизмов и сосудов с сжатым газом перемещается по трубопроводу за борт, в атмосферу, в судовые помещения, емкости и аппараты, а от котлов — к паровым механизмам
Перекачивающий	Предназначен для перемещения жидкостей и газов из одних судовых емкостей в другие
Наливной	Трубопровод, по которому жидкость, подаваемая береговыми средствами, насосами другого судна или самотеком, перемещается в судовые емкости
Отливной	Трубопровод, по которому жидкость отливается судовыми насосами из помещений и емкостей за борт
Выдачи	Предназначен для подачи судовыми средствами пара, жидкостей, воздуха и газов на другие суда или в береговые и плавучие емкости
Перепускной	Служит для перемещения самотеком жидкости из одной судовой емкости в другую
Сливной	Предназначен для слива в трюм или в судовые емкости протечек, отстоя и остатков жидкости от механизмов, из емкостей, поддонов и аппаратов
Продувания	Используется для удаления в трюм или в судовые емкости конденсата и пароводяной смеси из трубопроводов, корпусов механизмов и теплообменных аппаратов
Стравливающий	Служит для отвода в судовые емкости или атмосферу жидкостей, паров или газов, стравливаемых при срабатывании предохранительных клапанов, а также для аварийного удаления рабочей среды за борт

Наименование	Характеристика
Газовыпускной	Предназначен для удаления отработавших газов от двигателей в атмосферу или за борт ниже ватерлинии
Вытяжной	Используется в системах вентиляции и кондиционирования воздуха для удаления воздуха из обслуживаемого помещения
Приточный	Применяется в системах вентиляции и кондиционирования воздуха для подачи воздуха в обслуживаемое помещение

Схемы трубопроводов в зависимости от их построения

Линейная	Имеет магистраль в виде одной линии (линейной магистрали)
Двухлинейная	Имеет две независимые линейные магистрали
Кольцевая	Выполнена в виде замкнутого кольца, образованного двумя линейными магистралями и соединяющими их перемычками
Линейно-кольцевая	Составлена из последовательно соединенных трубопроводов, выполненных по кольцевой и линейной схемам
Одноканальная	Схема трубопровода системы кондиционирования воздуха, имеющего одну линейную магистраль для подачи воздуха от кондиционера к местам потребления
Двухканальная	Схема трубопровода системы кондиционирования воздуха, имеющего две независимые линейные магистрали для подачи воздуха с различными параметрами от кондиционера к местам потребления

Схемы систем по принципу перемещения среды

Закрытая	Трубопровод и другие элементы системы образуют замкнутый контур, исключаящий контакт перемещаемой среды с атмосферой в каком-либо элементе системы
Открытая	Трубопровод и другие элементы системы образуют контур, в котором перемещаемая среда имеет постоянный контакт с атмосферой в одном или нескольких элементах системы
Циркуляционная	Трубопровод и другие элементы системы образуют замкнутый контур, в котором происходит многократное использование рабочей среды, перемещающейся под напором, создаваемым механизмом (принудительная циркуляция), либо под воздействием гравитационных сил (естественная циркуляция)
Проточная	Трубопровод и другие элементы системы образуют разомкнутый контур, в котором происходит однократное использование рабочей среды, перемещаемой под напором, создаваемым механизмом (схема проточная), либо под воздействием статического напора, создаваемого в приемном патрубке системы при движении судна (схема самопроточная)

Продолжение табл. 1

Наименование	Характеристика
Рециркуляционная	С повторным использованием части рабочей среды, возвращаемой в контур
Прямоточная	С перемещением свежей и отработавшей рабочей среды в одном и том же направлении
Противоточная	С перемещением свежей и отработавшей рабочей среды в противоположных направлениях
<i>Схемы систем и их классификация в зависимости от построения</i>	
Автономная	Для каждого отсека или помещения предусмотрены самостоятельные механизмы, предназначенные для обслуживания мест потребления только одного данного отсека или помещения
Групповая	Для каждой отдельной группы смежных отсеков или помещений предусмотрены самостоятельные механизмы, используемые для обслуживания мест потребления только данной группы отсеков или помещений
Централизованная	Любой механизм предназначается для обслуживания любого места потребления независимо от его расположения на судне
С автономными участками	Схема централизованной системы с рассредоточением механизмов по длине судна, при которой предусмотрена возможность разделения системы на ряд самостоятельных автономных участков; при этом каждый автономный участок системы предназначен для обслуживания мест потребления только в районе своего участка

В связи с постройкой крупнотоннажных танкеров и стремлением к максимальному повышению их экономичности системы перекачивания нефтепродуктов стали предусматривать с более высокопроизводительными насосами и максимальной степенью автоматизации управления этими насосами.

Дальнейшее развитие судовых систем намечается в двух направлениях: автоматизации их управления и применения новых материалов. Автоматизация позволит значительно сократить численность обслуживающего персонала, а использование новых материалов — повысить коррозионную стойкость трубопроводов и одновременно снизить их массу и габариты. Наибольший интерес представляет применение труб из титана, винипласта, полиэтилена и фторопласта, обладающих высокими антикоррозионными свойствами и значительно снижающими массу трубопровода по сравнению с обычными стальными трубами.

