МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ
МДК.01.01 Основы эксплуатации, технического обслуживания и ремонта судового энергетического оборудования

специальность	26.02.05
подготовки	Эксплуатация судовых энергетических установок
уровень профессионального образования	Специалист среднего звена
квалификация	Техник-судомеханик
Год приема	2024

Севастополь
2024

Общие положения.

Основной целью написания данного учебного пособия является предоставление студентам методической и справочной помощи при обучении и выполнении курсового проекта по дисциплине «Судовые вспомогательные механизмы», связанного с проектированием общесудовых систем. Этот курсовой проект является творческой самостоятельной исследовательской работой студента по профилю выпускающей цикловой комиссии. Такая работа выполняется с целью закрепления, углубления и обобщения знаний, полученных за время обучения, и их применения к комплексному решению данной профессиональной задачи.

В учебном пособии изложены основные современные сведения о назначении, принципе функционирования, строения, требований к проектированию, особенностям расчета общесудовых систем, предоставлены методические рекомендации по выполнению курсового проекта.

Для эффективного функционирования судов различного назначения устанавливаются общесудовые системы, обеспечивающие:

- изменение плавучести и остойчивости судна, его крена и диферента;
- удаления забортной воды, поступившей внутрь судна;
- подачу сжатых газов и жидкостей для обеспечения работы пневмо - и гидроприводов;
- тушение пожаров и ликвидацию их последствий;
- безопасность экипажа и его спасение в аварийных ситуациях;
- обеспечение жизнедеятельности экипажа;
- охрану окружающей среды и др.

Первые судовые системы появились на заре мореплавания и развивались вместе с совершенствованием самих судов и их энергетики. Использование паруса для движения судов существенно увеличило их водоизмещение, автономность и дальность плавания, а это, в свою очередь, способствовало к развитию систем и устройств, обеспечивающих передачу грузов, вентиляцию, отопление судов, снабжения их пресной водой и продуктами. Однако отсутствие на парусных судах надежных источников энергии мешала дальнейшему развитию судовых систем. И только в середине XIX столетия, когда для обеспечения движения судна стали применять паровые машины и турбины, проблема обеспечения судовых систем энергией получила свое решение.

Вторая половина XIX века характеризуется быстрым развитием судовых систем. На судах стали широко применяться паровые и электрические вентиляторы и насосы. Вместо местных ручных приводов появились механические, гидравлические, пневматические и электрические приводы управления судовыми системами.

Разработанные адмиралом С. О. Макаровым принципы обеспечения непотопляемости судна к началу XX столетия нашли свое воплощение в создании новых трюмных, креновых и дифферентных систем. В этот же период появились мощные водяные противопожарные системы и много других современных судовых систем.

В последнее время научно-исследовательскими, проектными организациями судостроительной промышленности проведена большая работа по созданию новых судовых систем и устройств, совершенствованию методов их расчета, а также выработки требований и норм их проектирования и эксплуатации.

Поэтому при написании данного учебного пособия ставились следующие цели:

- изложить материал курса на основе знаний о современные конструкции судовых систем и требований к ним;
- использовать накопленный опыт проектирования, расчета и эксплуатации судовых систем;
- сохранить проверенную временем методологию изучения судовых систем и устройств по схеме: «назначение – принцип действия – конструкция – требования к проектированию – особенности расчета – правила эксплуатации»;
- как лучше использовать методологическую базу цикловой комиссии для выполнения курсового проекта по проектированию общесудовых систем.

Г л а в а 1

НАЗНАЧЕНИЕ, КЛАССИФИКАЦИЯ, ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ОБЩЕСУДОВЫХ СИСТЕМ

1.1. Общие сведения о судовых системах

Повседневная деятельность обуславливает необходимость оборудования судов различными техническими средствами, с помощью которых могли бы эффективно решаться следующие задачи:

1. Борьба за непотопляемость и остойчивость.
2. Борьба с пожарами.
3. Поддержание необходимых параметров (кондиций) воздушной среды для улучшения условий обитаемости жилых и служебных помещений, а также создание необходимых условий для сохранения пищевых продуктов на судне.
4. Обеспечение подачи пресной и забортной воды в разные помещения для удовлетворения бытовых и хозяйственных нужд экипажа и энергетических установок.
5. Обеспечение экологии акватории: сбор и хранение, дезинфекция всех нечистот и грязной воды и удаление их за борт.

Все эти задачи решаются с помощью судовых систем.

Под судовой системой подразумевают совокупность трубопроводов, механизмов, устройств, аппаратов и приборов управления и контроля, предназначенных для выполнения на судне перечисленных выше задач.

Судовые системы делятся на:

- общесудовые системы (ЗСС), то есть системы присущие любому судну, независимо от его потребностей;
- системы судовых энергетических установок, предназначенных для обслуживания ГЭУ;
- специальные системы.

1.2. Назначение, классификация и состав общесудовых систем

ОСС классифицируются по роду вещества, перемещаемого по трубопроводу, по характеру выполняемых ими функций и использованию систем на судне.

В зависимости от рода перемещаемой среды ОСС могут разделяться на:

- водяные;
- воздушные;
- паровые;
- нефтепродуктов;
- газовые;
- топливные и др.

Однако эта классификация в большинстве случаев неудобна, вследствие того, что в одной и той же системе могут находиться различные среды (воздух и вода, воздух и масло и тому подобное).

Поэтому чаще всего пользуются классификацией по назначению, в соответствии с которой ОСС можно разделить на следующие группы (табл. 1.1).

В состав общесудовых систем входит комплекс конструктивных элементов и технических средств:

1. Механизмы (напорно-перекачивающие средства, компрессоры, холодильные машины и др.).
2. Аппараты (охладители, нагреватели, фильтры, водомаслоотделители и др).
3. Емкости (цистерны, баллоны, баки и др.).
4. Трубопроводы (трубы, путевые соединения, арматура и др.).
5. Средства управления и контроля (пульты, контрольно-измерительные приборы, приводы, приводные органы и др.).

Таблица 1.1

Классификация общесудовых систем

Название системы	Выполняемые функции	Классификация по назначению	Классификация систем по обеспечению основных свойств судна
1	2	3	4
Осушительная	Периодическое удаление трюмной воды, появляющееся в результате протекания из-за неплотностей соединений трубопроводов, конденсации пара и т. д.	Трюмные системы	Системы, обеспечивающие мореходные свойства и живучесть
Водоотливная	Удаление большого количества воды, поступившей при аварии или повреждении корпуса		
Перепускная	Удаление воды из помещений, не оборудованных осушительной или водоотливной системами; из этих помещений вода удаляется по трубам, снабженным запорной арматурой, к приемникам водоотливной системы		
Балластная	Регулирование остойчивости и осадки судна, создания крена или дифферента	Балластные системы	
Креновая	Выравнивание крена в аварийных случаях, при необходимости создания искусственного крена (где эти функции не выполняет балластная система)		
Дифферентная	Изменение и устранение дифферента в аварийных случаях, при необходимости – в процессе эксплуатации (где эти функции не выполняет балластная система)		
Противопожарная водяная	Подача воды через борт для тушения пожаров на палубах и внутри помещений, обеспечение работы эжекторов водоотливной и осушительной систем, пеногенераторных установок и др.	Противопожарные системы	Системы, которые обеспечивают мореходные свойства и живучесть судна

1	2	3	4
Водяного орошения	Защита отдельных помещений и конструкций от воздействия высоких температур, а также для предотвращения распространения огня на судне		
Затопления	Для тушения пожаров в помещениях, предназначенных для хранения легковоспламеняющихся и взрывоопасных грузов		
Водораспыления	Для тушения пожаров в машино-котельных отделениях		
Паротушения	Для тушения пожаров в различных помещениях, в том числе в трюмах, топливных и масляных цистернах и т.п. Трубопроводы этой системы могут быть использованы для подачи пара в танки и топливные цистерны для их пропаривания		
Пенотушения	Для тушения пожаров пеной в различных помещениях путем изоляции поверхности горения от проникновения кислорода		
Газового и объемного химического тушения	Для тушения пожаров парами огнетушащей жидкости, углекислым газом, инертными газами (гелием, азотом), а также отработавшими газами дизелей путем создания в помещениях среды, не поддерживающей горение		
Предотвращения взрывов	Подача ингибиторов (инертных газов, химических жидкостей и других сред) для предотвращения сжигания и взрыва легковоспламеняющихся и взрывоопасных веществ		
Система вентиляции	Осуществление воздухообмена в помещениях судна	Системы вентиляции и кондиционирования воздуха	Системы, обеспечивающие обитаемость судна
Система комфортного кондиционирования воздуха	Создание и поддержание в жилых и служебных помещениях воздушной среды с заданной температурой и относительной влажностью		

1	2	3	4
Система технического кондиционирования воздуха	Создание и поддержание в помещениях энергетических отсеков и в других специализированных помещениях заданных параметров воздушной среды		
Хладагента	Перемещение хладагента от холодильного агрегата к испарителю и обратно	Холодильные системы	Системы, обеспечивающие обитаемость судна
Хладоносителя	Перемещение хладоносителей (воды, рассола и др.) к приборам охлаждения от испарителей холодильной установки и обратно		
Система бытовой пресной воды	Прием, хранение и подача к потребителям пресной воды	Системы бытового водоснабжения	
Бытовой забортной воды	Промывка гальюнов, шпигатов, охлаждение отдельных механизмов и устройств, которые используются с целью мытья		
Сточная	Отвод сточных вод от санитарно-бытового оборудования (души, бани, умывальники) и палубных шпигатов внутренних помещений		
Фановая	Удаление фекальных и сточных вод из гальюнов	Сточно-фановые системы	
Шпигатов открытых палуб	Отвод за борт воды, попавшей на открытые палубы при мытье палуб, при атмосферных осадках, при тушении пожаров и орошении отсеков		
Парового отопления	Подача пара до отопительных приборов (батарей) в жилых и служебных помещениях	Системы отопления	
Сжатого воздуха высокого давления	Подача сжатого воздуха высокого давления потребителям	Системы сжатого воздуха	Системы, обеспечивающие судно энергией
Сжатого воздуха среднего давления	Подача сжатого воздуха от системы сжатого воздуха высокого давления до потребителей (до воздушно-пенных агрегатов, аэрация воды, удаление балластных и сточных вод)		
Сжатого воздуха низкого давления	Подача сжатого воздуха для работы пневмоинструмента, тифонов и сирен, пневмоприводов, продувки донной и бортовой арматуры		
Прием, хранение и перекачка топлива	Прием, хранение и подача топлива в распределительные цистерны и перекачка его на берег или другое судно	Системы различного назначения	

1	2	3	4
Гидравлики	Подача рабочей среды (масла или специальной жидкости) под давлением к гидроприводам		

Таблица 1.2

Специальные системы судов

Наименование специальных судов	Наименование специальных систем	Функции, выполняемые специальными системами
Нефтеналивные суда	Газоотводная	Для газообмена между грузовым танком и воздушной атмосферой, с целью предотвращения воспламенения и взрыва
	Инертных газов	Защита грузовых танков от пожара и взрыва способом замещения или разбавления воздушной среды инертными газами
	Мойки танков	Мойка танков с целью подготовки танкера к балластному переходу, удаления из танков отложений остатков груза, ржавчины в профилактических целях и для осмотров танков; подготовки судна к ремонту; под смену груза
	Подогрева жидкого груза	Для уменьшения вязкости нефтепродуктов, увеличения характеристик насосов.
	Грузовая	Для приема и отдачи жидкого груза

По своей иерархической структуре линии трубопроводов, которые составляют систему, подразделяются на магистрали, ответвления, перемычки и обводы. Определения этих терминов изложены в табл. 1.3 і 1.4.

Таблица 1.3

Определение схем систем и трубопроводов

Линии трубопроводов	О п р е д е л е н и е
Магистраль	Главная линия трубопровода системы, по которой разводится или в которой собирается перемещаемая среда

Ответвление групповое	Линия трубопроводов, 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 линии трубопроводов, а также емкости, предназначенные для перемещения среды между ними в различных рабочих режимах
Огибающая	Участок трубопровода с запорной арматурой, предназначенный для перемещения среды в обход какого-либо элемента системы для полного или частичного его отключения

Таблица 1.4

Классификация трубопроводов по назначению

Наименование трубопроводов	Какие функции выполняют
1	2
Трубопровод приемный	Трубопровод, по которому среда забирается из атмосферы через борт, из судовых помещений, емкостей и аппаратов и перемещается до приемных устройств механизмов
Трубопровод напорный	Трубопровод, по которому среда от механизмов и сосуда со сжатым газом перемещается за борт, в атмосферу, в судовые помещения, емкости и аппараты, а от котлов – до паровых механизмов
Трубопровод перекачивающий	Трубопровод, предназначенный для перемещения жидкостей и газов из одних судовых емкостей в другие
Трубопровод наливной	Трубопровод, по которому жидкость, подаваемая береговыми средствами, насосами другого судна или самотеком перемещается в судовые емкости
Трубопровод отливный	Трубопровод, по которому жидкость отливается судовыми насосами из помещений или емкостей за борт
Трубопровод выдачи	Трубопровод предназначен для подачи судовыми средствами пара, жидкостей, воздуха и газов на другие суда или в береговые и плавучие емкости
Перепускной трубопровод	Трубопровод предназначен для перемещения жидкости самотеком из одной судовой емкости в другую
Спускной трубопровод	Трубопровод предназначен для удаления в трюм или в судовые емкости течи, отстоя и остатков жидкости от механизмов, емкостей, поддонов и аппаратов
Продувочный трубопровод	Трубопровод предназначен для удаления в трюм или в судовые емкости конденсата и пароводяной смеси из трубопроводов, корпусов механизмов и теплообменных аппаратов

1	2
Трубопровод стравливающий	Трубопровод предназначен для отвода в судовые емкости или атмосферу жидкостей, паров или газов, которые выпускают при срабатывании предохранительных клапанов, а также для аварийного удаления рабочей среды за борт
Трубопровод газовыпускной	Трубопровод предназначен для удаления отработанных газов от двигателей в атмосферу или за борт ниже ватерлинии
Трубопровод вытяжной	Трубопровод в системах вентиляции и системах кондиционирования воздуха предназначен для удаления воздуха из обслуживаемого помещения
Приточный трубопровод	Трубопровод в системах вентиляции и в системах кондиционирования воздуха предназначен для подачи воздуха в обслуживаемые помещения

Общесудовые системы могут строиться по принципиальным схемам, то есть их магистрали могут прокладываться по судну разными способами.

1.3. Общие технические требования к проектированию общесудовых систем

1.3.1. Требования к назначению

Устройства (оборудования, входящего в их состав) должны выполнять свои функции, сохранять технические характеристики в пределах норм и не допускать ложных срабатываний при действующих эксплуатационных условий:

- одновременном воздействии бортовой качки с амплитудой, равной ±45°, и килевой качки ψ = ±10°;
- длительных (без ограничения времени) кренах θ = ±15° и дифферентах ψ = ± 5°, а для оборудования, работа которого должна обеспечиваться при авариях в соответствии θ = ± 22,5° і ψ = ±10°;
- крене с максимальным углом θ_{max} = ±15 и максимальным дифферентом ψ_{max} = ±10° продолжительностью 20 мин.;
- температуре забортной воды от –2 до +32°С;
- воздействии температуры окружающего воздуха для оборудования, расположенного на открытых палубах от -40 до +50° С и относительной влажности φ =100% в указанных диапазонах температур, а для оборудования, расположенного во внутренних помещениях от -0 до +60°С і φ = 98% в указанных диапазонах температур;
- изменении барометрического давления от 600 до 1140 мм рт. ст.;
- воздействии агрессивных сред на оборудование, работающее в условиях контакта с агрессивными средами;
- управление ОСС должно быть дистанционным, дистанционно-автоматическим или режим его согласован с заказчиком.

1.3.2. Требования к надежности

Надежность ОСС должна нормироваться по всем ее составляющим частям-безотказностью, долговечностью, ремонтопригодностью в судовых условиях и сохранностью.

Вероятность безотказного функционирования ОСС приведена в формулярах конкретных систем. Так, для системы осушения вода составляет 0,999.

Долговечность определяется следующими показателями:

- ресурсом до заводского ремонта;
- термином службы до заводского ремонта;
- полным ресурсом;

- полным термином службы.

Показатели долговечности приведены в формулярах ОСС.

Ремонтопригодность ОСС должна быть обеспечена приспособленностью к предупреждению, выявлению и устранению причин отказов, проведению необходимых ППО и ППР. В проектных материалах должны быть обоснованы и указаны циклы технического обслуживания и ремонта, продолжительность, трудоемкость и стоимость различных видов технического обслуживания и ремонта.

Сохранность:

- ОСС должны сохранять заданные технические характеристики и эксплуатационные показатели даже после 20 лет хранения в законсервированном состоянии судна.
- ОСС должны оснащаться системами технического диаг-ностирования.

1.3.3. Требования к удобству технического обслуживания, ремонта и хранения

Конструктивное исполнение ОСС, их размещение в помещении судна, на открытой палубе должны обеспечивать проведение технического обслуживания, ремонта и наилучшую сохранность наиболее продуктивными и экономичными способами.

Удобство ТО, ремонта и сохранения ОСС должно обеспечиваться:

- свободным и удобным доступом к оборудованию;
- укомплектованностью необходимым ЗИП;
- возможностью применения стандартных приспособлений для демонтажа и монтажа оборудования;
- ремонтопригодностью;
- контролем технического состояния системы диагностики.

1.3.4. Требования к живучести и стойкости к внешним воздействиям

Под живучестью общесудовых систем понимается их способность наиболее полно сохранять и восстанавливать свои технические свойства при навигационных и эксплуатационных повреждениях.

Живучесть обеспечивается:

- резервированием оборудования;
- восстановлением поврежденного оборудования.

Под стойкостью к внешним воздействиям ОСС понимается их возможность сохранять работоспособность при воздействии природной среды.

Оборудование ОСС должно иметь возможность восстанавливать работоспособность после воздействия на него как пресной, так и морской воды с разной температурой.

1.3.6. Требования к безопасности

При работе общесудовых систем по назначению должно быть исключено следующее влияние на экипаж:

- электрического тока (электробезопасность);
- электромагнитных полей;
- радиоактивных излучений и загрязнений;
- открытого огня и взрыва;
- высоких температур;
- воздушных шумов и вибраций;
- токсичных и дурманящих веществ;
- движущихся частей (механическая безопасность).

1.3.7. Конструктивные требования

При конструировании должны быть учтены следующие требования:

- конструкции должны быть технологичны;
- иметь минимальный вес и габариты;
- обеспечивать доступ для осмотра и ремонта;
- оборудование должно поставляться в блочном или агрегатированном виде;
- малая восприимчивость поверхности конструкций к загрязнению.

1.3.8. Требования к защите от коррозии и старения

При разработке ОСС должны предусматриваться меры, обеспечивающие их защиту от коррозии и старения. При этом они не должны снижать технические характеристики ОСС или предопределять любые ограничения в процессе их эксплуатации.

Для защиты должны использоваться следующие средства:
- металлические или неметаллические защитные покрытия;
- электрохимическая защита;
- электрические разъединения конструкций из разнородных материалов;
- конструкционные материалы должны удовлетворять требованиям ГОСТ.

Кроме перечисленных требований в ОСС входят еще следующие:
- требования к эргономике и технической эстетике;
- требования к стандартизации и унификации;
- требования к транспортабельности оборудования;
- экономические требования.

Вопросы самоконтроля

1. Что называется судовой системой?
2. Из каких конструктивных элементов состоят ОСС?
3. Классификация ОСС.
4. Перечислить общие технические требования к ОСС.

Г л а в а 2

ПРИНЦИПЫ И СХЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЩЕСУДОВЫХ СИСТЕМ

Как было указано выше, на судах применяется очень много различных общесудовых систем, отличающихся между собой как по назначению и характеру действий, так и по конструктивному исполнению. Проектирование этого многообразия ОСС требует дополнительных знаний и представляет собой сложную и многостороннюю задачу.

Однако, не смотря на разные различия ОСС между собой, они, будучи установленными на судне, объединенные общей целью наилучшего обеспечения повседневной и, главным образом, безопасной деятельности судна. Поэтому наряду с особенностями построения каждой системы в отдельности имеют место такие общие принципы и общие схемы проектирования ОСС для судов всех классов.

2.1. Принципы проектирования

Принципом проектирования общесудовых систем называют общие принципиальные положения построения систем на судне, которые обеспечивали бы его живучесть.

Принцип проектирования определяет границы размещения той или иной системы на судне, способ управления и действия системы для обеспечения повседневной деятельности судна.

Для повседневных ОСС задачами являются наилучшее обеспечение эксплуатационных и санитарно-технических требований в период повседневной деятельности судна.

В нынешнее время в практике судостроения применяют следующие основные два принципа построения ОСС:

а) общесудовой принцип;

б) принцип автономных участков.

2.1.1. Общесудовой принцип проектирования

Общесудовой принцип проектирования общесудовых систем предусматривает такое построение системы на судне, при которой ОСС во время своего действия обслуживает одновременно все судно в целом и управляется с одного поста управления. При общесудовом принципе проектирования ОСС обязательно должно быть наличие магистрального трубопровода, проложенного вдоль всего судна для объединения и обслуживание всех потребителей, расположенных в различных помещениях судна. Напорно-перекачивающие средства, аппараты, обслуживающие эту систему, включаются в эту общую магистраль.

Общесудовой принцип проектирования имеет следующие преимущества:

- минимальное количество механизмов, обслуживающих систему;
- наименьшие массогабаритные показатели и стоимость;
- сокращение экипажа, потому что управление обеспечивается с одного поста;
- при наличии нескольких механизмов есть возможность сосредоточить их на обслуживании одного потребителя.

На судах общесудовой принцип проектирования применяется для проектирования ОСС, обслуживающих повседневную деятельность судна, для которых живучесть имеет второстепенное значение и используется для таких систем, как водоснабжение, паровое отопление, осушительная система и т.д.

2.1.2. Принцип автономных участков

С целью повышения борьбы за живучесть судно организационно разбивается по длине на несколько самостоятельных автономных участков, в пределах которых и осуществляется самостоятельная борьба за живучесть судна. Каждый автономный участок имеет аварийную партию, пост управления и должен иметь все технические средства для ведения борьбы за живучесть, а также источники энергии для приведения в действие этих технических средств. Количество автономных участков на судне зависит от размеров и класса судна и обычно находится в пределах 2 – 6.

Каждый автономный участок имеет несколько отсеков. При проектировании необходимо обеспечить, чтобы все системы в пределах автономных участков были автономны, то есть имели свои механизмы, свои трубопроводы, арматуру и посты управления.

2.2. Общие схемы проектирования.

Принципиальные схемы общесудовых систем

Независимо от принципа построения системы, если она предназначена для обслуживания нескольких потребителей, ее выполняют в виде основного магистрального трубопровода (магистрали),

от которого ответвляются отростки трубопроводов к напорно-перекачувающему средству и потребителю.

Выбор той или иной схемы построения системы зависит в первую очередь от типа судна и назначения системы. В настоящее время на судах применяются следующие четыре схемы магистрали или их комбинации:

- линейная;
- кольцевая;
- групповая;
- автономная.

2.2.1. Линейная магистраль

Линейная магистраль представляет собой трубопровод, проложенный через отсек, группу отсеков и вдоль всего судна. Линейная схема построения ОСС может применяться при проектировании системы, как по общесудовому принципу, так и по принципу автономных участков (рис. 2.1).

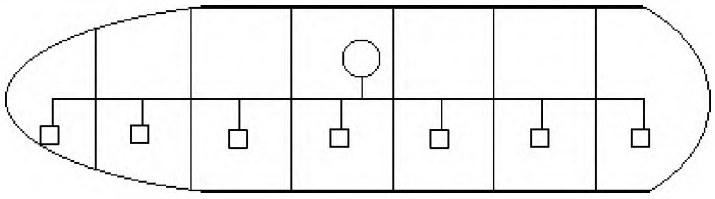


Рис. 2.1. Линейная схема построения ОСС

◯ - механизм;

□ - потребитель.

Линейная магистраль проходит через все судно с носа до кормы, и от нее отходят отростки в каждом отсеке к потребителям.

Преимущества:

- наиболее проста по конструкции;
- имеет минимальный вес и габариты;
- требует минимальное количество экипажа для обслуживания.

Недостатки:

- нарушается водонепроницаемость;
- магистраль больше подвергается повреждениям;
- имеет низкую живучесть.

Для повышения живучести линейной магистрали и всей ОСС в целом ее целесообразно проектировать по принципу автономных участков (рис. 2.2).

По этой схеме в каждом автономном участке есть свой механизм, что существенно повышает живучесть этой системы.

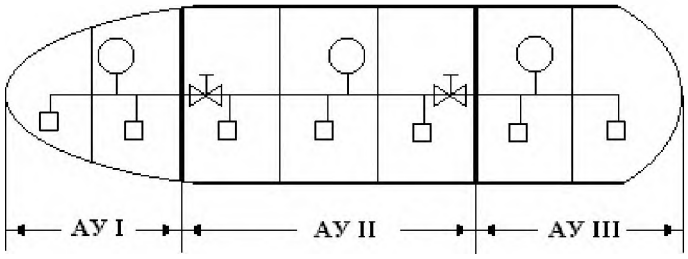


Рис. 2.2. Линейная схема построения ОСС по принципу автономных участков

2.2.2. Кольцевая схема

Кольцевая схема (рис. 2.3) состоит из двух трубопроводов (полуколец), проложенных вдоль судна по обоим бортам и нескольких перемычек, к которым подключены напорно-перекачивающие средства и потребители.

Перемычки могут отключаться от полуколец разъединительной арматурой.

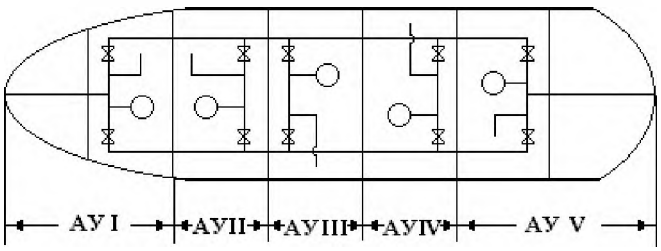


Рис. 2.3. Кольцевая схема построения ОСС

Кольцевая схема построения ОСС при соблюдении принципа автономных участков обеспечивает высокую степень надежности системы.

Недостатки:

- громоздкая, сложная в управлении;
- имеет большой вес и стоимость;
- коэффициент использования механизмов низкий.

именяется в основном на крупных судах. Целесообразно использовать для противопожарных систем, гидравлики, вентиляции и т. д.

Кольцевая схема построения системы может применяться в наиболее ответственных автономных участках, в пределах которых особенно необходимо повысить живучесть ОСС.

2.2.3. Групповая схема магистрали

Стремление повысить живучесть системы сокращением длины магистрали, которая легко поддается повреждению, путем разделения ее на отдельные малые отрезки и привело к проектированию системы по групповой схеме (рис. 2.4).

При групповой схеме система проектируется для отдельной небольшой группы смежных отсеков, помещений и др., что должна обслуживать этих потребителей в повседневной деятельности. Управление осуществляется отдельно каждой группой. Групповая схема при небольшом количестве потребителей резко повышает живучесть всей системы. Увеличение потребителей на одну группу приближает ее к линейной схеме, а уменьшение к одному потребителю-к автономной схеме.

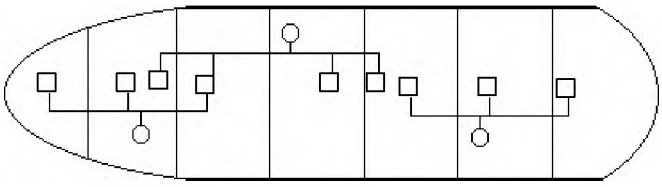


Рис. 2.4. Групповая схема построения ОСС

Преимущества при оптимальном количестве потребителей:

- малый вес и габариты;
- умеренное количество механизмов;
- малая длина магистралей;
- удобство управления и эксплуатации;
- высокая живучесть системы.

2.2.4. Автономная схема

Дальнейшие усилия, направленные на повышение живучести системы привели к полному исключению магистрали и к построению системы по автономной схеме. Построение системы по автономной схеме заключается в том, что каждый отсек на судне обслуживается самостоятельной системой (рис. 2.5).

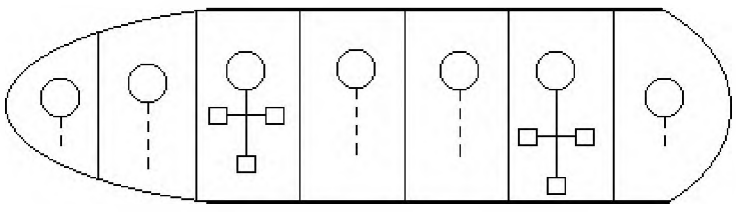


Рис. 2.5. Автономная схема построения ОСС

Обслуживание каждого потребителя самостоятельным механизмом и полное отсутствие магистрали намного повышает живучесть ОСС. Монтаж системы не нарушает водонепроницаемость отсеков.

Недостатки:

- наибольшее число механизмов, имеющих низкий коэффициент использования;
- большой вес и габариты системы;
- большая стоимость;
- высокие эксплуатационные затраты.

2.3. Принципы управления общесудовыми системами

Управление ОСС сводится к пуску и остановке ее механизмов, включению и выключению аппаратов и приборов обработки перекачиваемых сред, закрытию, открытию и регулированию арматуры с целью обеспечения заданных режимов работы системы. Управление системой заключается также в получении информации о выполнении команд управления и о состоянии всех управляемых органов.

В зависимости от места взаимного расположения оператора и управляемого органа управление может быть местным и дистанционным. При местном управлении оператор находится непосредственно около управляемого органа и влияет на него.

Тут же на месте расположения управляемого органа он получает информацию о прохождении команды и о положении органа. При дистанционном управлении управление системой ведется с пульта на расстоянии. Сюда же на пульт управления поступает информация о состоянии управляемых органов и прохождения сигналов управления.

Все системы управления можно также классифицировать по виду приводов, с помощью которых оно осуществляется. По этому признаку системы управления можно подразделить на ручные, механические и автоматические.

При ручном управлении управляемый орган перемещается мускульной силой операторов.

При механическом управлении перемещение управляемого органа осуществляется оператором с помощью механического привода (электрического, гидравлического, электрогидравлического, пневматического и др.).

При автоматическом управлении управляемый орган перемещается по заданным программам в зависимости от режима работы системы без влияния оператора.

Таким образом, управление ОСС по двум вышеприведенным признакам можно подразделить следующим образом:

- местное ручное;
- местное механическое;
- местное автоматическое;
- дистанционное ручное;
- дистанционное механическое;
- дистанционное автоматическое.

Местное ручное управление осуществляется с помощью ручных маховиков и подъемных приводов, *местное механическое* – с помощью гидравлических, электрических, пневматических и электрогидравлических приводов; *местное автоматическое* – с помощью регуляторов прямого действия.

Дистанционное ручное управление осуществляется с помощью валиковых дистанционных приводов; *дистанционное механическое* – с помощью механических приводов с пульта, *дистанционное автоматическое* – с помощью автоматически действующих приводов с пульта управления ОСС.

Наиболее распространенными видами управления в нынешнее время является дистанционное механическое и дистанционное автоматическое управление. Как резервные виды управления применяются также местное ручное и местное механическое управление. Управление ОСС ведется, как правило, оператором со специальных пультов, на которых есть органы управления (ключи), специальные приборы и мнемосхемы систем и их элементов.

Схемы местного механического и местного ручного управления показаны на рис. 2.6,а, схемы механического дистанционного и автоматического дистанционного управления – на рис 2.6,б.

При местном ручном и местном механическом управлении управляемый орган УО приводится в движение с помощью ручного (РП) или механического (МП) привода. Результаты влияния привода на управляемый орган фиксируются сигнализатором. При дистанционном механическом и дистанционном автоматическом управлении пост управления и объект управления связаны более сложной системой передачи сигналов.

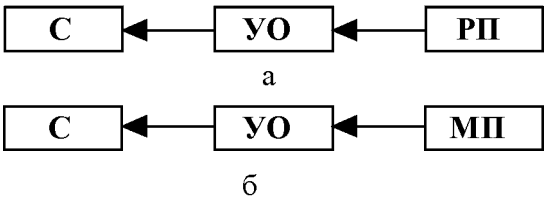


Рис. 2.6. Схема местного ручного (а)
и местного механического (б) управления

При дистанционном механическом управлении (рис. 2.7,а) оператор, находящийся на посту управления ПУ, влияет на ключ пульта управления ПУ, придает движение механическому приводу МП, что находится на объекте управления ОУ, что, в свою очередь, влияет на управляемый орган УО. Управляемый орган при своем движении влияет на сигнализатор С, что находится на объекте управления ОУ. Сигнал от сигнализатора С поступает на блок сигнализации БС, что находится на посту управления ПУ, а затем на информационную панель ИП, где воспринимается оператором, как обратную связь о прохождении команды и положения управляемого органа.

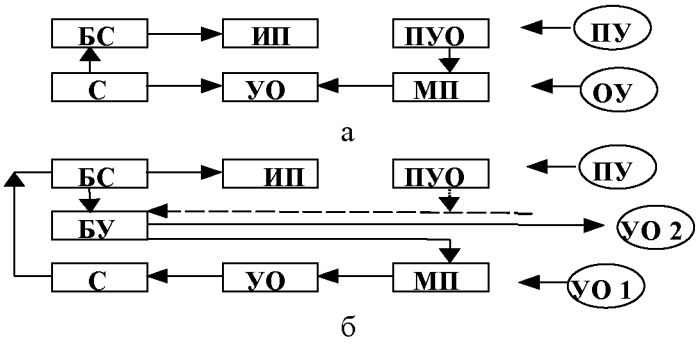


Рис. 2.7. Схема дистанционного механического (а)
и дистанционного автоматического (б) управления

При дистанционном автоматическом управлении управляющий сигнал может поступить на блок управления БУ с пульта оператора или от сигнализаторов объектов управления (пунктирная линия на рис. 2.7,б). В блоке управления (согласно полученного сигнала) формируется органами управления системы по заданной программе, то есть формируется последовательность и характер воздействия на управляемые объекты УО-1 і УО-2. Это влияние осуществляется путем включения механических приводов МП, влияющие на органы управления ОУ. Далее орган управления влияет на сигнализатор С, а сигнал поступает либо (как и при дистанционном механическом управлении) на блок сигнализации БС и информационную панель ИП, или через блок сигнализации БС на выработку сигнала управления в блок управления БУ, а через него к управляемым объектам УО.

Между дистанционным механическим и дистанционным автоматическим управлением существует ряд промежуточных вариантов управления, когда из общего числа операций управления автоматизируются не все, а лишь немногие. Другие же операции осуществляются дистанционно механически. Такие промежуточные способы управления ОСС в нынешнее время наиболее распространены на судах.

Вопросы самоконтроля

1. Какие есть общие принципы проектирования ОСС?
2. Какие есть общие схемы проектирования ОСС?
3. Преимущества и недостатки групповой схемы магистрали.
4. Какие есть принципы управления ОСС, их преимущества и недостатки?

Г л а в а 3

ОБЩЕСУДОВЫЕ СИСТЕМЫ

3.1. Назначение и принцип действия осушительной системы

Осушительная система предназначена для систематического удаления трюмной воды, появляющейся в результате протекания из-за неплотностей соединений трубопроводов, конденсации пара и т. д.

Для помещений, в которых не требуется систематическое удаление собравшейся трюмной воды, используют переносные осушительные средства.

На рис. 3.1 изображена принципиальная схема осушительной системы энергетических отсеков судна.

Система состоит из насоса 3, через приемные сетки 1 и клапанную коробку 4 удаляет воду по трубопроводу 6 или 7 из отсеков трюма, а по трубопроводу 8 – из цистерны сбора трюмных вод 9.

По напорному трубопроводу 2 вода может подаваться в цистерну сбора трюмных вод 9, а по трубопроводу 1 через палубную втулку 10 на внешнее приемное устройство. В аварийных случаях предусматривается откачка трюмных вод за борт. Но в повседневной эксплуатации перед клапаном подачи воды за борт устанавливают заглушку 11. Крепление заглушки пломбируют.

Как правило, по краям судна нет источников поступления нефтепродуктов и других вредных веществ. Поэтому из таких отсеков можно удалять трюмную воду за борт без загрязнения моря. В этом случае, вместо дорогих и сложных в эксплуатации осушительных насосов, используют водоструйные эжекторы, имеющие отлив за борт рабочей и осушаемой трюмной воды.

Например, как осушительные насосы используют электронасосы типа НЦВС 40/30 производительностью 40 м3/час. при напоре 30 м и водоструйные эжекторы типа ВЭЖ-10, производительностью 10 м3/час. при напоре рабочей воды от водяной противопожарной системы 80 м.

Осушительными средствами оборудуют все отделения, в которых размещены электропожарные и водоотливные насосы.

Включение и выключение осушительных эжекторов и насосов осуществляют, как правило, с места их установки (с местного поста). Кроме того, предусматривают автоматическую остановку осушительных насосов при снижении давления в напорном трубопроводе ниже допустимого, а также при предельном заполнении цистерн сбора трюмных вод. Сигнализацию о заполнении цистерн сбора трюмных вод выводят в постах энергетики и живучести.

Очистку и удаление трюмных вод из цистерн сбора осуществляют с помощью системы очистки трюмных вод.

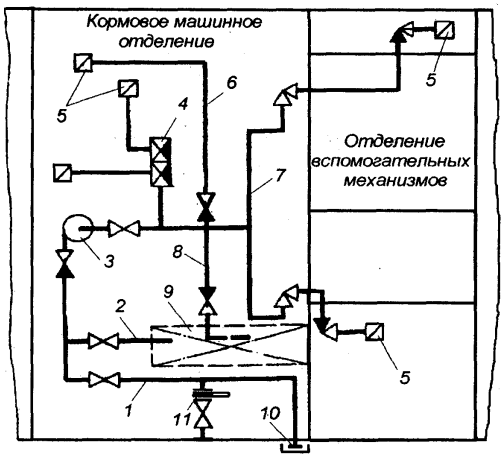


Рис. 3.1. Принципиальная схема осушительной системы:
1, 2-напорные трубопроводы; 3-насос; 4-клапанная коробка; 5-приемные сетки; 6, 7, 8-приемные трубопроводы; 9-цистерна сбора трюмных вод; 10-палубная втулка; 11 – заглушка.

Клапаны, установленные на осушительном трубопроводе для обслуживания смежных отсеков, обычно держат в закрытом состоянии. С целью предотвращения затопления судовых помещений при неправильной эксплуатации осушительных средств, на приемных трубопроводах осушительной системы перед насосами и эжекторами устанавливают невозвратно-запорные клапаны.

3.1.1. Назначение и принцип действия системы очистки трюмных вод

Система очистки трюмных вод предназначена для очистки от нефтепродуктов трюмных вод энергетических отсеков и удаления очищенной воды за борт.

Очистка нефтепродуктов от воды осуществляют сепараторами трюмно-балластных вод. Очищенную от нефтепродуктов воду удаляют за борт, а нефтепродукты собирают в специальные цистерны (цистерны нефтепродуктов). При отсутствии в цистерне нефтепродуктов, воды и механических примесей нефтепродукты, находящиеся в цистерне, иногда используют как топливо для вспомогательных котлов, или удаляют в береговые или плавучие емкости.

Принципиальная схема системы очистки трюмных вод изображена на рис. 3.2.

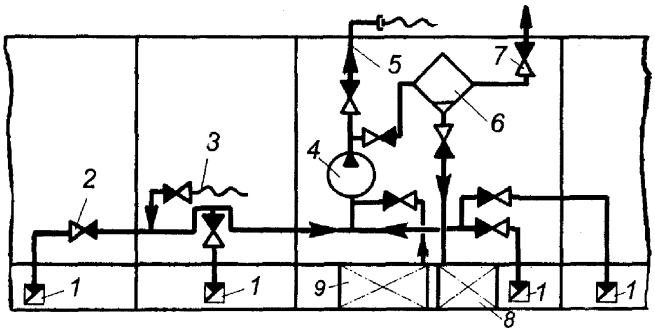


Рис. 3.2. Принципиальная схема системы очистки трюмных вод: 1 — приёмные сетки с клапанами; 2 — невозвратно-запорный клапан; 3 — зачистной гибкий шланг; 4 — насос; 5 — трубопровод выдачи трюмных вод на внешний объект; 6 — сепаратор трюмно-балластных вод; 7- клапан слива очищенной воды за борт; 8-цистерна сбора нефтепродуктов: 9— цистерна сбора трюмных вод

Система состоит из насоса 4, к которому из сточных цистерн 9 через приемную сетку с клапаном 1 и невозвратно-запорный клапан 2 или из цистерны сбора трюмных вод 9 поступает трюмная вода. Насос 4 подает трюмную воду в сепаратор трюмных вод 6, в котором происходит очистка воды от нефтепродуктов. Вода после очистки сливается за борт через невозвратно-запорный клапан 7, а нефтепродукты направляются в цистерну сбора нефтепродуктов 8.

Из труднодоступных мест трюма вода собирается с помощью зачистного гибкого шланга 3. Неочищенная вода может непосредственно подаваться насосом 4 в береговые или плавучие емкости по трубопроводу 5. Для обеспечения надежной работы насоса 4 перед его пуском заполняют приемный трубопровод забортной водой. На рис. 3.3 изображена схема сепаратора трюмных вод с фильтрующими элементами коалесцирующего типа.

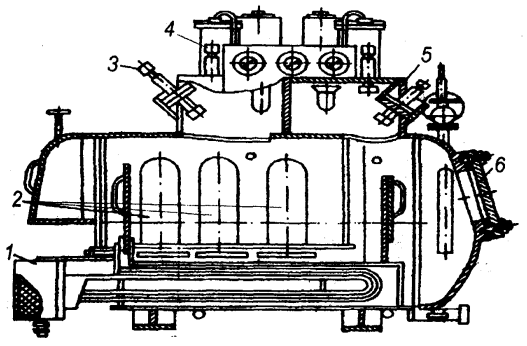


Рис. 3.3. Схема сепаратора трюмных вод коалесцирующего типа:
1-подогреватель; 2-коалесцирующие фильтрующие элементы;
3-датчик уровня; 4-клапан выпуска воздуха; 5 - нефтесборник;
6-горловина

Принцип действия сепаратора основан на том, что при прокачке смеси воды и нефтепродуктов через перфорированную мембрану часть нефтепродуктов задерживается силами поверхностного натяжения, которые возникают по периметру отверстий мембраны.

Эффект сепарации (разделения) жидкостей многократно усиливается, если по краям отверстий нанести специальный состав, например полипропилен. Мембрана такого типа играет важную роль в процессе очистки трюмных вод и является основной частью коалесцирующих элементов сепаратора.