В зависимости от назначения и выполняемых функций судовые системы подразделяют на следующие группы: трюмные, балластные, противопожарные, бытового водоснабжения, отопления, вентиляции и др. Состав групп и назначение отдельных систем указаны в табл. 2.

Таблица 2 – Классификация судовых систем по назначению

Группа систем	Система	Назначение системы
Трюмные	Осушительная Водоотливная Перепускная	Периодическое удаление трюмной воды из отсеков судна Удаление воды из затопленных отсеков судна Перепуск воды из помещений в нижерасположенные отсеки, имеющие средства осушения
Балластные	Креновая Дифференциальная Балластная Замещения	Изменение крена судна Изменение дифферента судна Изменение осадки судна Замещение израсходованного топлива в цистернах забортной водой
Противопожарные	Водотушения Спринклерная Водяного орошения Водораспыления Водяных завес Затопления Паротушения Углекислотного тушения Жидкостного тушения Пенотушения Инертных газов	Тушение пожара струями воды Автоматическое тушение пожара распыленной водой Орошение распыленной водой палуб, переборок, вахт, трапов и т. п. для предотвращения пожара или его тушения в помещениях судна Тушение пожара распыленной водой в машинных и котельных отделениях, грузовых танках и топливных цистернах Создание сплошных водяных завес, препятствующих распространению пламени или защищающих переборки и борта судна от огня Заполнение водой помещений при угрозе пожара или взрыве в них Тушение пожара паром в отсеках, помещениях и цистернах Тушение пожара углекислым газом в отсеках, помещениях и цистернах Тушение пожара огнегасящей жидкостью в отсеках и помещениях Тушение пожара огнегасящей пеной в отсеках, помещениях, цистернах и на поверхности воды Тушение пожара газами, не поддерживающими горения, в грузовых трюмах и танках
Бытового водоснабжения	Питьевой воды Мытьевой воды Бытовой забортной воды	Обеспечение потребностей пассажиров и экипажа судна в питьевой воде Обеспечение потребностей пассажиров и экипажа судна в мытьевой воде Обеспечение бытовых потребностей судна в забортной воде

Группа систем	Система	Назначение системы
Сточно-фановые	Сточная Фановая Шпигатов	Удаление сточных вод из санитарно-бытовых помещений судна за борт Удаление фекальных вод из галлюнов за борт Отвод с верхней палубы за борт атмосферных осадков и забортной воды
Отопления	Парового отопления Водяного отопления Воздушного отопления •	Обогревание паром бытовых, служебных и производственных помещений, отсеков и машинных отделений Обогревание горячей водой жилых и служебных помещений Обогревание горячим воздухом жилых и служебных помещений
Холодильные	Хладагента Хладоносителя	Циркуляция хладагента в холодильной установке Циркуляция хладоносителя между холодильной установкой и охлаждаемым помещением (камерой)
Вентиляции и кондиционирования	Вентиляции Кондиционирования Регенерации	Замена в помещениях и отсеках судна загрязненного воздуха свежим наружным Поддержание в помещениях и отсеках судна заданного микроклимата (температуры, влажности и газового состава воздуха) Поддержание в воздухе помещений допустимой концентрации углекислого газа
Сжатого воздуха и газов	Воздуха высокого давления Воздуха среднего давления Воздуха низкого давления Сжатых газов	Обеспечение судовых нужд сжатым воздухом давлением выше 10^7 Па (100 кгс/см^2) Обеспечение судовых нужд сжатым воздухом давлением от 10^6 Па (10 кгс/см^2) до 10^7 Па Обеспечение судовых нужд сжатым воздухом давлением до 10^6 Па Обеспечение сжатыми газами (кислородом, водородом, азотом, гелием и т. п.) требуемых давлений атомных судовых установок и других спецустройств

Продолжение табл. 2

Группа систем	Система	Назначение системы
Различного назначения	<p>Охлаждения судового оборудования</p> <p>Гидравлики</p> <p>Топливная</p> <p>Воздушных труб</p> <p>Измерительных труб</p> <p>Переговорных труб</p> <p>Переливных труб</p>	<p>Охлаждение водой механизмов, электрических машин, аппаратов и приборов</p> <p>Обеспечение гидравлической энергией гидроприводов устройств и разобщи-тельной арматуры</p> <p>Заправка самолетов, вертолетов, катеров топливом</p> <p>Сообщение с атмосферой грузовых танков, цистерн и коффердамов</p> <p>Замер уровня жидкости в грузовых танках, цистернах, льялах, коффердамах и т. п.</p> <p>Обеспечение голосовой связи между помещениями и постами</p> <p>Переливание нефтепродуктов из цистерн в специальные емкости</p>
Специальные системы танкеров	<p>Грузовая</p> <p>Зачистная</p> <p>Газоотводная</p> <p>Мойки танков</p>	<p>Прием с берега жидкого груза, перекачивание по грузовым танкам и откачивание его на берег или другое судно</p> <p>Очистка грузовых танков от остатков жидкого груза</p> <p>Выравнивание давления в грузовых танках с атмосферным</p> <p>Мойка опорожненных грузовых танков специальными моющими растворами</p>

Вопросы для самоконтроля

1. Схемы осушительной и балластной системы.
2. Схемы противопожарных систем.
3. Схема спринклерной системы.
4. Схемы систем вентиляции, кондиционирования и отопления.
5. Схема систем бытового водоснабжения иочнофановая.