Сепаратор состоит из коалесцирующих элементов 2, которые заполняют забортной водой, уровень которой контролируют с помощью датчиков 3. Для улучшения очистных свойств коалесцирующих элементов 2 забортную воду подогревают паром от системы парового отопления и хозяйственного парообеспечения до температуры (20-30)°С в подогревателе 1.

Для предотвращения попадания в сепаратор вместе с водой воздуха клапаны 4 автоматически выпускают воздух в отсек.

Схема коалесцирующего элемента представлена на рис.3.4. Він складається з зовнішнього 1 і внутрішнього дірчастого корпусу 3, між якими нанесені шари поліпропілену 2.

Для контроля очистной способности сепаратора на трубопроводах слива очищенной воды за борт устанавливают устройство для отбора проб. Пробу воды наливают в обезжиренную емкость (бутылку) через 5-10 С после открытия клапанов на устройстве для отбора проб.

Смесь нефтепродуктов и воды, подлежащей очистке, предварительно накапливают в цистернах сбора трюмных вод с помощью осушительных средств.

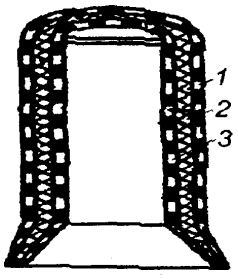


Рис. 3.4. Схема колесцирующего элемента
1 - наружный дырчатый корпус; 2 слой полипропилена; 3 – внутренний корпус

После введения в действие системы очистки трюмных вод, перед удалением очищенной и обеззараженной воды за борт в открытое море проверяют выполнение требований, определяемых МАРПОЛ-73/78.

Приемные и напорные трубопроводы изготовляют из медно-никелевого материала.

Трубопроводы, имеющие контакт с забортной водой, изготовляют медными, а трубопроводы для слива нефтепродуктов из нефтяных сборников – стальными. Арматуру устанавливают бронзовую.

Средства автоматического управления системой и сигнализации обеспечивают выполнение следующих функций:

- остановку насосов после откачки воды из цистерны трюмных вод;
- невозможность пуска насосов при температуре воды в сепараторе ниже 20°С и автоматическую поддержку температуры воды, которая поступает в сепаратор, в пределах (40н-50)"С. (Эта функция осуществляется при помощи электромагнитных клапанов);
- слив нефтепродуктов в цистерну сбора нефтепродуктов из нефтесборников сепаратора и остановку насосов при заполнении цистерн сбора нефтепродуктов;
- световую сигнализацию о верхнем и нижнем уровне нефтепродуктов в нефтесборниках, а также о наличии воды в цистернах сбора нефтепродуктов (при помощи датчиков уровня и сигнализаторов).

При выходе из строя системы автоматического управления контроль температуры воды в сепараторе осуществляют по ртутным термометрам. Контроль наполнения нефтесборников производят при помощи контрольных клапанов, установленных на сепараторе. В этом случае управление арматурой выполняют вручную. Нормальная работа коалесцирующих элементов обеспечивается при давлении в сепараторе не более 0,4 МПа (4 кг/см2) и температуре (35-40)°С.

3.1.2. Требования к проектированию и особенности расчета систем осушения

Система осушения должна иметь в одном машинном отделении не менее двух центробежных насосов с самовсасывающими устройствами. Осушительные эжекторы допускается использовать только в тех помещениях (отсеках), в которых исключено появление воды, загрязненной нефтепродуктами или другими вредными веществами, запрещёнными к сбросу за борт в соответствии с требованиями руководящих документов по предупреждению загрязнения моря.

На судах водоизмещением более 1000 т система должна строиться по автономной или групповой схеме, а трубопроводы - по линейной схеме. На судах водоизмещением менее 1000 г система должна строиться по групповой или централизованной схеме с установкой осушительных средств в энергетических отсеках.

Для водоизмещающих судов емкость цистерн трюмных вод должна обеспечить работу осушительной системы по назначению (в энергетических отсеках) в течение 5-6 суток, а для судов с динамическими принципами поддержания - в течение 3 суток.

При размещении в трюме сточных колодцев и других приемников системы осушения должна быть обеспечена возможность свободного доступа к ним экипажа для осмотра и очистки.

Приёмники системы необходимо располагать так, чтобы обеспечить осушение при крене судна до пяти градусов на любой борт. Приёмники должны снабжаться легко разбирающимися сетками, доступными для очистки. Сетки должны иметь отверстия диаметром (8-10) мм общей площадью S>3 DTn, где DTn - диаметр приёмного трубопровода, мм.

Объем сборных колодцев принимается для крупных судов 300-400 л, для малых – 150-250 л.

Степень разветвленности приемного трубопровода должна определяться в зависимости от количества обслуживаемых помещений и расположения осушительных колодцев. Для эффективной работы осушительного насоса (эжектора) надо ограничить количество подключаемых к нему приемных патрубков. Их не должно быть более пяти. В противном случае, рекомендуется установка дополнительного эжектора. С другой стороны, учитывая характер типовых неисправностей осушительной системы и вообще трудности с обеспечением надежного всасывания при размещении перекачивающих средств выше поверхности жидкости, необходимо стремиться к снижению гидравлического сопротивления приемного трубопровода и уменьшению его длины.

Отливной патрубок следует размещать так, чтобы обеспечить удаление воды за борт кратчайшим путем. При выводе отливного патрубка выше ватерлинии необходимо предусматривать подвод пара для обогрева забортного отверстия. При выводе отливного патрубка в забортное отверстие водоотливной системы, расположенное ниже ватерлинии, запорная арматура на нем должна дублироваться. Вся арматура осушительной системы должен быть невозвратно-запорной.

На трубопроводах, проходящих через водонепроницаемые переборки отсеков корабля, необходимо устанавливать запорную арматуру с дистанционным управлением.

Система очистки трюмных вод

Сбор трюмных вод для последующей их обработки системой очистки трюмных вод должен осуществляться осушительными средствами.

Емкость цистерн для нефтеостатков после сепарации трюмных вод должна составлять не менее 15 — 20% от ёмкости цистерн трюмных (нефтесодержащих) вод.

Цистерны сбора трюмных вод должны оборудоваться устройством, позволяющим определять количество содержимого в них, иметь подвод воды для промывки, воздушные трубопроводы, устройство для перемешивания содержимого, сигнализацию верхнего уровня (заполнение 80%). Для проведения дезинфекции цистерн должен быть предусмотрен подвод пара в их нижнюю часть.

На судах водоизмещением более 100 т должны быть выполнены конструктивные мероприятия по предотвращению загрязнения моря нефтепродуктами. Каждое судно должно оснащаться емкостями для сбора льяльных вод и средствами сепарации нефтеводяной смеси. Содержание нефтепродуктов в воде после очистки в сепараторе трюмных вод должно быть не более 15 мг/л. Кроме того, эти суда должны оборудоваться устройствами автоматического замера и контроля качества сепарации..

Если судно имеет стандартное водоизмещение менее 600 т, он должен оснащаться емкостями для сбора льяльных вод. Льяльные воды из этих емкостей должны сдаваться на приемные плавучие или береговые устройства. Объем емкостей должен определяться с учётом обеспечения сбора в них льяльных вод в течение 2-3 суток плавания судна.

Средства очистки трюмных вод должны быть автоматизированы для выполнения следующих функций:

- сбор очищенных нефтепродуктов и их слив в соответствующую цистерну;
- обеспечение требований к качеству очистки нефтепродуктов;
- слив очищенной воды (за борт или в соответствующую цистерну);
- ввод в действие средств очистки при заполнении колодцев отсека трюмной водой.

Определение количества средств осушения

Устанавливаемое в отсеке количество средств осушения зависит от класса корабля, выбранной схемы осушительной системы и типа осушительных средств.

Как правило, осушительную систему проектируют по групповой схеме, а количество средств осушения и их производительность определяют из следующих условий:

1. В энергетических отсеках для всех классов кораблей должно устанавливаться не менее

двух осушительных насосов.

2. Если в оконечностях корабля отсутствуют источники загрязнения трюмных вод нефтепродуктами, то допускается установка в этих помещениях эжекторов.

3. Производительность осушительных средств, обеспечивающих работу сепараторов, не должна превышать производительность самих сепараторов.

4. Производительность самих сепараторов должна обеспечивать чистку расчётного суточного количества трюмных вод за 6- 8 ч.

Особенности гидравлического расчета систем осушения

Гидравлический расчет систем осушения состоит в решении обратной задачи, методика решения которой изложена в Приложении А.

Диаметры трубопроводов выбирают по прототипу, а также можно использовать следующие зависимости::

- для трубопроводов, непосредственно присоединяемых к насосу:

$$D = \sqrt{2{,}8L(B+H)} + 25 \text{ мм}, \qquad (3.1)$$

- для приёмных отростков трубопроводов отсека и трубопроводов, которые присоединяют к ручным насосам:

$$D = \sqrt{2{,}8l(B+H)} + 25 \text{ мм}, \qquad (3.2)$$

где L, B, H – длина, ширина и высота борта судна соответственно, м;

l – длина осушаемого отсека, м.

Однако независимо от полученных результатов диаметр трубопроводов приемных отростков должен быть не менее 50 мм. Если отсек имеет небольшие размеры, диаметр трубопроводов можно уменьшить до 32 мм.

Вычисление потерянных напоров для линии трубопроводов, имеющей, по предварительной оценке, наибольшее гидравлическое сопротивление, производят при расходе, равном производительности насоса.

Для обеспечения работы системы необходимо, чтобы сумма статического напора, скоростного напора и потерянного напора на любом из приемных трубопроводов системы не превышала допустимой вакуумметрической высоты всасывания для данного насоса.

3.2. Назначение и принцип действия водоотливной системы

Водоотливная система предназначена для удаления за борт больших масс воды, поступившей в отсеки судна в результате получения пробоин и неплотностей в корпусе, а также тушения водой пожаров и её фильтрации из смежных затопленных отсеков.

Следует отметить, что водоотливную систему, как правило, исполь-зуют после временной заделки пробоин и неплотностей в корпусе судна. Водоотливная система обязательна к установке на пассажирских судах и судах, где требуется повышенные меры по борьбе за живучесть судна и спасению людей.

На рис. 3.5 представлена типовая схема водоотливной системы.

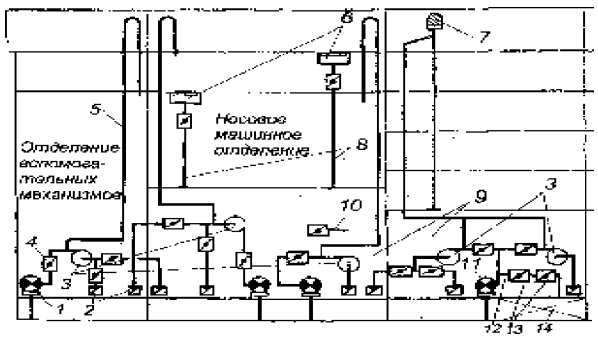


Рис. 3.5. Типовая схема водоотливной системы:
1, 11 — кингстоны; 2 — приемная сетка с клапаном; 3 —насосы; 4, 13 — пневмозатворы; 5 — воздушный трубопровод; 6—автоматические спускные клапаны; 7 —воздушная головка; 8—трубопроводы спускной системы; 9— помещения водоотливных насосов; 10 — трубо-провод перепускной системы; 12—трубопровод балластной (дифферентной или креповой) системы; 14 — топливная цистерна

Для поддержания атмосферного давления в затопленных помещениях размещают воздушные трубы 5, на концах которых устанавливают воздушные головки 7 с сетками.

Для введения в действие водоотливных насосов 3 открывают сначала пневмозатворы 4 на всасывающем и на отливном трубопроводе, а затем дистанционно (с помощью магнитного пускателя) делают пуск насоса.

Для пропуска воды из смежных отсеков (помещений) в помещение с водоотливными средствами служит перепускная система.

Если обслуживаемое помещение располагается в надстройке, перепуск воды возможен на открытые участки палубы, оборудованной шпигатами, позволяющими удалять воду за борт.

Перепускная система состоит из трубопровода 10, по которому через открытый пневмозатвор перепускают воду из смежного затопленного отсека (помещения) в помещение с водоотливными средствами.

Дистанционное управление системой осуществляют из трюмных бое-вых постов путём подачи сжатого воздуха среднего давления 4,5 МПа на привод пневмозатвора 4.

При отсутствии сжатого воздуха осуществляют местное ручное управление затворами 4 при помощи ручного привода.

Для спуска воды из вышерасположенных помещений в нижерасполо-женные помещения предназначена спускная система.

Система состоит из автоматических спускных клапанов 6, пневмозатворов и трубопроводов 8.

Из концевых отсеков судна воду удаляют водоотливными эжекторами.

На рис.3.6 представлена типовая схема участка водоотливной системы.

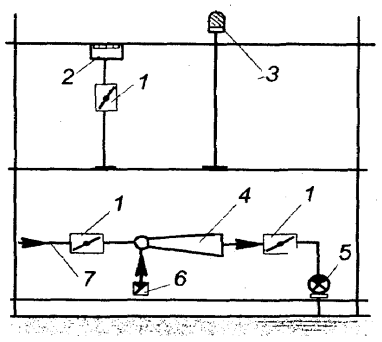


Рис. 3.6. Типовая схема участка для концевого отсека к водоотливной системы для концевого отсека судна: 1-пневмозатвор; 2-автоматический спускной клапан; 3-воздушная головка; 4-водоотливной эжектор; 5-кингстон; 6-приемная сетка с клапаном; 7-трубопровод водяной противопожарной системы

Схема принципиально не отличается от схемы, представленной на рис. 3.5, кроме того, что вместо водоотливных насосов используют водоотливные эжекторы 4.

Для выравнивания аварийных кренов и дифферентов, а также для создания искусственных кренов и дифферентов служат креновая и дифферентная системы судна.

Балластная система служит для повышения остойчивости судна путём заполнения балластных или топливных цистерн.

Принцип действия креновой, дифферентной и балластной системы судна одинаков. Эти системы для спрямления крена и дифферента судна используют топливные и дифферентные цистерны или топливные и дифферентные отсеки.

Каждая из этих систем состоит (см. рис. 3.5) из трубопровода 12 по которому самотёком забортная вода через кингстон водоотливной системы 11, пневмозатворы 13 поступает в топливную (дифферентную) цистерну 14.

Удаление воды из топливных (дифферентных) цистерн после их балластировки производят переносными водоотливными средствами. Принципиальная схема осушения топливных (дифферентных) цистерн после их балластировки при помощи переносных водоотливных средств представлена на рис. 3.7.

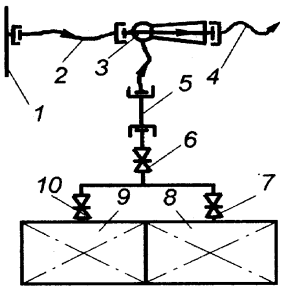


Рис. 3.7. Принципиальная схема осушения топливных (дифферентных) цистерн после их балластировки при помощи переносных водоотливных средств: 1-трубопровод водяной противопожарной системы; 2-рукав рабочей воды; 3-эжектор; 4-отливной рукав; 3-переходной патрубок; 6, 7, 10 клинкетные задвижки; 8, 9-топливная (дифферентная) цистерна.

Осушение топливных (дифферентных) цистерн осуществляется посредством переносного водоотливного эжектора (насоса) 3, который присоединяют к переходному всасывающему патрубку 5, рукаву рабочей воды 2 от трубопровода 1 водяной противопожарной системы и отливному рукаву 4, который подают на плавучую емкость.

После подачи рабочей воды из трубопровода 5 водяной противопожарной системы на эжектор (пуска переносного водоотливного насоса) вода из цистерны 8 или 9 через открытые клинкетные задвижки 7 или 10, клинкетную задвижку 6 и переходной патрубок 5 по отливному рукаву 4 поступает в плавучую ёмкость.

Водоотливные насосы

На судах применяют центробежные водоотливные насосы вертикального исполнения, принципиальная схема которых представлена на рис. 3.8.

Насос состоит из корпуса (улитки) 6, внутри которого размещают рабочее (лопастное) колесо 4, закреплённое при помощи шпонки на вертикальном валу 3 ротора насоса, имеющего привод от электродвигателя 2.

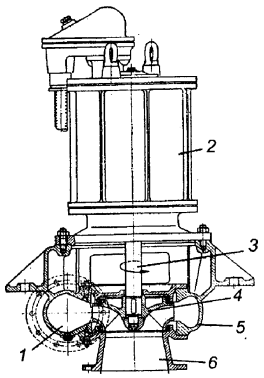


Рис. 3.8. Схема водоотливного насоса: 1-напорный патрубок; 2-электродвигатель; 3-вал; 4-рабочее колесо; 5-корпус; 6-всасывающий патрубок

В нижней части корпуса насоса находится всасывающий патрубок 6, к которому присоединяется приёмный трубопровод, а сбоку - напорный патрубок 1, соединённый с отливным трубопроводом.

Все центробежные насосы несамовсасывающие и поэтому их рабочее колесо должно быть при работе заполнено водой. Вот почему их необходимо располагать как можно ниже, т.е. непосредственно на втором дне.

Водоотливные эжекторы

Схема водоотливного эжектора представлена на рис. 3.9.

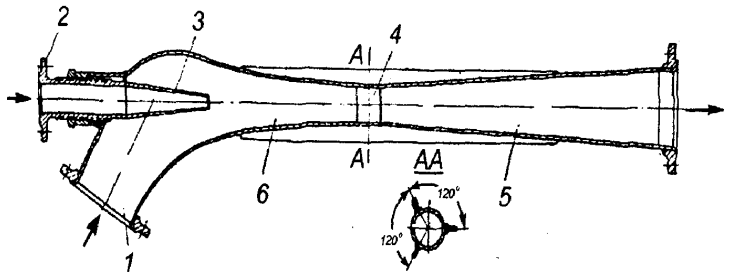


Рис. 3.9. Схема водоотливного эжектора:
1-приемный патрубок; 2-фланец для трубопровода рабочей воды; 3-насадка; 4-горловина; 5-диффузор; 6-камера смешения

На судах используют водоотливные эжекторы производительностью от 25 до 160 м3/ч.

Эжектор состоит из двух конических труб, соединенных между собой горловиной 4. По трубопроводу, присоединённому к фланцу 2, подаётся рабочая вода от водяной противопожарной системы. При выходе из малого отверстия насадки 3 рабочая вода увеличивает скорость движения и создаёт в камере смешения 6 разряжение, благодаря чему в камеру смешения засасывается вода из приёмного патрубка 1, которая, смешиваясь с забортной водой, проходит в диффузор 5.

В диффузоре 5 кинетическая энергия потока жидкости в результате уменьшения скорости движения преобразуется в энергию давления.

В табл. 3.1 приведены технические характеристики водоструйных эжекторов. Характеристики эжектора даны при давлении рабочей воды перед эжектором 0,7 МПа (7,0 кгс/см2).

Таблица 3.1

Технические характеристики водоструйных эжекторов

Характеристики эжектора	Марка эжектора		
	ВЭЖ-40	ВЭЖ-25	ВЭЖ-П25П
Подача, м3/ч	40	25	25
Расход рабочей воды, м3/ч	38,5	24	24
Высота всасывания, м	4	4	4
Высота нагнетания, м	10	10	10
Условный проход, мм: - всасывающего патрубка - патрубка рабочей воды - отливного патрубка	 80 65 100	 65 50 80	 62 50 62

Переносные эжекторы снабжают приемными рукавами длиной 4 м с сеткой и отливными рукавами длиной 20 м. Рабочую воду к эжектору подают через рукав водяной противопожарной системы, который присоединяют к пожарному рожку.

Автоматический спуск воды из вышерасположенных помещений осуществляют при помощи автоматических спускных клапанов.

На рис.3.10 представлена схема автоматического спускного клапана.

Клапан состоит из тарелки 1, которая открывается при давлении воды 200-250 мм водяного столба.

На колонке указателя 3 выгравированы три риски и буквы: «О», «З», «Н». При положении указателя против рисок:

- с буквой «О» - клапан открыт принудительно;
- с буквой «З» - закрыт принудительно;
- с буквой «Н» - клапан установлен в положение на автоматический спуск воды в помещения с водоотливными средствами.

Пружина 4 исключает возможность перетока воды из затопленного помещения, которое расположено палубой ниже, так как давлением воды тарелка 1 прижимается к уплотнительному кольцу 2..

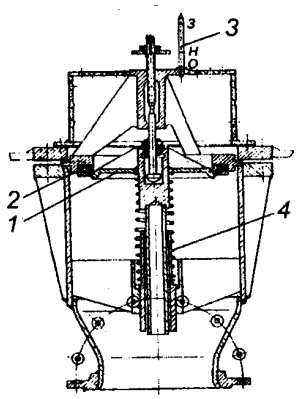


Рис. 3.10. Автоматический спускной клапан:
1-тарелка; 2-уплотнительное кольцо; 3-колонка указателя; 4 - пружина

Управление системой

Управление водоотливной и перепускной системой осуществляют из трюмных постов, расположенных на первой непрерывной палубе. Органы управления и сигнализации, а также контрольно-измерительные приборы обслуживают каждый автономный участок системы и позволяют дистанционно управлять переключением арматуры при помощи сжатого воздуха давлением 4,5 МПа (45 кгс/см2). Воздух среднего давления, используемый для переключения арматуры, хранят в баллонах и используют толь-ко для этих целей.

Из трюмных боевых постов осуществляют пуск и остановку водоотливных насосов при помощи магнитных пускателей.

Контроль подачи электропитания на насосы и конечного положения поворотных затворов осуществляют по мнемосхемам на щитах сигнализации и пульте управления общесудовыми системами.

Переключение арматуры (пневмозатворов) можно производить и непосредственно из помещения водоотливных средств.

3.2.1. Требования к проектированию и особенности расчёта водоотливной системы

Требования к проектированию

Для малых судов и катеров допускается совмещение водоотливной и осушительной системы при соблюдении требований по предупреждению загрязнения моря.

Водоотливная система на судах водоизмещением свыше 1000 т должна выполняться по автономной схеме для любого отсека, а водоизмещением до 1000 т - по автономной схеме для машинных отделений. Для повышения живучести системы следует предусматривать возможность удаления воды из затопленных помещений средствами смежных отсеков.

В качестве водоотливных средств рекомендуется использовать водоотливные насосы и эжекторы.

Водоотливные насосы должны надежно работать в затопленном помещении и иметь напор, превышающий статический напор забортной воды, который определяется высотой линии аварийных напоров для рассматриваемого отсека. Водоотливные электронасосы должны обеспечиваться электропитанием не менее чем от двух независимых источников. Кроме того, они должны иметь возможность обеспечения аварийным питанием при помощи аварийных сростков и надёжно работать при аварийных кренах и дифферентах судна.

В оконечностях корабля допускается применение водоотливных эжекторов и построение системы по схеме с автономными участками.

Управление водоотливной системой должно осуществляться дистанционно из поста. Трюмные боевые посты следует размещать на первой непрерывной палубе. Электрооборудование системы управления должно иметь двубортное питание..

В помещениях, где нет средств водоотлива, должны быть предусмот-рены переносные «погружные» водоотливные электронасосы. В целях обеспечения надежной работы системы рекомендуется уменьшать длину всасы-вающих трубопроводов и количество путевых соединений.

Для судов стандартным водоизмещением более 1000 т должен быть предусмотрен автоматический спуск воды из помещений судна в помещения с водоотливными средствами.

Забортные отверстия должны иметь два запора.

Заполнение водой штатных отсеков для спрямления крена и диффе-рента должно составлять не более 10-15 мин, а нештатных отсеков - не более 30 мин.

Осушение штатных отсеков, используемых для спрямления крена и дифферента должно составлять не более 12 мин, а нештатных отсеков - не более 60 мин.

Заполнение водой и последующее осушение дифферентных цистерн должно составлять не более 12 мин.

Управление креновой и дифферентной системами должно осуществляться из трюмных постов, размещаемых на первой непрерывной палубе.

Заполнение водой и последующее осушение балластных цистерн должно составлять не более 15 мин, а балластных отсеков - не более четырех часов. При этом должно быть исключено попадание воды в топливную систему судна. Для балластной системы должно быть предусмотрено дистанционное управление её техническими средствами.

Рекомендуется использовать бронзовую арматуру и медно-никелевые трубопроводы. Для перепускной системы допускается выполнять трубопроводы из оцинкованной стали.

3.2.2. Особенности расчёта водоотливной системы

В практике расчета водоотливной системы широко используют упрощенное выражение для определения времени удаления воды из отсека t:

$$t = \frac{kV_3}{mQ_н}, \tag{3.3}$$

где V_3 – затопленный объём отсека, м^3;

k = 0,6 – 0,8 – коэффициент заполнения отсека оборудованием;

m – количество водоотливных средств;

$Q_н$ производительность одного водоотливного средства, м3/ч.

Диаметры трубопроводов и потери напора в системе определяют решением обратной задачи гидравлического расчёта по формулам, изложенным в Приложении А.

Расчет водоотливной системы обычно производят для нормального водоизмещения судна и без учета изменения осадки судна при удалении воды из отсека. Для каждого водонепроницаемого отсека определяют его расчетный объем (kV) и проверяют выполнение требований к проектированию по времени удаления воды:

$$t \geq t_{треб.} \tag{3.4}$$

3.2.3. Особенности расчёта перепускной системы

Схема перепускной системы определяется классом проектируемого судна и количеством обслуживаемых системой помещений. Диаметр перепускных трубопроводов и арматуры часто принимают по прототипу. Расчет системы выполняют для проверки условия бесперебойной работы водоотливного средства. Если водоотливной насос удаляет воду из отсека, имеющего затопленный объем (k V3) за время:

$$t = \frac{kV_3}{Q_н}, \tag{3.5}$$

то диаметр перепускного трубопровода должен обеспечить перепуск воды из смежного отсека за время:

$$t_{пер} \leq t. \tag{3.6}$$

Расход воды (Q) в м3/с, поступающей в отсек через перепускной тру-бопровод, можно ориентировочно определить следующим образом (рис. 3.11):

$$Q_{пер} = \mu F\sqrt{2g(H_{смеж} - h)}, \tag{3.7}$$

где F – площадь сечения отверстия перепускного патрубка, м^2;

$H_{смеж.}$ – начальный напор воды в отсеке, из которого перепускается вода, м;

h – возвышение центра перепускного трубопровода над уровнем воды в отсеке, в который перепускается вода, м;

μ = 0,60 – 0,75 – коэффициент расхода.

Ориентировочное время перепуска воды при среднем напоре

$$H_{ср} = H_{смеж} - h \tag{3.8}$$

будет составлять:

$$t_{\text{пер}} = \frac{kV_3}{Q_{\text{пер}}^{\text{ср}}}, \qquad (3.9)$$

где $Q_{пер}^{ср} = \mu F\sqrt{2gH_{ср}}$.

Принимаем время перепуска воды $t_{\text{пер}} = t$, год.;
площадь сечения перепускного трубопровода:

$$F = \frac{\pi D^2}{4}, \text{ м}^2.$$

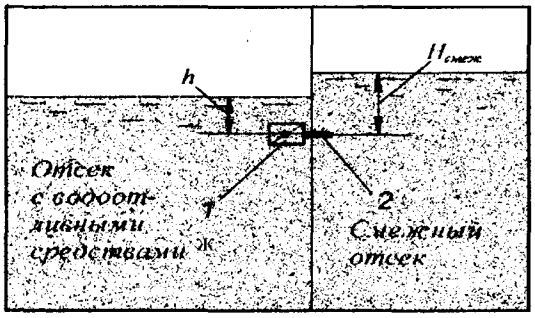


Схема перепуска воды в отсек:
1 - пневмозатвор; 2 - перепускной трубопровод

Тогда диаметр перепускного трубопровода D:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot kV_3}{3600\mu\pi t\sqrt{2gH}}}, \text{ м.} \qquad (3.10)$$

Диаметр спускного трубопровода определяем по формуле (3.10) из таких же соображений.

3.3. Назначение водяной противопожарной системы и принцип её действия

Возникающие на судне пожары приводят к снижению его живучести, утрате материальных ценностей, гибели экипажа и даже самого судна. Наиболее доступной и дешевой средой для тушения пожаров является забортная вода, которая при охлаждении очага пожара создаёт вокруг него не поддерживающую горение атмосферу из образующихся при испарении воды паров. При атмосферном давлении и температуре 100°С, вода обладает удельной теплотой испарения около 2260 кДж/кг, которая превосходит удельную теплоту испарения других жидкостей.

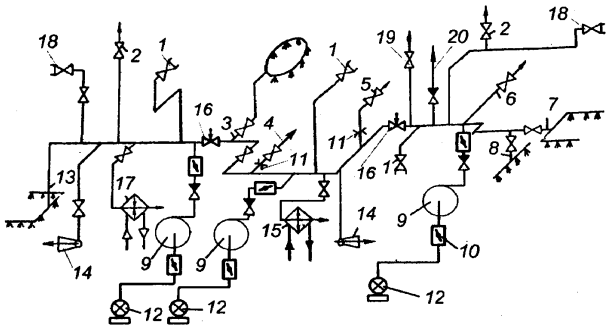


Рис. 3.12. Принципиальная схема водяной противопожарной системы с построением трубопроводов по линейной схеме:
1,18- пожарные рожки; 2 -трубопровод системы водяной защиты; 3-трубопровод системы орошения сходов и вахт; 4 – трубопровод системы охлаждения; 5 -трубопровод системы бы-товой забортной воды; 6-трубопровод обмыва якорных цепей; 7-трубопровод системы оро-шения; 8 - трубопровод системы пенотушения; 9-электропожарные насосы; 10-пневмозатворы; 11- дроссельные шайбы; 12-кингстоны; 13-трубопровод системы водорас-пыления; 14-

водоструйные эжекторы; 15 - водоохладитель; 16 - разобщительные клапаны; 17-водоподогреватель; 19 - трубопровод промывки ниш успокоителя качки; 20-трубопровод промывки фекальных и сточных цистерн

Основной системой, обеспечивающей тушение пожаров забортной водой, является водяная противопожарная система. Водяная противопожарная система предназначена для тушения пожа-ров на корабле путем подачи воды из-за борта и обеспечения забортной водой потребителей.

Действие водяной противопожарной системы основано на принципе охлаждения горящего предмета струями воды из ручных или лафетных стволов.

Принципиальная схема водяной противопожарной системы с построением трубопроводов по линейной схеме представлена на рис. 3.12.

Система состоит из электропожарных насосов 9, которые через кингстоны 12 и пневмозатворы 10 подают забортную воду в трубопроводы системы и к её потребителям.

Потребителями забортной воды от водяной противопожарной системы являются:

- пожарные рожки 1 с условным диаметром Dy = 50 мм, которые используют для тушения пожаров и пожарные рожки 18 с условным диаметром Dy = 65 мм для выдачи на другой объект забортной воды и её приёма на судно;
- трубопровод 2 системы водяной защиты;
- трубопровод 3 системы орошения сходов и вахт;
- трубопровод 4 системы охлаждения;
- трубопровод 5 системы бытовой забортной воды;
- трубопровод 6 обмыва якорных цепей;
- трубопровод 7 системы орошения;
- трубопровод 8 системы пенотушения;
- трубопровод 13 системы водораспыления;
- водоструйные эжекторы 14;
- водоохладители 15;
- водоподогреватели 17;
- трубопровод 19 промывки ниш успокоителя качки;
- трубопровод 20 промывки фекальных и сточных цистерн.

Для уменьшения давления воды перед трубопроводом 4 системы охлаждения и трубопроводом 5 системы бытовой забортной воды устанавливают дроссельные шайбы 11.

Водяную противопожарную систему при помощи клапанов с дистанционным управлением 16 разобщают на автономные участки.

Забортную воду в водяную противопожарную систему подают пожарные центробежные насосы типа НЦВ 160/80, НЦВ 220/100, которые имеют производительность соответственно 160 м3/ч и 220 м3/ч при напоре 0,8 МПа (8 кгс/см2) и 1,0 МПа (10 кгс/см2). Пожарные насосы, размещенные вне энергетических отсеков, находятся в специальных помещениях, которые принудительно вентилируются.

На рис. 3.13 представлена принципиальная схема трубопроводов пожарного насоса, размещенного вне энергетических отсеков.

Схема состоит из электропожарного насоса 12, который по приемному трубопроводу через пневмозатвор 20 и кингстон 19 подает забортную воду из кингстонного ящика 18 по напорному трубопроводу 16, через невозвратно-запорный клапан 13 и пневмозатвор 15 в магистральный трубопровод водяной противопожарной системы.

Для предупреждения перегрева гидравлической части работающего насоса 12 при отсутствии расхода воды на потребители, забортная вода удаляется за борт по трубопроводу «нулевого расхода» 23 через невозвратно-запорный клапан 7. Этот трубопровод присоединяют к напорному трубопроводу 16 перед невозвратно-запорным клапаном 13 и к трубопроводу 8 (удаления воды за борт от воздухоохладителя).

При движении судна задним ходом и во время шторма в приёмный трубопровод попадает воздух. Для его удаления применяют воздушные трубы 1 с головкой 2, которые присоединяют к кингстонному ящику 18 через клапан 22 и к приёмному трубопроводу насоса 12.

При плавании судна в арктических условиях по трубопроводу 17 подают пар на обогрев кингстонов 19, а по трубопроводу 23 через клапан 21 подают забортную воду для промывки кингстонных ящиков 18.

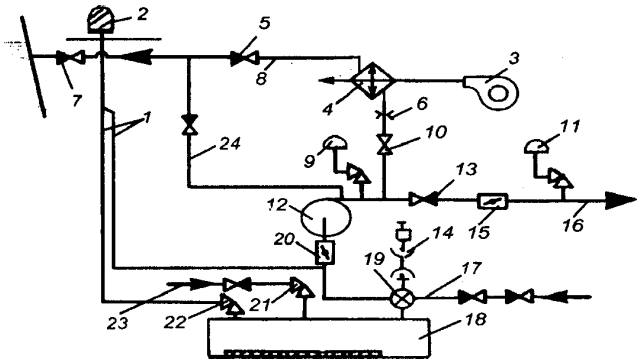


Рис. 3.13. Принципиальная схема трубопроводов пожарного насоса:
1-воздушные трубопроводы; 2-головка воздушного трубопровода; 3 - вентилятор; 4 - возду-хоохладитель; 5, 7, 11, 13 - невозвратно-запорные клапаны; 6-дроссельная шайба; 7 - трубо-провод удаления воды за борт от воздухоохладителя; 9, 11 - реле давления; 10, 21, 22 - кла-паны; 12 - пожарный насос; 14 - валиковый привод; 15, 20 - пневмозатвор; 16 - напорный трубопровод; 17 - паропровод обогрева кингстона; 18 - кингстонный ящик; 19 - кингстон; 23 - трубопровод промывки кингстонного ящика; 24 – трубопровод «нулевого расхода»

Учитывая, что кингстоны 19 установлены в труднодоступных местах, их открывание и закрывание осуществляют при помощи валиковых приводов 14.

Для снижения температуры воздуха в помещении пожарного насоса устанавливают вентилятор 3 с воздухоохладителем 4, в который подают охлаждающую воду через клапан 10 и дроссельную шайбу 6, а отводят воду за борт по трубопроводу 8 через клапаны 5 и 7.

Сигнал о запуске электропожарного насоса 12 подает реле давления 9, а сигнал о пуске дополнительного электропожарного насоса при снижении давления забортной воды в системе ниже 0,7 МПа подает реле давления 11.

На всех судах водяная противопожарная система всегда находится под давлением, что предполагает постоянную работу не менее одного пожарного насоса.

Забортную воду подают к очагу пожара при помощи пожарных рукавов и присоединённых к ним пожарных стволов. На открытых участках палубы используют рукава, длиной 20 м, а во внутренних помещениях - длиной 10 м.

Если судно полностью обесточивается и работа электропожарных насосов невозможна, подачу забортной воды к пожарным стволам и рукавам для тушения пожара обеспечивают при помощи переносных мотонасосных агрегатов различного типа.

Управление арматурой для разобщения системы на автономные участки и насосами для их пуска, остановки или перевода на режим автоматического запуска с пульта управления, осуществляют дистанционно.

Систему используют на следующих основных режимах:

1. Работа насосов в пределах автономных участков.
2. Работа насосов на основные потребители судна.
3. Работа насосов при включенных участках системы водяной защиты.

Обычно для обеспечения пожарной безопасности в действии находится один насос и один-два насоса подготовлены к автоматическому пуску при понижении давления забортной воды в системе.

При необходимости вводят в действие по одному пожарному насосу на каждом автономном участке, а все остальные насосы устанавливают на режим «автоматический пуск».

При использовании системы водяной защиты вводят в действие все пожарные насосы, а водяную противопожарную систему разобщают на автономные участки.

Следует помнить, что на всех режимах вращающийся резерв мощности генераторов должен обеспечивать возможность включения пожарных насосов, подготовленных к автоматическому пуску.

Для обеспечения пожарной безопасности, при длительном бездействии судна, воду в пожарную магистраль могут принимать с берега. Подача воды должна быть не менее 100 м3/ч при напоре не менее 0,6 МПа (6 кгс/см2). При этом один из пожарных насосов должен быть приготовлен к немедленному пуску.

Приём воды в водяную противопожарную систему и выдачу воды из этой системы на другой объект осуществляют через рожки и пожарные рукава.

3.3.1. Требования к проектированию и особенности

расчёта водяной противопожарной системы

Требования к проектированию

Водяная противопожарная система должна строиться по централизованной схеме с автономными участками, а трассировка трубопроводов может осуществляться по линейной, кольцевой или линейно-кольцевой схемам. Для судов малого водоизмещения следует применять линейную схему трубопроводов, а для судов большого водоизмещения - кольцевую или линейно-кольцевую схему.

Водяной противопожарной системой должны оборудоваться все суда.

Трубопроводы системы должны быть проложены, по возможности, в отапливаемых помещениях. В случае прокладки трубопроводов на открытой палубе или в не отапливаемых помещениях должна быть предусмотрена возможность их отключения и осушения для предотвращения замерзания при отрицательной температуре наружного воздуха.

Каждый пожарный насос должен иметь самостоятельный приёмный трубопровод с кингстоном или кингстонным ящиком. Кингстоны и кингстонные ящики должны обеспечивать нормальную работу насосов на переднем и заднем ходу судна.

Для предотвращения засорения приёмных забортных отверстий их необходимо располагать, как только возможно, ниже конструктивной ватерлинии судна.

Пожарные рукава рекомендуется размещать в сухих отапливаемых помещениях.

Пожарные насосы, как правило, необходимо устанавливать в энергетических отсеках. Допускается размещение пожарных насосов в специально оборудованных помещениях, расположенных вне энергетических отсеков. У каждого пожарного насоса должен быть предусмотрен трубопровод сброса воды («нулевого расхода»), обеспечивающий длительную работу насоса без перегрева при отсутствии расхода воды потребителями системы.

Пожарные насосы должны иметь управление с места их установки. Рекомендуется предусматривать дистанционное управление арматурой системы и насосами.

Для исключения гидравлических ударов в трубопроводах системы время открытия и закрытия дистанционно управляемой запорной арматуры должно составлять от 0,5 до 1,5 мин. Бортовые и днищевые отверстия, расположенные ниже ватерлинии, как правило, должны иметь двойной запор (кингстон или клинкет, а за ним второй клинкет, клапан или поворотный затвор). На судах с осадкой до двух метров на приемном трубопроводе рекомендуется устанавливать грязевую коробку или фильтр, конструкция и расположение которых должны обеспечивать лёгкость их очистки.

Трубопроводы системы не должны проходить через отсеки с горючими веществами, водяные и масляные цистерны. В случае крайней необходимости, трубопроводы можно прокладывать через упомянутые отсеки и цистерны в специальных туннелях при условии обеспечения водонепроницаемости отсеков. Разъёмные соединения в районе туннеля в случае, если к ним нет доступа, не допускаются. В случае прохода трубопроводов в зашивке, они должны быть закрыты лёгкосъемными щитами или лючками, располага-емыми в районе соединений трубопроводов.

Допускаются следующие скорости воды в трубопроводах:

- в напорных трубопроводах до 10 м/с;
- в приемных трубопроводах до 5 м/с.

Рекомендуется применять арматуру, путевые соединения и трубопроводы, изготовленные из следующих материалов:

- трубопроводы из медно-никелевого сплава;
- запорную арматуру из бронзы;
- • путевые соединения (патрубки, тройники и колена) - литые бронзовые.

Допускается применение бронзовой арматуры на стальном трубопроводе. При этом необходимо предусматривать протекторную защиту.

Пожарные рожки, рукава и стволы следует размещать по судне таким образом, чтобы обеспечить подачу не менее двух струй воды от различных пожарных рожков в любую точку отсека.

Для предохранения труб от коррозии в местах образования завихрений потока (за арматурой и на отростках) необходимо предусматривать стальные междуфланцевые протекторы.

Для предотвращения отпотевания трубопроводы следует изолировать теплоизоляционным материалом, в машинных отделениях - обшивать асбестовой тканью, а вне машинных отделений - парусиной. Толщина изоляции трубопроводов должна составлять около 10 мм.

Особенности расчета

Для определения необходимого количества пожарных насосов и их производительности рассматривают основные режимы работы системы.

Работа насосов системы в пределах автономных участков

Этот режим работы системы является наиболее тяжёлым по причине использования пожарных насосов на каждый из разобщенных участков.

Количество насосов для каждого автономного участка системы определяют по формуле:

$$m = \frac{\sum_{i=1}^{n} Q_i}{Q_н}, \qquad (3.11)$$

где $\sum Qi = Q_1 - Q_2 + Q_3$ – суммарный расчётный расход забортной воды на обеспечение потребителей в пределах одного автономного участка, м3/ч;

m – производительность насоса;

Q_1 – расход воды на орошение одного наибольшего отсека или на обеспечение работы системы водораспыления на один наибольший отсек;

Q_2 – расход воды на охлаждение механизмов, приборов и других технических средств, работающих от данного автономного участка;

Q_3 – расход воды при одновременном действии нескольких пожарных рукавов.

Количество рукавов может быть от двух до шести и определяется в зависимости от класса судна.

3.4. Системы водяного водораспыления, орошения сходов и вахт

3.4.1. Назначение и принцип действия системы водяного орошения

Система орошения предназначена для защиты обслуживаемых помещений от воздействия высоких температур и предотвращения распространения огня по судну.

Система водяного орошения обслуживает наиболее пожароопасные помещения. Такими помещениями на сдне являются хранилища легкого топлива и энергетические отсеки.

Принципиальная схема станции системы орошения приведена на рис. 3.14.

Станция состоит из оборудования 7, 8, 9, которое обеспечивает подачу сжатого воздуха из баллона 10 к пневмоприводу быстродействующего клапана с пневмо- и пироприводом 3, открывающего доступ воды из водяной противопожарной системы 1 по трубопроводу 4 через клапан 2 и распылители 6 в охраняемое помещение.

Баллон 10 обеспечивает хранение сжатого воздуха под давлением 10 МПа и его подачу на пневмопривод клапана 3 при получении оборудованием 7 автоматического предупреждения взрывов и пожаров сигналов от датчиков давления и температуры.

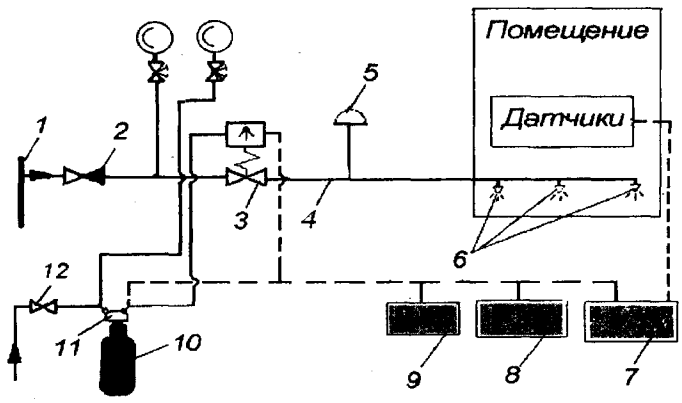


Рис. 3.14. Принципиальная схема станции системы водяного орошения: 1 - водяная противопожарная система; 2, 3, 12 - клапаны; 4 - трубопровод; 5 - реле давления; 6 - распылители; 7, 8, 9 - оборудование автоматического и дистанционного включения системы; 10-баллон; 11 - головка-затвор

Оборудование 8 устанавливают и обеспечивают ди-станционное включение системы орошения. Оборудование 9 (переключатель) устанавливают у входа в охраняемое помещение для дистанционного ввода в действие системы путём подачи электрического сигнала на пиропривод головки-затвора 11 баллона 10 и на пиропривод быстродействующего клапана 3.

В охраняемом помещении размещают датчики, которые при повышении в помещении температуры свыше 70С или повышении давления более 0,008 МПа формируют электрический сигнал для автоматического ввода в действие системы.

В верхней части баллона 10 имеется головка-затвор 11, которая может открываться вручную при помощи рычажного привода и автоматически при подрыве установленного в ней пиропатрона.

Оборудование 7 обеспечивает автоматическую подачу электропитания к пироприводу быстро вскрывающегося клапана 4 и к пироприводу головки-затвора, которая находится на баллоне 10.

Клапан 3 открывается при помощи двух приводов (пироприводa и пневмопривода), которые дублируют друг друга.

Распылители 6 открывают доступ воды в охраняемое помещение при повышении давления перед ними свыше 0,2 МПа. При повышении давления в трубопроводе 4 системы орошения более 0,4 МПа включается реле давления 5, которое вводит в действие сигнализацию в посту и на пультах управления общесудовыми системами.

Вывод системы из действия производят закрытием вручную клапана 2, который прекращает поступление воды в трубопровод 4 из водяной противопожарной системы 1. При уменьшении давления в трубопроводе 4 до 0,2 МПа закрываются концевые предохранительные клапаны распылителей и прекращается поступление воды в помещение.

Система орошения каждого из охраняемых помещений имеет две станции, которые получают забортную воду из двух разных участков водяной противопожарной системы. Внутри охраняемого помещения располагают два независимых трубопровода орошения.

При неисправности датчиков температуры и давления имеется возможность дистанционного подрыва пиропатрона клапана 3 и головки-затвора 11 баллона 10 из поста при помощи выключателей, расположенных на щитах дистанционного включения противопожарных средств 8 и выключателей 9, которые располагают у входа в защищаемое помещение.

В случае отсутствия сжатого воздуха и электропитания клапан 3 открывают при помощи ключа.

Пополнение сжатым воздухом баллона 10 осуществляют от системы воздуха высокого давления через клапан 12.

После применения системы орошения скопившуюся воду перепускают в помещения, оснащенные средствами водоотлива или на открытую палубу (при расположении обслуживаемого помещения в надстройке).

Назначение и принцип действия систем водораспыления, орошения сходов и вахт

Энергетические отсеки современных судов насыщены электрооборудованием, на которое пагубно воздействует забортная вода. Поэтому в качестве системы водораспыления для тушения пожаров в этих отсеках используют систему нижнего водораспыления.

Система нижнего водораспыления предназначена для тушения пож-ров в трюмах энергетических отсеков и под фундаментами механизмов, расположенных в этих отсеках.

Система орошения сходов и вахт служит для защиты путей эвакуации экипажа из горящего или заполненного паром помещения путем создания водяных завес вокруг трапов, основных и аварийных выходов.

Принципиальная схема системы нижнего водораспыления (орошения сходов и вахт) представлена на рис. 3.15.

Система состоит из трехходовых кранов с L-образной пробкой 1, 2, которые обеспечивают подачу забортной воды к гидроприводам быстродействующих клапанов 3.

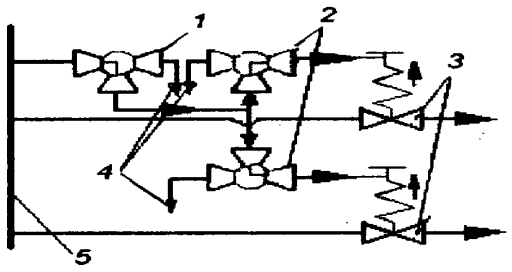


Рис. 3.15. Принципиальная схема системы нижнего водораспыления (орошения сходов и вахт):
1, 2-кран трехходовой с L-образной пробкой; 3 - быстродействующие клапаны с гидроприводом; 4- сливные трубопроводы; 5 - трубопровод водяной противопожарной системы

Пусковые краны 2 обеспечивают подачу воды от разных участков водяной противопожарной системы 5 к гидроприводам быстродействующих клапанов 3. При подаче забортной воды на гидроприводы открываются быстродействующие клапаны 3, которые обеспечивают поступление воды из трубопровода водяной противопожарной системы 5 к щелевым распылителям или перфорированным трубопроводам системы водораспыления.

Распылители позволяют создавать водяные завесы вокруг сходов (трапов) и в трюме отсека.

Вывод из действия системы производят поворотом рукоятки трехходового крана 1 в положение «Выключено», а краны 2 переводят в положение «Слив». При этом удаляются остатки воды в трубопроводах управления через трубки 4.

При отсутствии давления воды в гидроприводах быстродействующие клапаны 3 закрываются.

3.4.2. Требования к проектированию систем орошения и водораспыления

Систему водяного орошения следует строить по автономной схеме и использовать для обслуживания хранилищ легкого топлива и энергетические отсеки. Системы водораспыления следует также строить по автономной схеме.

Каждое охраняемое помещение должно иметь две станции орошения. Питание станций водой должно быть предусмотрено не менее чем от двух автономных участков водяной противопожарной системы.

Для повышения быстродействия системы, а также для предотвращения коррозионного износа и контроля герметичности оросительного трубопровода необходимо предусматривать его заполнение пресной водой. Для открывания быстродействующих клапанов системы водяного орошения и головок-затворов баллонов сжатого воздуха необходимо применять пироприводы или легкоплавные материалы.

Рабочее давление в напорном трубопроводе должно быть не менее 0,8 МПа, а давление в баллонах пускового воздуха быстро вскрывающихся клапанов - не менее 8-10 МПа. При автоматическом и дистанционном вводе в действие системы орошения следует предусматривать возможность одновременного ввода в действие оборудования, входящего в комплекс противопожарных средств защищаемого помещения.

Трубопровод орошения должен быть оборудован распылителями с предохранительными клапанами, отрегулированными на давление 0,20-0,22 МПа, при котором они открываются. Количество распылителей должно поз-волять перекрывать водяными струями всю орошаемую поверхность через 1-2 м.

Трубопроводы системы водораспыления рекомендуется выполнять из красномедных труб условным проходом от 15 до 80 мм. Напорные трубопроводы системы орошения рекомендуется выполнять из медно-никелевого сплава, трубопроводы орошения - из меди, арматуру - бронзовой, а прокладки соединений - из паронита. Побудительные трубопроводы и трубопроводы управления рекомендуется использовать с условным диаметром 10 мм. Для предохранения трубопроводов от коррозии необходимо устанавли-вать на них цинковые протекторы..

3.4.3. Особенности расчёта системы орошения

Исходными данными для расчета системы орошения являются:

- удельный расход воды q = 0,6 л/(с м2);
- минимальный напор у концевого спринклера H = 0,2 МПа;
- габаритные размеры отсека;
- схема расположения взрывоопасных и легковоспламеняющихся веществ;
- выбранная принципиальная и расчётная схемы системы орошения.

Расчёт системы орошения состоит в решении обратной задачи гидравлического расчета по методике, изложенной в Приложении А. Расход воды через любой спринклер находят по формуле:

$$Q = \mu\omega\sqrt{2gH} \ \text{м}^3/\text{с}, \qquad (3.13)$$

или

$$Q = \frac{qF}{n}\cdot\frac{1}{1000} \ \text{м}^3/\text{с}, \qquad (3.14)$$

где $\mu = 0{,}70$ – коэффициент расхода через спринклер;

$\omega = \frac{\pi D^2}{4}$ – площадь отверстия истечения у спринклера, м^2;

$D = 0{,}007 - 0{,}01$ – диаметр отверстия спринклера, м;

H – напор воды у спринклера, м;

q – удельный расход воды, л/с·м^2;

n – число спринклеров, установленных в системе орошения;

F – орошаемая площадь отсека, м^2.

Зависимости (3.13) и (3.14) позволяют выбрать необходимый тип спринклера.

3.4.4. Особенности расчёта системы водораспыления

Расчёт системы водораспыления состоит в решении обратной задачи гидравлического расчета по методике, изложенной в Приложении А.

Расход воды через систему водораспыления определяется по формуле:

$$Q = \frac{q_0 k F}{1000}, \text{ м}^3/\text{с}, \qquad (3.22)$$

где F – средняя площадь горизонтального сечения отсека, м2;

q – удельный расход воды на 1 м2 орошаемой площади отсека, л/с;

$k = 0{,}8$ – коэффициент заполнения отсека оборудованием.

Расход воды через один распылитель составит:

$$Q = \mu\omega\sqrt{2gH}\ , \text{ м}^3/\text{с}, \qquad (3.23)$$

где $\mu = 0{,}7$ коэффициент расхода через распылитель;

ω – площадь отверстия истечения у распылителя, м2;

H – напор воды у распылителя, м.

3.5. Системы пенотушения, жидкостного тушения

3.5.1. Назначение и принцип действия системы пенотушения

Система пенотушения предназначена для тушения пожаров пеной путем изоляции поверхности горения от притока кислорода.

На рис. 3.18 представлена типовая схема системы пенотушения, выполненная по линейной схеме.

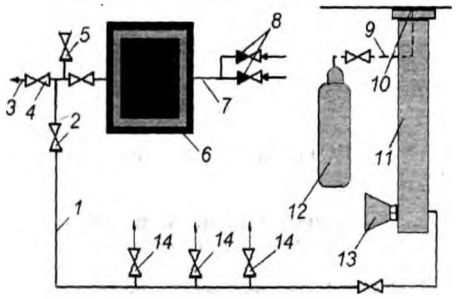


Рис. 3.18. Типовая схема системы пенотушения:
1, 3 - трубопроводы пенообразующей жидкости; 2, 4, 8, 14-клапаны; 5-пожарный рожок; 6-станция пенотушения; 7-трубопровод забортной воды; 9- трубопровод воздуха среднего дав-ления; 10-крышка шахты забора воздуха; 11-шахта забора воздуха; 12-баллон воздуха средне-го давления; 13-пеногенератор

Система состоит из станции пенотушения 6, магистральных трубопроводов 1, 3 с ответвлениями к потребителям (стационарные пенные генераторы 13, клапаны подачи пенообразующей смеси в энергетические отсеки, пожарные рожки 5), трубопровода забортной воды 7 и трубопровода воздуха среднего давления 9.

По трубопроводу 7 забортная вода поступает от одного из двух участков водяной противопожарной магистрали через один из невозвратно-запорных клапанов 8 в станцию пенотушения 6.

Из баллона 12 по трубопроводу воздуха среднего давления 9 поступает сжатый воздух давлением 4,5 МПа к приводу дистанционного открывания крышек 10 шахты 11, через которую подаётся воздух из атмосферы к пеногенератору 13.

Станция пенотушения 6 обеспечивает приготовление пенообразующей жидкости, которая подаётся через клапан 4 в магистральный трубопровод 3.

Через клапан 2 пенообразующая смесь подаётся по трубопроводу 1 и далее через клапаны 14 к пеногенераторам энергетических отсеков.

На рис. 3.19 представлена типовая схема стации пенотушения.

Станция пенотушения состоит из цистерны 3 с пенообразователем, который вытесняется забортной водой, поступающей от водяной противопожарной системы через один из клапанов 12. Вытесняемый забортной водой пенообразователь по трубопроводу 15 поступает в трубопровод 7, где перемешивается с забортной водой. Соотношение пенообразователя и забортной воды в трубопроводе 7 обеспечивается дроссельными шайбами 9.

Из трубопровода 7 пенообразующая смесь поступает в магистральные трубопроводы 5, 6 и к пенным рожкам 8, расположенным в самой станции.

На судах могут применятся различные пенообразователи, чаще всего представляющие собой жидкость с температурой застывания до -8°С.

При помощи указательной колонки 16 контролируют количество пенообразователя в резервуаре 3. После полного вытеснения пенообразователя из резервуара 3 скопившуюся в нём забортную воду удаляют через клапан 1 по трубопроводу 2.

При проведении тренировок по борьбе за живучесть пенообразователь вытесняют из резервуара 3 сжатым воздухом низкого давления (0,05 МПа), который подают через штуцер 13.

Переносные пеногенераторы присоединяют к пенным рожкам на магистральных трубопроводах 5, 6 при помощи пожарных рукавов водяной противопожарной системы.

Пополнение пенообразователем резервуара 3 осуществляют через палубную втулку 10 по приёмному трубопроводу 11. Вентиляционный трубопровод 4 обеспечивает выход воздуха из резервуара 3 при его заполнении пенообразователем.

Арматурой станции управляют вручную. Крышки шахт стационарных пеногенераторов открывают дистанционно с пульта управления (например, с пульта управления машинной вентиляцией).

После вывода из действия станции пенотушения, крышки шахт забора воздуха дистанционно закрывают (снимают со стопоров) при помощи ручного тросикового привода.

При работе на морской воде трюм горящего помещения может быть заполнен пеной не более 3,0-3,5 м по высоте. Дальнейшее заполнение помещения пеной нецелесообразно, так как происходит её разрушение собственной массой.

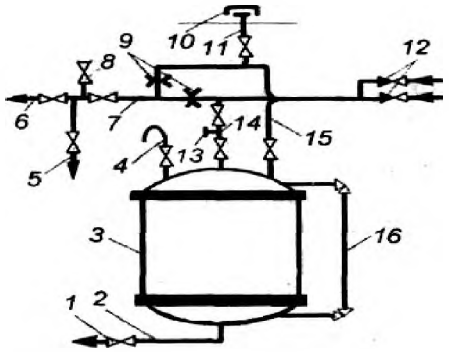


Рис. 3.19. Типовая схема стации пенотушения:

1- клапан; 2- сливной трубопровод; 3- цистерна; 4- вентиляционный трубопровод; 5, 6, 7- трубопроводы пенообразующей жидкости; 8- пенный рожок; 9- дроссельные шайбы; 10- палубная втулка; 11- приемный трубопровод; 12- клапаны водяной противопожарной системы; 13- штуцер; 14- трубопровод забортной воды; 15- трубопровод пенообразователя; 16- указательная колонка

Для тушения локальных пожаров и горящего электрооборудования энергетических отсеков и электростанций используют стационарные аппараты типа «СО».

На рис. 3.20 представлена принципиальная схема стационарного аппарата пенотушения типа «СО».

Аппарат состоит из резервуара 22, в котором хранится 6% раствор пенообразователя с пресной водой, трубопровода сжатого воздуха 3 и трубопровода пенообразующей жидкости 24.

Из баллона 1 по трубопроводу 3 через клапаны 4 и 5 воздух (давле-нием 15-20 МПа) поступает в баллон 7 и к редуктору 8, который понижает давление воздуха до 0,75-0,10 МПа. Далее воздух поступает через невозвратно-запорный клапан 11 в резервуар 22, откуда и вытесняет пенообразу-ющую жидкость к пеногенераторам 20.

По трубопроводу 24 пенообразующая жидкость поступает через кла-пан 13 к пенному рожку 15 и по шлангу катушки 21 к пеногенератору 20, где превращается в пену. Пеногенератор образует воздушно-механическую пену кратностью не менее 70. По трубопроводу 14 пенообразующую жидкость подают к шлангам других пеногенераторов.

Баллон 7 обеспечивает плавное нарастание давления воздуха перед редукционным клапаном 8. Клапан 9 обеспечивает продувание воздухом трубопроводов и всегда закрыт.

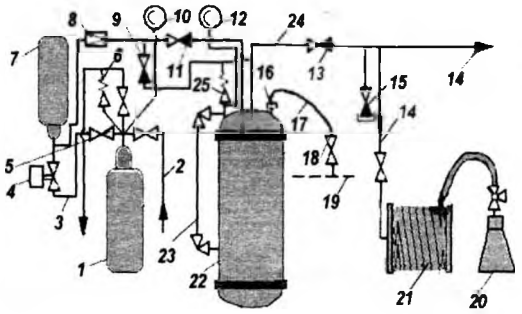


Рис. 3.20. Типовая схема стационарного аппарата типа «СО»:
1, 7-баллоны с воздухом высокого давления; 2-трубопровод системы воздуха высокого дав-ления; 3-трубопровод сжатого воздуха; 4-электромагнитный клапан; 5, 9, 11, 13,15, 18-клапаны; 6, 25-предохранительные клапаны; 8-редуктор; 10, 12-манометры; 14-трубопровод для подачи раствора на шланги пеногенераторов; 16-штуцер; 17-шланг; 19-трубопровод си-стемы бытовой пресной воды; 20-пеногенератор; 21-катушка; 22-резервуар с пенообразую-щей смесью; 23-указательная колонка; 24-трубопровод пенообразующей жидкости

Электромагнитный клапан 4 позволяет дистанционно подавать сжатый воздух из баллона 1 в баллон 7 и непосредственно к редуктору 8. Баллон 1 пополняют сжатым воздухом по трубопроводу 2 от компрессоров.

При превышении давления в баллоне 1 более 21,0 МПа включается в работу предохранительный клапан 6, который понижает давление в баллоне 1 до 20,0 МПа, стравливая часть воздуха по трубопроводу 3 в помещение, где расположен аппарат. Контроль давления воздуха в баллоне 1 осуществляют по манометру 10, а давление в резервуаре 22 - по манометру 12.

Аппарат может быть введен в действие дистанционно при помощи кнопки, установленной в месте расположения каждой из катушек 21. При этом открывается электромагнитный клапан 4, осуществляющий пуск сжатого воздуха из воздушного баллона 1, что позволяет немедленно ввести систему в действие даже при отсутствии воздуха в баллоне 7.

При включении кнопки, питание подаётся на электромагнит клапана 4, его сердечник втягивает шток клапана и открывает проходное сечение. Клапан остаётся открытым в течение всего времени работы системы. Закрывают электромагнитный клапан путём снятия питания с его электромагнита. Управление остальной арматурой осуществляют вручную в месте её установки.

Требования к пректированию и особенности расчёта системы пенотушения

Требования к проектированию

Системы высокократного пенотушения должны проектироваться для помещений объемом более 3000 м3, в которых необходимо устанавливать такое количество пеногенераторов, чтобы обеспечить заполнение помещения пеной не более чем за пять минут.

Запас пенообразователя в резервуарах станции должен обеспечивать пятикратное заполнение пеной наибольшее из охраняемых помещений. А общий запас пенообразователя во всех резервуарах станций должен обеспечивать трехкратное тушение пожара во всех охраняемых помещениях.

Системы пенотушения средней кратности должны проектироваться для помещений объемом менее 3000 м3. Производительность каждой станции должна выбираться из расчёта не менее 360 л/с раствора на один квадратный метр всей площади защищаемого помещения. При этом запас пенообразователя должен обеспечить трехкратное действие системы по 15 мин.

Системы низкой кратности рекомендуется применять для тушения пожаров на верхних палубах с использованием лафетных стволов. Производительность каждого ствола должна быть не менее 20 л/с по раствору пенообразователя. Запас пенообразователя должен обеспечивать трехкратную работу двух лафетных стволов по 15 мин.

Магистральный трубопровод системы пенотушения рекомендуется строить по линейной схеме с ответвлениями к пенным рожкам и стационарным пеногенераторам. Посредством разобщительных клапанов система должна иметь возможность разобщаться на автономные участки.

Станции пенотушения должны быть взаимозаменяемыми. Резервуары рекомендуется применять стальные.

Эффективная работа станции должна быть обеспечена при подключе-нии к ней не менее четырех пеногенераторов. При этом время вытеснения пенообразующей смеси должно составлять не более 30

мин. В зависимости от кратности пенообразования (отношение объёма полученной пены к исходно-му объёму раствора) рекомендуется использовать системы высокократного пенотушения кратностью от 100 до 1000, системы пенотушения средней кратности кратностью от 10 до 100 и системы низкой кратности кратностью до 10.

Резервуар для хранения пенообразователя должен быть оборудован следующими техническими средствами:

- горловинами для обеспечения доступа внутрь резервуара;
- устройствами для определения количества пенообразователя с выводом указателей в пост управления системой;
- трубопроводом для приёма пенообразователя;
- трубопроводом для выпуска воздуха при приёме пенообразователя.

Трубопровод для выпуска воздуха при приёме пенообразователя должен быть выведен в помещение, расположенное выше линии аварийных напоров или на открытую палубу, а его диаметр должен быть не менее диаметра трубопровода для приёма пенообразователя. При хранении пенообразователя во вкладных цистернах разрешается выводить трубопровод для выпуска воздуха в помещение, где расположена эта цистерна.

Резервуары с пенообразователем и пускорегулирующая арматура системы должны размещаться в помещении станции пенотушения. Помещения станций пенотушения должны располагаться на судне таким образом, чтобы обеспечивался вход (выход) с открытых участков палубы и из внутренних помещений судна. Помещения станций должны быть герметичными и оборудоваться отоплением, вентиляцией, нормальным и аварийным освещением, а также термометрами.

При длительном хранении пенообразователя в резервуаре рекомендуется предусматривать устройство для его перемешивания.

Для обеспечения дозировки пенообразователя 6% ± 0,5% в забортную воду, подаваемую от водяной противопожарной системы, в трубопроводах забортной воды и пенообразователя рекомендуется устанавливать дроссельные шайбы.

Аппараты типа «СО» необходимо устанавливать в пожароопасных помещениях в таком количестве, чтобы обеспечить подачу не менее двух струй пены в одну точку объёма помещения.

Трубопроводы подачи раствора и манометровые трубопроводы рекомендуется выполнять из медных труб, а трубопроводы сжатого воздуха - из биметаллических труб. Соединения труб должны быть штуцерными и выполняться для медных трубопроводов бронзовыми, а для биметаллических трубопроводов - стальными. Арматуру, устанавливаемую на резервуары, рекомендуется применять латунную и бронзовую. Резервуары для хранения пенообразователя, баллоны для воздуха среднего давления и шахты подачи воздуха к пеногенераторам рекомендуется выполнять стальными.

Особенности расчёта

Основными задачами расчета системы пенотушения является определение:

- общего запаса пенообразователя в резервуарах станций;
- необходимого количества пеногенераторов;
- диаметров трубопроводов системы.

Определение общего запаса пенообразователя в резервуарах станций

Расчетное количество пенообразователя для однократного тушения пожара в охраняемом помещении определяется по формуле:

$$V_i = kq_i \cdot t_i, \text{ м}^3, \quad (3.24)$$

где $k = 0{,}06$ – коэффициент, учитывающий процентное содержание пенообразователя в его растворе с забортной водой (6%);

q_i – интенсивность подачи пенообразующей смеси (выбирается из табл. 3.2), м3/(с м2);

t_i – расчетное время непрерывной работы станции, с.

Площадь (F_i) охраняемого помещения определяют по следующей зависимости:

$$F_i = l_i b_i, \text{ м}^2, \quad (3.25)$$

где $l_i b_i$ – длина и ширина помещения соответственно, м.

Количество пенообразователя, необходимое для тушения пожаров во всех охраняемых помещениях, будет:

$$V = k\sum q_i \cdot F_i \cdot t_i, \text{ м}^3. \quad (3.26)$$

Общий запас пенообразователя в станциях составит:

$$V_{заг} = 3V, \text{ м}^3. \quad (3.27)$$

Таблица 3.2

Зависимость интенсивности подачи пенообразующей смеси (qi) и времени непрерывной работы станции (ti) от типа охраняемых помещений

Типы охраняемых помещений	Интенсивность подачи смеси q_i, м^3/(с·м^2)	Расчетное время не-прерывной работы станции t_i, с
Энергетические отсеки	0,000100	90
Хозяйственные помещения	0,000066	90
Жилые и служебные помещения	0,000013	1500

Определение необходимого количества пеногенераторов

Расчетное количество пеногенераторов для защищаемого помещения вычисляется по формуле:

$$n_i = \frac{q_i F_i}{Q_p}, \quad (3.28)$$

где Q_p – объёмный расход раствора пенообразователя через один из вы-бранных пеногенераторов (табл. 3.3), м^3/с;

F_i – площадь помещения, м^2;

q_i – интенсивность подачи пенообразующей смеси (выбирается из табл. 3.2), м^3/(с·м^2).

Определение диаметров трубопроводов системы

Расчётный внутренний диаметр трубопроводов системы на i-м участке расчётной схемы определяется следующим образом:

$$D_i^* = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_i}{v_i \cdot \pi}}, \quad (3.29)$$

где v_i, – допустимая скорость раствора пенообразователя в трубопроводе, м/с;

Q_i – объёмный расход раствора пенообразователя на i-м участке расчётной схемы системы, м3/с.

Таблица 3.3

Технические характеристики пеногенераторов

Техническая характеристика	Тип пеногенераторов		
	ГВП-100	ГВП-200	ГВП-600
Объемный расход пены $Q_п$, м^3/с	0,075	0,15	0,50
Кратность пены	80 – 100	80 – 100	80 – 100
Объемный расход раствора пенооб-разователя $Q_р$, м^3/с	0,00085	0,0017	0,0055
Давление перед генератором p, МПа	0,4	0,4	0,6
Содержание пенообразователя в растворе с забортной водой, %	6	6	6

Допустимая скорость раствора пенообразователя лимитируется коррозионной стойкостью трубопроводов и принимается равной:

- для трубопроводов из меди - до 1,5 м/с;
- для трубопроводов из сплава - до 6,0 м/с;
- для медно-никелевых и стальных трубопроводов-до 4,0 м/с.

По расчётным диаметрам трубопроводов выбирают трубы с ближайшим большим внутренним диаметром.

3.5.2. Назначение и принцип действия системы жидкостного тушения

Система жидкостного тушения предназначена для тушения пожаров парами испаряющейся огнегасящей жидкости путем создания в охраняемых помещениях среды, не поддерживающей горение.

В судовых условиях системы жидкостного тушения используют в тех случаях, когда применение других систем либо невозможно, либо малоэффективно. Такие системы применяют при тушении объёмных пожаров.

На рис. 3.21 показана принципиальная схема системы жидкостного тушения пожаров.

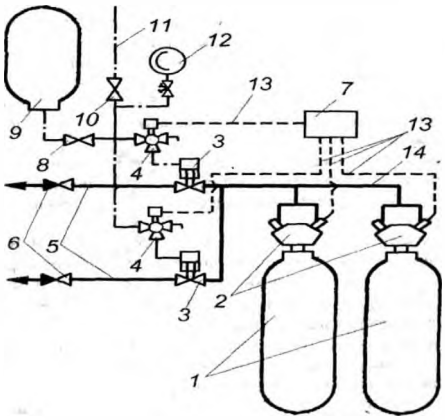


Рис. 3.21. Принципиальная схема системы жидкостного тушения пожаров:
1-огнетушители типа ОФК; 2-головки-затворы;3-распределительные клапаны, 4-электропневмораспределители;5-трубопровод огнегасителя; 6- невозвратно-запорные клапаны;7-пульт управления системой; 8, 10-клапаны; 9-баллон со сжатым воздухом; 11- трубопровод воздуха среднего давления; 12-манометр; 13-цепи управления системой; 14-коллектор

Система жидкостного тушения пожаров состоит из огне-тушителей 1, из которых огнегаситель под давлением сжатого воздуха 10 МПа через открытые головки-затворы 2 вытесняется в коллектор 14. Далее огнегаситель через открытый распределительный клапан 3 и невозвратно-запорный клапан 6 по трубопроводу 5 через распылители поступает в охраняемое помещение.

Огнегаситель подают в горящее помещение после его герметизации. Выпуск огнегасителя длится 1-2 мин, после чего происходит продувание трубопроводов и арматуры сжатым воздухом, оставшимся в огнетушителе 1 после вытеснения огнегасителя.

Дистанционный ввод в действие системы осуществляют с пульта управления 7 путём подачи электропитания по цепи управления 13 к электропневмораспределителю 4, который открывает доступ сжатого воздуха давлением 4,5 МПа из баллона 9 через клапан 10 к распределительному клапану с пневмоприводом 3.

На местное ручное управление системой переходят при отсутствии электропитания в судовой сети. При этом электропневмораспределитель 4 открывают поворотом его головки в положение «Ручное управление», а головку-затвор 2 -рычагом её ручного привода.

При отсутствии сжатого воздуха в баллоне 9 и трубопроводе 11 распределительный клапан 3 открывают при помощи ключа.

Пополнение баллона 9 сжатым воздухом осуществляют из трубопровода 11 системы воздуха среднего давления через клапаны 10 и 8. Давление воздуха в баллоне 9 контролируют по манометру 12.

В качестве огнегасителя чаще всего используют хладон 114 В2 (тетрафтордибромэтан). Это бесцветная жидкость со специфическим запахом. Она имеет плотность 2153 кг/м3 при температуре +25° С; температуру кипения 47,3° С при атмосферном давлении и температуру плавления 110,5° С.

В защищаемом помещении хладон 114 В2 быстро испаряется и при достижении необходимой концентрации (q = 0,185 кг/м3) ликвидирует в этом помещении пожар..

Огнетушитель типа ОФС (огнетушитель фреоновый судовой) используют ёмкостью 20, 40, 80 или 130 л.

На рис. 3.22 представлен стационарный огнетушитель типа ОФС.

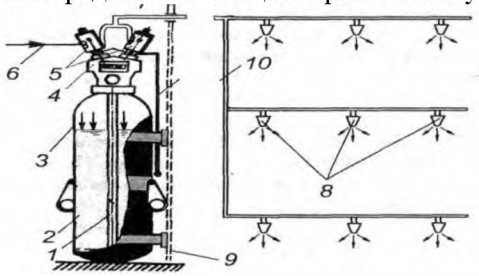


Рис. 3.22. Стационарный огнетушитель типа ОФС :
1-сифонная трубка; 2-огнегаситель; 3-баллон огнетушителя;
4-запорное устройство; 5-головки-затворы; 6-электрический
кабель; 7-трубопровод огнегасителя; 8-распылители; 9-переборка;
10-рычаг ручного привода головки-затвора

Огнетушитель состоит их закреплённого на переборке 9 стального баллона 3, из которого огнегаситель 2 по сифонной трубке 1, через запорное устройство 4 с двумя головками-затворами 5 через напорный трубопровод 7 и распылители 8 поступает в защищаемое помещение.

Одна из головок-затворов 5 запорного устройства 4 открывает доступ огнегасителю 2 при помощи пиропривода, пиропатрон которого получает электрический сигнал на подрыв.

При подрыве пиропатрона выделяются пороховые газы, давление которых позволяет открыть головку-затвор 5. Вторая головка-затвор 5 открывается вручную при помощи рычага 10.

Для тушения объёмных пожаров в помещениях судна переносными средствами используют переносные огнетушители типа ОФ-40, ПОФК-10, ПОФК-5.

Дистанционный пульт управления системой размещают в посту. Подрыв пиропатрона головки-затвора осуществляют включением ключа на пульте управления.

Требования к проектированию и особенности расчета систем жидкостного тушения

Требования к проектированию

Необходимое количество огнегасителя следует выбирать без учета объема, занимаемого установленным в помещении оборудованием. Система жидкостного тушения пожаров должна проектироваться по автономной или групповой схеме, а построение трубопроводов следует осуществлять по кольцевой или линейной схеме. Системами жидкостного тушения пожаров необходимо оборудовать энергетические отсеки и электростанции. Эти помещения должны иметь возможность герметизации.

Каждое из охраняемых помещений должно иметь возможность тушения пожара не менее чем от двух станций, разнесенных по длине судна. Одна из станций должна быть основной, а остальные станции - резервными. Станции необходимо размещать в выгородках с герметичными закрытиями. Они должны располагаться таким образом, чтобы обеспечивался вход (выход) с открытых участков палубы и из внутренних помещений судна.

Запас огнегасящей жидкости следует хранить в специальных резервуарах, откуда он должен вытесняться сжатым газом давлением 10,0 МПа.

Баллоны с огнегасителем и сжатым воздухом, арматуру и часть трубопроводов следует располагать в помещениях с герметичными закрытьями. Ввиду того, что при повышении температуры в станциях повышается давление в огнетушителях, в станциях необходимо предусматривать систему вентиляции для поддержания допустимой температуры. Температура в станциях жидкостного тушения не должна быть ниже +2° С и выше +40° С.

В зависимости от способа хранения и вытеснения хладона из резервуаров можно использовать две схемы системы: с раздельным и совместным хранением огнегасящей жидкости и сжатых газов. Предпочтительнее применять системы жидкостного тушения с совместным хранением огнегасящей жидкости и сжатых газов. В этих системах сжатый воздух и хладон должен храниться в одном резервуаре, что позволяет снизить массогабаритные характеристики системы и повысить надёжность её работы.

Запас огнегасителя в одной из станций должен обеспечивать двукратное тушение пожара в наибольшем из охраняемых помещений. Станции, обслуживающие одинаковые помещения, должны быть разнесены по длине судна и разным бортам. В них рекомендуется хранить приспособления для

заправки огнетушителей огнегасителем. Подвод воздуха к станции жидкостного тушения должен осуществляться от общесудовой системы воздуха высокого давления.

В качестве материала трубопроводов огнегасителя рекомендуется использовать нержавеющую сталь или медь, трубопроводов сжатого воздуха - биметалл, огнетушителей и баллонов сжатого воздуха - сталь.

Соединения трубопроводов рекомендуется использовать штуцерные. Прокладки в соединениях трубопроводов сжатого воздуха рекомендуется использовать медные, а в соединениях трубопроводов огнегасителя - фторопластовые или паронитовые.

Особенности расчёта систем жидкостного тушения

Масса необходимого количества огнегасящей жидкости определяется по следующей формуле:

$$G_в = \mu_в \cdot V, \text{ кг}, \quad (3.30)$$

где $\mu_в$ – концентрация огнегасящей жидкости, достаточная для тушения пожара в отсеке (μ = 2,5 кг/м^3 для CO_2, μ = 0,185 кг/м^3 для хладона $114B_2$);

V – объем защищаемого помещения, м^3.

Масса одного баллона с огнегасящей жидкостью вычисляется по формуле:

$$G_б = \kappa_б \rho_в \cdot V_б, \text{ кг}, \quad (3.31)$$

где $\kappa_б$ = 0,64 – коэффициент заполнения баллона;

$p_в$– плотность огнегасящей жидкости в баллоне, кг/м^3;

$V_б$ – объем одного баллона, м^3.

Количество баллонов выбранного объема будет

$$n = G_0/G_б \text{ шт}. \quad (3.32)$$

Установленные в охраняемом помещении распылители должны обеспечивать его достаточное заполнение огнегасительной жидкостью не более чем за 60 с. Количество распылителей (n_p) определяют по следующей формуле:

$$n_p = \frac{G_0}{\rho \cdot q_p \cdot \tau}, \text{ шт}, \quad (3.33)$$

где $q_p = \mu \cdot \varpi \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_i}$ – расход жидкости через распылитель при приня-том давлении, м^3/с;

τ = 60 – расчётное время, с;

μ = 0,7 – коэффициент расхода распылителя;

ω – площадь отверстия истечения огнегасительной жидкости, диаметр которого определяется с учётом типа распылителя, м^2;

H_i – напор огнегасителя перед распылителем, который должен быть не менее 40 м.

3.6. Система бытовой пресной воды

3.6.1. Назначение и принцип действия системы бытовой пресной воды

Система бытовой пресной воды предназначена для обеспечения хозяйственно-бытовых и санитарно-гигиенических потребностей экипажа судна.

Основными функциями системы являются: прием, хранение, приготовление и подача потребителям питьевой воды.

Потребителей воды подразделяют на постоянных и временных. К постоянным потребителям (потребители, обеспечивающие приготовление пищи и выполнение медицинского обслуживания экипажа) воду подают в течение основного рабочего времени. К временным потребителям (душевые, умывальники, прачечные) воду подают по расписанию.

Принципиальная схема системы бытовой пресной воды представлена на рис. 3.25.

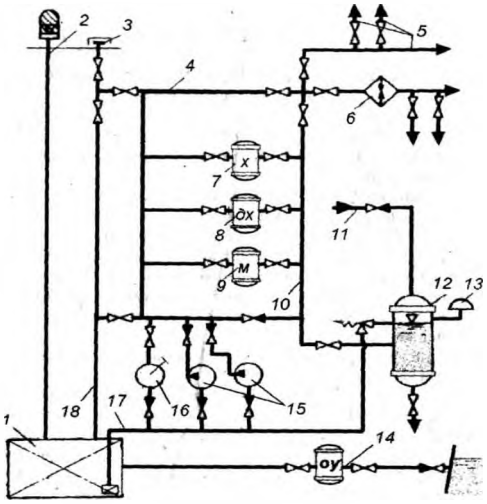


Рис. 3.25. Принципиальная схема системы бытовой пресной воды:
1-цистерна пресной воды; 2-воздушная труба; 3-палубная втулка;
4,10,11,17,18-трубопроводы; 5-потребители; 6-нагреватель воды;
7-хлоратор; 8-дехлоратор; 9-минерализатор; 12-пневмоцистерна;
13-реле давления; 14-опреснительная установка;
15-электронасосы; 16-ручной насос

Система состоит из насосов 15, которые из цистерны 1 по приёмному трубопроводу 17 подают воду к потребителям 5 непосредственно по трубопроводу 10 или через пневмоцистерну 12.

При сомнении в качестве принятой пресной воды производят её обеззараживание (хлорирование) при помощи установки, которая состоит из хлоратора 7 и дехлоратора 8.

При этом воду прокачивают насосом 15 из цистерны 1 по трубопроводу 17, 10 через хлоратор 7 и по трубопроводу 18 обратно в цистерну 1 и далее по замкнутому циклу до окончания обеззараживания полного объёма принятой воды.

Для дехлорирования воды (удаления остатков хлора в обеззараженной воде) прокачивают воду через дехлоратор 8 насосом 15 по трубопроводу 17 и 10 и далее по трубопроводу 4 подают к потребителям 5. Для обеспечения такого движения воды на трубопроводах 10, 18 и 17 предусмотрены запорные клапаны (рис. 3.25).

Дехлоратор 8 заполняют углем.

Приём воды в цистерну 1 и выдачу воды из неё на другой внешний объект осуществляют через палубную втулку 3 по трубопроводу 18. Для вентиляции цистерны 1 (удаление воздуха при приёме воды) используют воздушную трубу 2. Перед приемом воды в цистерны убеждаются в ее пригодности, для чего проверяют паспорт на воду с судна-водолея.

Пополнение запасов пресной воды в море производят опреснённой водой, которую получают при помощи опреснительной установки 14. Для обогащения опреснённой воды минеральными солями производят её минерализацию при помощи минерализатора 9, в котором солевой состав воды доводят до соответствия ГОСТ «Вода питьевая».

Операция минерализации заключается в том, что через специальную емкость (минерализатор) 9, заполненную набором необходимых солей пропускают опресненную воду.

Для обеспечения потребителей горячей водой используют электрические или паровые нагревательные элементы 6.

Подачу пресной воды потребителям можно осуществлять при помощи различных насосов, в основном, центробежного типа.

Как правило, на судне устанавливают не менее двух насосов с электроприводом. Одним насосом подают воду временным потребителям (например, в умывальники для мытья рук или в прачечную для стирки белья) по расписанию, а другим насосом - постоянным потребителям через пневмоцистерну 12.

Подачу питьевой воды потребителям при помощи пневмоцистерны осуществляют для экономичного использования ресурса насосов 15, автоматическую работу которых обеспечивает реле давления 13. Первоначальное заполнение пневмоцистерны воздухом и регулирование верхнего уровня воды в ней производят путём подачи воздуха низкого давления по трубопроводу 11.

Ручные насосы 16 используют в качестве резервного средства подачи воды потребителям..

Длительное хранение питьевой воды в цистернах обеспечивают специальной подготовкой их внутренних поверхностей (покрытие одним слоем краски ХС и четырьмя слоями этилсиликатной краски). Для предотвращения заливаемости цистерны 1 забортной водой, в месте вывода воздушной трубы 2 на открытый участок палубы, устанавливают поплавковый клапан, а для предотвращения попадания в цистерну бактериальных средств, отравляющих и радиоактивных веществ - фильтрующую противогазовую коробку.

Конструкция пневмоцистерны 12 показана на рис. 3.26.

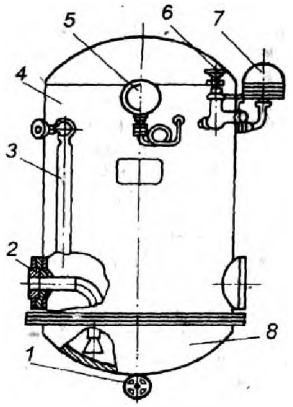


Рис. 3.26. Пневмоцистерна.(гидрофор)
1-клапан слива; 2-фланец к рас-ходному трубопроводу; 3- водо-мерная колонка; 4-корпус; 5-манометр; 6-невозвратно-запорный клапан подвода воздуха; 7-реле-давления; 8-днище

Пневмоцистерна состоит из прочного цилиндрического корпуса 4, днище 8 которого прикреплено к цилиндрическому корпусу на болтах. Емкость пневмоцистерны может составлять от 0,5 до 1,0 м3. Уровень воды в ней контролируют при помощи водомерной колонки 3, на которой наносят отметку верхнего и нижнего уровня. При достижении предельного уровня воды, реле давления 7 подаёт сигнал на остановку или пуск насоса пресной воды.

Для пополнения пневмоцистерны сжатым воздухом из системы низкого давления на верхней крышке установлен невозвратно-запорный клапан 6. Если уровень воды выше отметки, - добавляют воздух в пневмоцистерну. Если уровень воды ниже отметки, то выпускают часть воздуха через клапан продувки манометра 5.

Пневмоцистерна заполняется водой с помощью насоса до отметки верхнего уровня (давление от 0,3 до 0,5 МПа) по расходному трубопроводу, присоединённому к фланцу 2. Верхний предел давления, при котором автоматически отключается насос, устанавливают регулировкой установочных пружин реле давления 7 и контролируют по манометру 5.

При достижении верхнего предела установленного давления реле размыкает электрическую схему; прекращается подача электропитания к электродвигателю насоса через его магнитный пускатель.

После выключения электродвигателя насоса подача воды к потребителям происходит из пневмоцистерны до тех пор, пока давление в ней не понизится до нижнего установленного значения (от 0,2 до 0,3 МПа). Тогда включается в работу реле давления 7, которое замыкает электрическую схему, и подается электропитание к электродвигателю насоса через его магнитный пускатель. Насос начинает подавать воду в пневмоцистерну, и цикл повторяется. Перед первым заполнением пневмоцистерны водой через невоз-вратно-запорный клапан 6 подают сжатый воздух давлением 0,1 МПа.

Для осмотра внутренней поверхности пневмоцистерны её осушают через клапан слива воды 1.

При нахождении судна в море существуют ограничения по подаче питьевой воды в душевые, прачечные, бани и умывальники, в которые чаще подают бытовую забортную воду.

Схема подключения системы бытовой забортной воды к трубопроводу пресной воды показана на рис. 3.27.

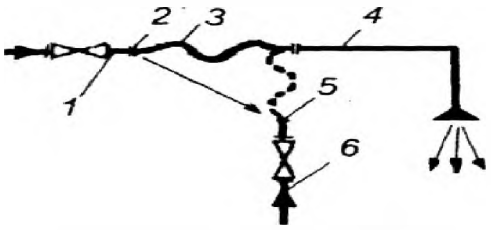


Рис. 3.27. Схема подключения системы бытовой забортной воды к трубопроводу пресной воды: 1-трубопровод пресной воды; 2,5-штуцерное соединение; 3-гибкое рукавное соединение; 4-трубопровод санитарно-гигиенических помещений; 6-трубопровод забортной воды

Схема предусматривает подключение при помощи штуцерного соединения 2 гибкого рукавного соединения 3 как к трубопроводу пресной воды 1, так и к трубопроводу 6 системы бытовой забортной воды в трубопровод 4 санитарно-гигиенических помещений.

Схема исключает попадание забортной воды в трубопроводы и цистерны системы бытовой пресной воды.

Подачу забортной воды в санитарно-гигиенические помещения осуществляют с разрешения ответственного за медицину и старшего механика.

3.6.2. Требования к проектированию системы бытовой пресной воды и особенности её расчёта

Требования к проектированию

Вся пресная вода, которая подается потребителям судна, должна соответствовать ГОСТ «Вода питьевая».

Систему необходимо строить по групповой или централизованной схеме, а её магистральный трубопровод - по линейной, кольцевой или линейно-кольцевой схеме.

На судах должна быть единая система бытовой пресной воды. Она не должна иметь соединений с другими системами, кроме случая обеспечения возможности подачи забортной воды в прачечные, душевые, бани, умывальники с помощью гибких рукавных соединений, которые должны подключаться к трубопроводам системы бытовой пресной воды непосредственно в местах потребления забортной воды.

Цистерны запаса пресной, воды должны удовлетворять следующим требованиям:

1.Внутренняя облицовка цистерны не должна выделять вредные примеси, ухудшающие качество пресной воды.

2.Не допускается смежное расположение цистерн питьевой воды с топливными цистернами и цистернами грязного топлива и масла, а также рядом с источниками тепла.

3.Не допускается трассировка трубопроводов других систем внутри цистерн пресной воды.

4.Запас воды должен храниться не менее чем в двух цистернах.

Для повышения живучести системы и обеспечения возможности ремонта и чистки цистерн, их следует размещать в разных районах судна (в носовой и кормовой оконечностях).

Цистерны должны иметь замерные трубы с футштоком для определения количества воды и воздушные трубы с фильтрующими противогазовыми коробками для обеспечения её хранения и расходования.

Повседневное пополнение запасов воды должно осуществляться от водоопреснительных установок, производительность которых должна быть не меньше суточного расхода воды на нужды экипажа.

При проектировании системы необходимо предусматривать средства обеззараживания и кондиционирования воды. Для обеспечения горячей питьевой водой камбуза, буфетных, душевых, а также помещений медицинского назначения нужно устанавливать водонагреватели и смесители непосредственно у этих потребителей.

Воздушные трубы цистерн должны быть выведены из их самой верхней части на открытые участки палубы. В местах вывода воздушных труб не должно быть источников загрязнения, а их трассировка должна обеспечить отсутствие застоя воды. Число и место размещения воздушных труб не должно допускать образование воздушных мешков в цистернах. На концах воздушных труб должны

устанавливаться головки с поплавковыми клапанами. Площадь сечения воздушных труб должна быть не меньше 1,25 площади сечения наполнительных труб цистерны. Внутренний диаметр труб должен быть не менее 32 мм для судов и не менее 25 мм для катеров.

На всасывающие трубопроводы насосов следует устанавливать невозвратно-запорные клапаны (для обеспечения постоянного подпора). Кроме того, невозвратно-запорные клапаны нужно устанавливать на напорном трубопроводе от насоса к пневмоцистерне и на трубопроводе подвода сжатого воздуха низкого давления к пневмоцистерне. Управление работой насосов с электрическим приводом при работе на пневмоцистерну должно быть автоматическим.

Для удобства эксплуатации системы приёмные втулки следует располагать на открытых участках палубы.

Схема системы должна обеспечивать возможность подачи пресной воды потребителям во время её приема в цистерны.

Для судов, имеющих расход питьевой воды не более 1 м3 в сутки, допускается предусматривать в качестве резервного средства подачи воды потребителям ручные насосы.

Особенности расчета системы

Расчет системы состоит в определении объема цистерн пресной воды, объема пневмоцистерны и решении обратной задачи гидравлического расчета (Додаток А).

Объем минимального, ввозимого в цистернах запаса пресной воды ($V_{воз}^{min}$), определяют по формуле:

$$V_{вз}^{min} = (1 + k_{зап}) n_{эк} V_{ч} \text{ м}^3, \quad (3.34)$$

где $k_{зап}$ – 0,1 – 0,2 – доля запасных мест от штатной численности экипажа;

$n_{эк}$ – штатная численность экипажа;

$V_{ч}$ – объем пресной воды на одного человека, м^3, который определяют из выражения:

$$V_{люд} = \tau q_{о} + q_{со}, \quad (3.35)$$

где τ – число суток автономного плавания для катеров, сут (для остальных судов $\tau = 3$);

$q_{о}$ – норма расхода питьевой воды на одного человека в сутки, м3/сут·чел.;

$q_{со}$ – норма запаса пресной воды для специальной обработки судна.

При проектировании системы следует добиваться наибольшего значения полезного объема пневмоцистерны, т.е. объема, заключенного между нижним и верхним уровнем её наполнения водой.

Полезный объем пневмоцистерны ($V_{к}$) может быть определен исходя из среднего часового расхода воды на судне по формуле:

$$V_{к} = \frac{Q_{сер}}{n_{пц} \cdot n_{ч}} \text{ м}^3, \quad (3.36)$$

где $n_{пц}$ – число одновременно работающих пневмоцистерн;

$n_{ч}$ – число заполнений пневмоцистерны в течение одного часа;

$Q_{сер}$ – средний часовой расход воды на судне в м3/ч·чел, который может быть определён из выражения:

$$Q_{ср} = \frac{q_{о} \cdot n_{эк}}{t} \text{ м}^3, \quad (3.37)$$

где t – количество часов в сутки, за которые расходуется суточная норма воды (для системы питьевой воды t = 18 ч).

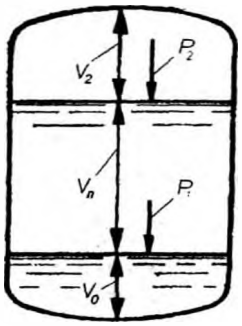


Рис. 3.28. Расчетная схема пневмоцистерны

Для определения габаритных размеров пневмоцистерны найдём конечный объем воздушного пространства над верхним уровнем воды в ней (рис. 3.28) из следующего уравнения:

$$V_2 \cdot P_2 = V_1 \cdot P_1, \tag{3.38}$$

где V_2 – объем воздуха в цистерне при верхнем уровне наполнения;

P_2 – наибольшее давление сжатого воздуха при верхнем уровне наполнения;

V_1 – объем воздуха в цистерне при нижнем уровне наполнения;

P_1 – начальное давление сжатого воздуха при нижнем уровне наполнения пневмоцистерны.

Из рис. 3.28 видно, что:

$$V_1 = V_п + V_2, \tag{3.39}$$

де $V_п$ – полезный объем цистерны.

Подставляя (3.39) в уравнение (3.38), после преобразований найдем объем воздуха в цистерне при верхнем уровне наполнения V_2

$$V_2 = V_к \left(\frac{1}{\frac{P_2}{P_1} - 1} \right) = m \cdot V_к, \tag{3.40}$$

где m – коэффициент, который определяется из следующего выражения:

$$m = \frac{1}{\frac{P_2}{P_1} - 1}. \tag{3.41}$$

Таким образом, конечный объем воздушной подушки прямо пропорционален коэффициенту m, который в свою очередь зависит от отношения P_2/P_1.

На рис. 3.29 приведен график изменения коэффициента m в зависимости от отношения P_2/P_1.

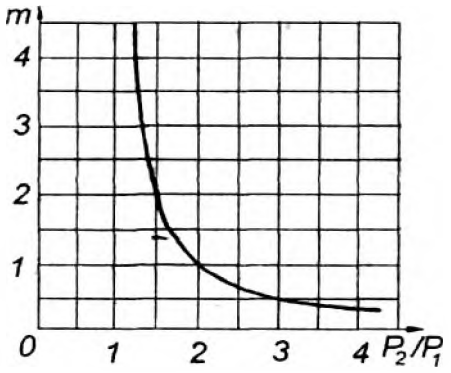


Рис. 3.29. График изменения коэффициента m

Пользуясь этим графиком, можно по отношению (P_2/P_1) определить требуемый конечный объем воздушной подушки (V_2). Из графика видно, что при отношении $P_2/P_1 = 2$ конечный объем воздушной подушки, а также размеры пневмоцистерны будут оптимальными.

Уменьшение этого отношения приводит к резкому увеличению объема V_2, а значит, и всех размеров пневмоцистерны.

Увеличение отношения P_2/P_1 в пределах от 2 до 3 дает возможность уменьшить объем подушки V_2, но это влечет за собой повышение давления P_2, что для систем водоснабжения может оказаться неприемлемым. Отношение $P_2/P_1 > 3$ во всех случаях является нецелесообразным.

Полный объём пневмоцистерны $V_{пц}$ будет из следующих объёмов (рис. 3.28):

$$V_{пц} = V_0 + V_к + V_2, \tag{3.42}$$

где V_0 – объем воды при начальном наполнении цистерны, который с учётом опыта эксплуатации принимается равным

$$V_0 = 0{,}125\ V_к\ . \tag{3.43}$$

С учётом (3.40), (3.41) выражение (3.42) можно представить в следующем виде:

$$V_{\text{пц}} = (1 + 0{,}125 + m) \cdot V_{\text{к}} = (1{,}125 + m) \cdot \frac{q_{\text{о}} \cdot n_{\text{ос}}}{n_{\text{пц}} \cdot t \cdot n_{\text{ч}}} \text{ м}^3. \quad (3.44)$$

Задаваясь диаметром цилиндрической части пневмоцистерны, ее высоту можно определить по следующей приближенной формуле:

$$h = \frac{4 \cdot V_{\text{пц}}}{\pi \cdot D^2} \text{ м}, \quad (3.45)$$

где D – внутренний диаметр цилиндра пневмоцистерны, м.

При оптимальном отношении P_2/P_1 коэффициент $m = 1$ и тогда объем пневмоцистерны будет:

$$V_{\text{пц}} = 2{,}125 \cdot V_{\text{к}} = 2{,}125 \cdot \frac{q_{\text{о}} \cdot n_{\text{ос}}}{n_{\text{пц}} \cdot t \cdot n_{\text{ч}}}. \quad (3.46)$$

Выполнение гидравлического расчета сводится к решению обратной задачи.

3.7. Система бытовой забортной воды

3.7.1. Назначение и принцип действия системы бытовой забортной воды

Система бытовой забортной воды предназначена для промывки гальюнов, шпигатов и палуб, а также для других нужд судна.

При необходимости забортную воду подают в прачечные, бани, душевые и ванные.

На рис. 3.30 представлена принципиальная схема системы бытовой забортной воды.

Система состоит из насоса 2, который через фильтр 1 подаёт забортную воду через клапан 3 в пневмоцистерну 12 или через клапаны 7, 8 непосредственно к потребителям. При повышении давления в пневмоцистерне выше установленного рабочего значения на 20% предохранительный клапан 11 перепускает воду в приёмный трубопровод насоса 2. В аварийных ситуациях имеется возможность подавать забортную воду к потребителям 9 через клапан 4 от трубопроводов 6 системы охлаждения или водяной противопожарной системы. При этом снижение давления воды до рабочего значения от 0,40 до 0,65 МПа осуществляют при помощи редукционного клапана 5.

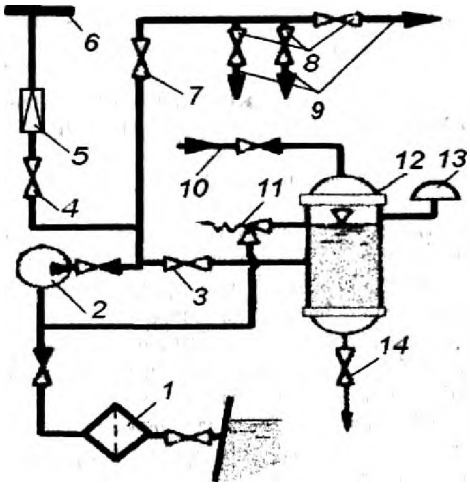


Рис. 3.30. Принципиальная схема системы бытовой забортной воды:
1-фильтр; 2-насос; 3, 4, 7, 8, 14-запорные клапаны;
5-редукционный клапан; 6-трубопровод водяной противопожарной
системы; 9-потребители; 10-трубопровод воздуха низкого давления;
11 -предохранительный клапан; 12 -пневмоцистерна; 13-реле давления

Пополнение пневмоцистерны 12 сжатым воздухом низкого давления осуществляют по трубопроводу 10, а слив воды для осмотра её внутренней полости - через клапан 14.

Перепад давления в пневмоцистерне обычно не превышает 0,2 МПа.

Местное автоматическое управление насосом 2 осуществляется при помощи реле давления 13, которое выдаёт электрический сигнал на магнитный пускатель насоса 2. При достижении верхнего уровня воды в пневмоцистерне 12 реле давления 13 выдаёт сигнал на остановку насоса 2, а при достижении нижнего уровня воды - на пуск насоса.

В системе применяют насосы с электроприводом центробежного типа.

-

Магистральные трубопроводы имеют диаметры от 50 до 60 мм, а диаметры ответвлений - от 10 до 32 мм.

3.7.2. Требования к проектированию и особенности расчёта системы бытовой забортной воды

Требования к проектированию

Вода в систему бытовой забортной воды должна подаваться насосами из-за борта. Рекомендуется предусматривать резервный способ подачи забортной воды к потребителям через перемычку от водяной противопожарной системы или от насосов системы охлаждения. При подаче воды от резервных средств давление забортной воды не должно превышать рабочего давления в системе бытовой забортной воды. Для понижения давления забортной воды в местах подключе-ния системы следует предусматривать редукционные клапаны.

В качестве резервного средства питания системы водой допускается использовать насосы системы охлаждения или другие постоянно действующие насосы, кроме насосов, связанных с перекачкой воды, загрязнённой нефтепродуктами.

Для удобства обслуживания и ремонта система должна проектироваться по групповой схеме, предусматривающей подачу воды к группам потребителей. Трубопровод системы должен разделятся на две магистрали: носовую и кормовую. Для предотвращения загрязнения системы на всасывающем трубопроводе необходимо устанавливать грязевую коробку или фильтр.

Приемные клапаны забортной воды нужно располагать таким образом, чтобы исключить возможность приема из-за борта удаляемых с судна сточных и трюмных вод.

Трубопроводы системы должны быть расположены так, чтобы обеспечивалось удобство обслуживания и возможность разборки механизмов, соединений трубопроводов и оборудования. Ко всей арматуре должен быть обеспечен свободный доступ для наблюдения, обслуживания и ремонта.

На напорном трубопроводе от насоса к пневмоцистерне и на трубопроводе подвода сжатого воздуха в пневмоцистерну необходимо устанавливать невозвратно-запорные клапаны.

Пневмоцистерны следует устанавливать в помещениях с температурой воздуха выше 0°С. Электронасосы для наполнения пневмоцистерн забортной водой должны включаться автоматически при помощи реле давления.

Приёмные кингстоны забортной воды должны располагаться так, чтобы исключалась возможность приёма из-за борта удаляемых с судна сточных вод. Ввиду того, что система бытовой забортной воды постоянно находится в действии, а рабочая среда способствует образованию коррозии металлов, рекомендуется использовать медно-никелевые трубопроводы и бронзовую арматуру. Допускается применение трубопроводов из винипласта и полиэтилена.

Особенности расчёта системы

Производительность насосов $\Sigma Q_{\text{н}}$ определяют по суммарному расчётному расходу воды всеми потребителями ΣQ_i с учётом коэффициента одновременности действия $k_{i\text{од}}$ и максимального коэффициента загрузки системы однотипного судна k_3:

$$\sum_{j=1}^{m} Q_{\text{нj}} = \sum_{i=1}^{n} Q_i k_{\text{од}} k_3 \; ; \tag{3.47}$$

$$k_3 = \frac{Q_{\text{ч}0}^{\max}}{\sum_{i=1}^{n} Q_{i0}} , \tag{3.48}$$

где $Q_{\text{ч}0}^{\max}$ – максимальный часовой расход воды, взятый из баланса наиболее загруженного дня недели однотипного судна, м^3/ч;

$\sum_{i=1}^{n} Q_{i0}$ – суммарный расчетный расход воды всеми потребителями однотипного судна, м^3/ч;

i – номер потребителя системы;

j – номер насоса;

n – количество потребителей системы;

m – количество насосов.

Коэффициенты одновременности действия потребителей рекомендуется принимать из табл. 3.4.

Кроме того, производительность насосов можно определять по максимальному часовому расходу, принятому из суточного баланса наиболее загруженного дня недели.

Объём пневмоцистерны V определяют по формуле:

$$V = \frac{V_{\text{роб}} P_2 P_{1\max}}{(P_2 - P_1) P_{1\min}} + C \,, \qquad (3.49)$$

где P_1 – абсолютное давление, при котором включается насос, МПа;

$P_{1\min}$ – абсолютное минимальное давление, при котором включается насос, МПа;

$P_{1\max}$ – абсолютное максимальное давление, при котором включается насос, МПа;

P_2 – абсолютное давление, при котором выключается насос, МПа;

C – остаток воды в пневмоцистерне, м^3.

Примечание. Значения давлений $P_{1\min}$ и $P_{1\max}$ принимают в зависимости от точности работы реле давления пневмоцистерны. Они могут находиться в диапазоне, например, от $P_{1\min}$ = 0,217 МПа до $P_{1\max}$ = 0,275 МПа.

Полезный объём пневмоцистерны $V_{\text{роб}}$ находят по формуле:

$$V_{\text{раб}} = \frac{0{,}25 Q_{\text{н}}}{n} \text{ м}^3, \qquad (3.50)$$

где $Q_{\text{н}}$ – производительность насосов системы (определяется по напорно-расходной характеристике как среднее значение подачи при давлении включения и выключения насоса, с учётом геометрического напора), м^3/ч;

n – максимальное число включений насоса в час.

Таблица 3.4

Рекомендуемые коэффициенты одновременности действия потребителей

Наименова-ние потреби-теля	Коэффициент одновременности действия при заданном числе установленных санитарных приборов								
	1	3	6	10	20	40	60	100	200
Кран писсуарный	1,00	0,70	0,50	0,40	0,34	0,30	0,30	0,25	0,25
Кран промывочный	1,00	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	0,10	0,10	0,05

Остаток воды в пневмоцистерне 3 принимают равным 5–10% от её объёма. Для судов большого водоизмещения с большой численностью экипажа расчёт пневмоцистерны допускается вести по среднечасовому расходу.

Перепад давления в пневмоцистерне не должен превышать 0,2 МПа (2 кгс/см^2).

3.8. Назначение и принцип действия сточно-фановой системы

Сточно-фановая система предназначена для отвода сточных вод от санитарно-бытового оборудования (душевые, бани, умывальники), палубных шпигатов внутренних помещений, а также для удаления фекальных и сточных вод из гальюнов.

На рис. 3.31 изображена принципиальная схема сточно-фановой системы.

Сточные воды от умывальников 6, моек 7 и фекальные воды от унитазов 11, писсуара 10 отводят в цистерну 13 по трубопроводам 5 и 12.

Содержимое цистерны откачивают с помощью насоса 18 через клапан 17 по трубопроводу 15, или эжектором 1 по трубопроводу 3 в береговые или плавучие емкости.

Фекальную цистерну 13 оборудуют поплавковым измерительным прибором 19 или сигнализаторами давления, которые показывают наличие в цистерне предельного верхнего уровня жидкости.

Цистерна 13 может заполняться забортной водой через клапаны 14, 16.

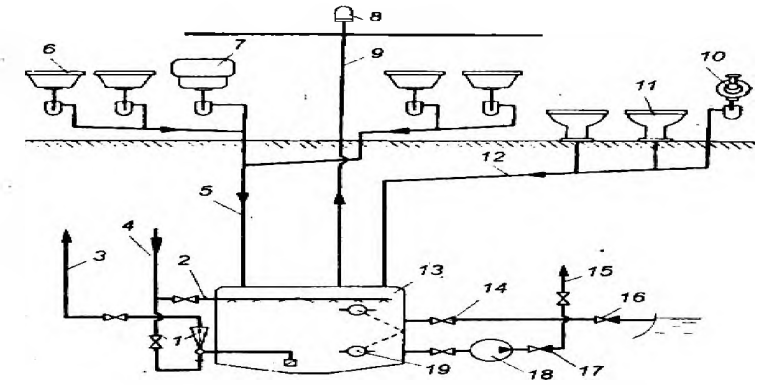


Рис. 3.31. Принципиальная схема сточно-фановой системы:
1 – эжектор; 2 – перфорированный трубопровод; 3, 4, 5, 12, 15 – трубопроводы; 6 – умывальники; 7 – мойка; 8 – фильтр вентиляционного трубопровода; 9 – вентиляционный трубопровод; 10 – писсуар; 11 – унитазы; 13 – цистерна; 14, 16, 17 – клапаны; 18 – насос; 19 – поплавковый измерительный прибор

Для обмыва цистерны в ее верхней части устанавливают перфорированный трубопровод 2. Вентиляция цистерны осуществляется по трубопроводу 9 с фильтром 8.

Для автоматической промывки фекального трубопровода могут применяться напорные бачки. Бачок работает с помощью вмонтированной в него сифонной трубки. По трубопроводу наполнения медленно поступает вода и заполняет бачок до верхнего края сифонной трубки. При достижении верхнего края сифона вода интенсивно сливается из бачка в смывную трубу. Медленное поступление воды в бачок обеспечивает дроссельная шайба, установленная в трубопроводе перед бачком.

Для удаления жидкости со сточно-фановых цистерн устанавливают электронасосы 18. Электронасосы размещают в отделениях фекальных насосов на амортизаторах. На напорном и приемном трубопроводах насоса устанавливают сильфонные компенсаторы. Для предотвращения компенсаторов от коррозии и снижения электрического поля судна соединения между клинкетными защелками и сильфонными компенсаторами изолируют.

В качестве резервного средства для откачки воды из сточно-фановых цистерн используют эжекторы 1. Рабочую воду для эжектора 1 подают от трубопровода 4 водяные противопожарные системы. Включение и выключение эжекторов осуществляют с места их размещения.

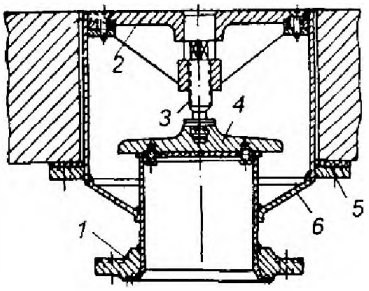


Рис. 3.32. Шпигат:
1,5 – фланцы; 2– решетки; 3–шток; 4–тарелка; 6 – корпус

Для предотвращения проникновения запаха из трубопроводов системы в помещения, а также для возможности засорения системы на умывальниках, мойках и в ванных помещениях устанавливают сифоны с гидравлическим затвором.

Съемный отстойник на сифоне позволяет удалить грязь, собравшуюся в нем.

Вода, что появляется на палубах санитарно-бытовых помещений и вентиляторных отделений, удаляется через палубные шпигаты (рис. 3.32).

Шпигат состоит из корпуса 6, к которому приварен фланец 5 для крепления шпигата к палубе. К фланцу 1 присоединяют сточный трубопровод. Шпигаты закрывают торцевым ключом вращением штока 3. Для предотвращения шпигата от засорения устанавливают решетки 2. Тарелка 4 в нормальном положении находится в открытом состоянии.

Соединение труб трубопроводов системы фланцевые, а их прокладки – паронитовые.

3.8.1. Требования к проектированию сточно-фановой системы и особенности ее расчета

Требования к проектированию

Сточные воды и нечистоты следует отводить в фекальные (сточные) цистерны.

При заполнении цистерн их содержимое необходимо перекачивать в береговые емкости или плавучие станции сбора фекальных и сточных вод.

Фановая система должна проектироваться по групповой схеме. Гальюны (не менее двух) должны располагаться в разных местах судна выше конструктивной ватерлинии и в непосредственной близости от кают.

Для вентиляции цистерн необходимо предусматривать вентиляционные трубопроводы с фильтрами.

Прокладку трубопроводов стоит делать с наклоном. При этом нужно учитывать конструктивный дифферент и загиб палубы. Соединение трубопроводов необходимо делать под острыми углами по ходу движения жидкости. Радиус закругления трубопроводов должен составлять не менее двух его диаметров.

Для обеспечения прочистки трубопроводов системы надо устанавливать съемные горловины и спускные пробки в местах возможного засорения.

В холодное время года возможно обледенение бортовых отверстий, предназначенных для слива из них жидкостей самотеком. Поэтому необходимо предусматривать обогрев таких забортных отверстий паром. С целью предотвращения коррозии трубопроводов и арматуры, а также для снижения электрического поля судна, соединения и крепления захлопок, патрубков и бортовых проставок изолируют фторопластовыми прокладками.

Вывод забортных отверстий фанового трубопровода нужно располагать по высоте борта судна следующим образом:

- для слива самотеком за борт выше ватерлинии нормального водоизмещения на 200 –300 мм;
- для откачки в баржу – выше ватерлинии нормального водоизмещения на 1600 мм;
- для откачки за борт-под ватерлинией нормального водоизмещения около 1000 мм.

Забортные отверстия от фанового трубопровода должны быть удалены от приемных забортных отверстий других систем, а также не должны находиться вблизи судовых трапов. Сброс за борт неочищенных и необезвреженных сточных и фекальных вод запрещается.

Сборные цистерны рекомендуется выполнять с наружной системой набора и закрытых устройств для контроля их заполнения. При этом дно цистерны должно иметь уклон, а технические средства должны обеспечивать ее полное опорожнение.

Внутреннюю поверхность цистерн надо окрашивать кислотоупорной краской. Такие цистерны следует располагать на расстоянии от жилых и служебных помещений, постов управления и источников тепла.

Для обеспечения внутреннего обмывания цистерн нужно устанавливать перфорированные трубопроводы, в которые стоит подавать воду от системы бытовой забортной воды. Цистерны необходимо оборудовать сигнализатором верхнего уровня жидкости, а также двумя иллюминаторами для визуального наблюдения верхнего и нижнего уровня их наполнения.

Сточные и фекальные воды должны поступать в цистерны самотеком, а удаляться из них насосами или эжекторами по трубопроводам со специальными головками унифицированного типа, которые служат для присоединения приемных устройств береговых или плавучих станций сбора стоков.

Цистерны с насосами и оборудованием должны располагаться в выгородках с возможностью герметичного закрытия.

Приемные трубопроводы необходимо устанавливать в нижней части цистерн на расстоянии 30 – 40 мм от дна. Трубопроводы от унитазов и писсуаров не следует сочетать с трубопроводами, отводящими воду от ванн, или душевых умывальников. Их надо прокладывать с наклоном к выходному отверстию, без резких изгибов и поворотов. Для магистральных трубопроводов нормальный наклон нужно принимать равным 0,05, а минимальный – 0,03.

Для предотвращения образования конденсата трубопроводы, проходящие через коридоры и другие служебные помещения, необходимо изолировать войлоком и капроновым волокном.

Запрещается прокладывать трубопроводы сточных и фановых систем через жилые помещения, буфетные, столовые, а также помещения, предназначенные для хранения провизии и приготовления пищи, медицинские помещения, через водяные, топливные и масляные цистерны. Проход трубопроводов через главные водонепроницаемые перегородки допускается только в исключительных случаях.

Трубопроводы сточных и фановых систем рекомендуется выполнять из меди, стали, полиэтилена или футерованным полиэтиленом, арматуру – из бронзы, а сифоны на писсуарах – из пластмассы.

Особенности расчета системы

Вместимость сборных цистерн сточной системы определяют по расходу бытовой пресной и бытовой забортной воды.

Расчетное количество фекальных стоков $q_ф$ на одного человека в сутки должна составлять не менее 50 л.

Полезный объем $V_ф$ фекальной цистерны можно определить по формуле:

$$V_ф = q_ф\ \tau_с\ n_{ос}\ k_{зап,}, \text{ м}^3, \quad (3.51)$$

где $q_ф$ – расчетное количество фекальных стоков, м3/(чел. сутки);

$\tau_с$ – максимальное время между пунктами опорожнения цистерны (выбирается в зависимости от условий использования судна), сутки;

$n_{эк}$ – расчетное количество экипажа;

$k_{зап} = (1{,}1 – 1{,}2)$ – коэффициент запаса.

Диаметр фановых трубопроводов и расчетные расходы сточных вод для санитарного оборудования принимаются по табл. 3.6.

Диаметры магистральных трубопроводов, отходящих от унитазов, принимают не менее 100 мм, от писсуаров – 50 – 70 мм.

Расчетные скорости стекания сточных вод должны быть в пределах 0,6 – 3,5 м/с.

Пропускную способность сточных, фановых и шпигатных трубопроводов принимают согласно табл. 3.5, а расчетные расходы сточных вод определяют суммированием расчетных затрат для установленного оборудования с учетом предполагаемого коэффициента одновременности их использования табл. 3.6.

Таблица 3.5

Пропускная способность сточных, фановых и шпигатных трубопроводов

Размещение трубопроводов	Диаметр трубопроводов, мм						
	32	40	50	80	100	125	150
	расчетные расходы, л/мин. (при заполнении всей площади поперечного сечения трубопроводов)						
Вертикальный участок (стояк)	-	160	250	640	1000	1500	2250
Горизонтальный участок с уклоном 0,03	16	37	68	268	498	940	1560
Участок с уклоном 0,05	21	48	90	346	644	1214	2014

Таблица 3.6

Диаметр фановых трубопроводов и расчетные расходы сточных вод для санитарного оборудования

Наименование санитарного оборудования	Диаметр фановых труб, мм	Расчетные расходы, л /мин.	Коэффициент одновременности
Унитаз	100	120	0,5
Писсуар фаянсовый	32	10	1,0
Писсуар лотковый	40	5 на 1 м длины	1,0
Гальюн до 5 мест	100	120 на 1 место	0,5
Гальюн на 5-10 мест	125	120 на 1 место	0,5
Гальюн более 10 мест	150	120 на 1 место	0,5

3.9. Система парового отопления и хозяйственного парообеспечения

3.9.1. Назначение системы парового отопления и хозяйственного пароснабжения, принцип её действия

В холодное время года обогрев помещений судна производится системами воздушного, парового или электрического отопления.

В зимнем режиме работы воздушное отопление помещения осуществляет система кондиционирования воздуха, а электрическое отопление - электрогрелки и специальные панели. Для парового отопления помещений используют систему парового отопления. Системы электрического и парового отопления снижают тепловую нагрузку на систему кондиционирования воздуха в зимнее время.

Система парового отопления и хозяйственного пароснабжения служит для создания и поддержания в обслуживаемых помещениях необходимой температуры воздуха в холодное время года путём подачи пара к отопительным приборам (паровым грелкам).

Кроме того, эта система обеспечивает подачу пара на следующие потребители в:

1) воздухоподогреватели системы кондиционирования воздуха;
2) хозяйственно-бытовые потребители;
3) трубопроводы обогрева донно-забортной арматуры и пропаривания топливных цистерн;
4) сепараторы очистки трюмных вод;
5) растворные баки и втулки системы водяной защиты и комплекты зимней специальной обработки судна;

На рис. 3.33 представлена принципиальная схема системы парового отопления и хозяйственного пароснабжения.

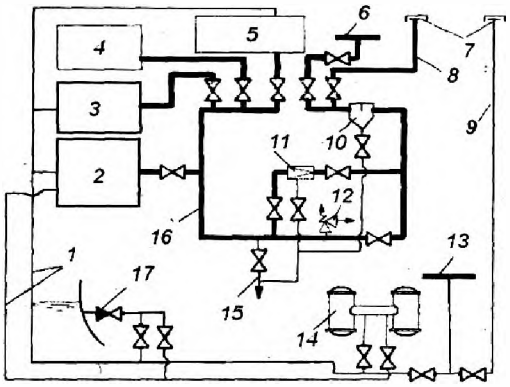


Рис. 3.33Принципиальная схема системы парового отопления и хозяйственного пароснабжения: 1-трубопроводы отработанного пара; 2- воздухоподогреватели; 3-грелки, 4-донно-забортная арматура; 5-хозяйственно-бытовые потребители; 6-трубопровод подачи пара от вспомогательного котла; 7 - палубные втулки, 8 - трубопровод приема пара; 9 – трубопровод приема конденсата; 10-сепаратор пара; 11-редуктор; 12-предохранительный клапан; 13-напорный трубопровод конденсатного насоса; 14-конденсатор; 15-трубопровод слива конденсата; 16-трубопровод свежего пара; 17- невозвратно-запорный клапан

Система состоит из трубопроводов свежего пара 16 и трубопроводов отработанного пара 1. К трубопроводу свежего пара 16 последовательно подключают грелки 3 (движение пара и конденсата осуществляется по одному трубопроводу). Такая схема подключения грелок называется однопроводной.

Воздухоподогреватели 2 и хозяйственно-бытовые потребители 5 под-ключают параллельно к раздельным магистралям свежего пара 16 и отработанного пара 1. Такая схема подключения называется двухпроводной.

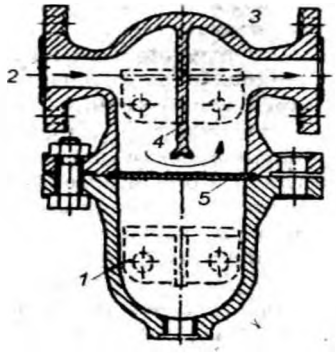


Рис. 3.34. Сепаратор пара:
1 – отстойник; 2 – фланцевое соединение трубопровода,
что подводит пар к сепаратору; 3 – корпус;
4 – перегородка; 5 – решетка

В качестве теплоносителя в системе используют насыщенный пар давлением до 0,5 МПа, который подают от вспомогательных котлов по трубопроводу 6. Конденсат охлаждают в конденсаторах 14 для дальнейшею использования в качестве питательной воды для вспомогательных котлов.

При стоянке судна в доке и в аварийных случаях подают пар в систему и отводят от неё конденсат через палубные втулки 7 по трубопроводам 8 и 9. Кроме того, при помощи трубопровода 13 конденсат может выдаваться внешним потребителям по трубопроводу 9 через палубную втулку 7.

Для понижения давления поступающего пара до рабочего значения предусматривают редуктор 11, а для удаления из пара влаги устанавливают сепаратор 10.

При повышении давления пара в системе включается в работу предохранительный клапан 12, который стравливает часть пара в трюм и снижает давление до рабочего значения.

Конденсат из полостей сепаратора пара, редукционного клапана и отводной трубы предохранительного клапана удаляют трюм по трубопроводу 15.

Сепаратор пара (рис. 3.34) состоит из корпуса 3, к которому фланцевым соединением 2 присоединяют трубопровод свежего пара. При помощи перегородки 4 резко изменяется направление движения поступающего пара, влага отделяется и через решёт-ку 5 поступает в отстойник 1, откуда затем удаляется.

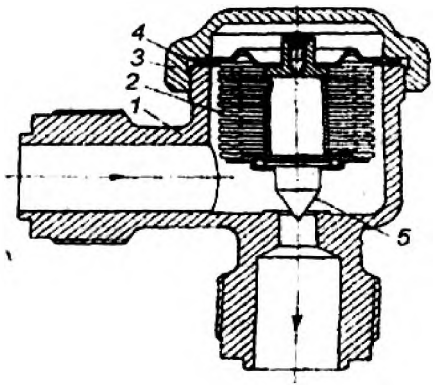


Рис. 3.35. Термостатический конденсатоотвод-чик:
1- корпус; 2-сильфон; 3-крышка;4-прокладка; 5-игольчатый клапан

На трубопроводы отработанного пара устанавливаю конденсатоотводчики, обеспечивающие предотвращение проникновение пара в конденсат. Конденсатоотводчики бывают тарельчатыми термодинамическими и термостатическими.

Конденсатоотводчик термостатического типа (рис. 3.35) состоит из игольчатого клапана 5, который соединен с сильфоном 2, заполненным жидким легкоиспаряющимся эфиром.

При температуре, свойственной конденсату, сильфон находится в сжатом состоянии, игольчатый клапан поднят, а выходное отверстие открыто для отвода воды.

Если же в конденсатоотводчик попадает пар, у которого температура выше, чем у конденсата, эфир вскипает, сильфон удлиняется и игольчатый клапан перекрывает выходное отверстие.

Тарельчатый термодинамический конденсатоотводчик состоит из корпуса 1, в котором находится тарелка 7 (рис. 3.36).

Под действием давления конденсата она приподнимается над седлом 4 и открывает ему проход в выходной канал 3. Когда в конденсат попадает пар, скорость движения пароконденсатной смеси увеличивается, давление в зазоре между тарелкой 7 и седлом 4 понижается, и тарелка прижимается к седлу.

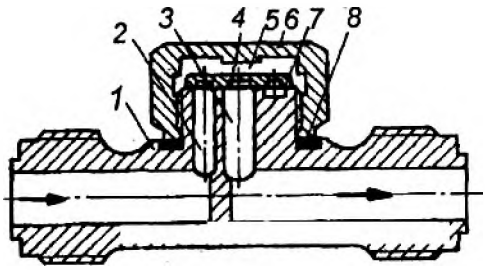


Рис. 3.36. Тарельчатый термодинамический конден-сатоотводчик:
1 – корпус; 2-входной канал; 3-выходной канал; 4-седло; 5-камера; 6-крышка; 7-дисковая тарелка; 8-прокладка

Кроме того, часть пара попадает в камеру 5 над тарелкой 7. Вследствие разности площадей тарелки 7 и выходного канала 3 сила, действующая на тарелку сверху, оказывается больше силы, действующей на неё снизу. Поэтому тарелка плотно прижимается к седлу и выход пара из конденсатоотводчика прекращается.

3.9.2. Требования к проектированию системы отопления и хозяйственного пароснабжения

Система парового отопления и хозяйственного пароснабжения долж-на обеспечивать возможность регулирования температуры воздуха в обслуживаемых помещениях.

От вспомогательного котла в систему должен подаваться сухой насы-щенный пар с температурой от 120 до 130°С и давлением до 0,5 МПа. Схема системы должна предусматривать возможность приема пара с берега и выдачи конденсата через палубные втулки.

Паровое отопление не должно предусматриваться для помещений с оборудованием, которое может быть легко повреждено в случае нарушения плотности трубопроводов.

Система должна проектироваться по групповой схеме, в которой каждая магистраль обслуживает район судна, помещения которого не отличаются по назначению и приблизительно одинаково охлаждаются в зимнее время. Ответвления к потребителям от магистральных трубопроводов нужно объединять в группы одинакового назначения.

Конденсатоотводчики при двухпроводной схеме подключения потребителей нужно устанавливать у каждого потребителя или на группу потребителей, а также в наиболее низко расположенных точках трубопроводов отработанного пара за последним потребителем.

Трубопроводы отработанного пара надо прокладывать таким образом, чтобы исключить застой конденсата. В местах его возможного застоя необходимо устанавливать спускные клапаны или пробки. Конденсат из системы через невозвратно-запорные клапаны должен поступать в трубопроводы отработанного пара и отводиться в конденсаторы. Для конденсата, который не соответствует требованиям к питательной воде, рекомендуется предусматривать цистерны грязного конденсата. Необходимо предусматри-вать отвод конденсата за борт или на берег через невозвратно-запорный клапан и палубную втулку выдачи конденсата.

Отопительные приборы (грелки) следует располагать у наиболее интенсивно охлаждаемых переборок, по возможности так, чтобы во всем помещении была равномерная температура.

Они должны иметь возможность отключаться без влияния на работу других грелок и системы в целом. С целью предохранения от ожогов и архитектурного оформления помещений для грелок нужно предусматривать легкосъемные защитные кожухи. Рекомендуется применять ребристые однорядные или многорядные грелки горизонтального расположения из медных труб с наплавленными пластинчатыми ребрами.

При расположении в одном районе судна большого количества обогреваемых забортных отверстий нужно предусматривать объединение их в группы с трубопроводами для обогрева.

Для питания паром с берега или от судна - отопителя необходимо предусматривать палубные втулки.

Хозяйственно-бытовые потребители следует подключать к раздельным магистралям свежего и отработанного пара. В ответвлениях паровых и конденсатных магистралей для отдельных групп потребителей необходимо устанавливать разобщительные клапаны. На трубопроводах, обеспечивающих выход отработанного пара от потребителей, нужно устанавливать невозвратно-запорные клапаны.

На трубопроводы продувания паром забортных отверстий необходимо устанавливать невозвратно-запорные клапаны. Для обогрева забортных отверстий, донной арматуры и ниш успокоителей качки, а также для пропаривания топливных цистерн надо прокладывать специальную магистраль.

При подводном расположении забортных отверстий на отростках нужно дополнительно предусматривать запорный клапан. Отростки следует присоединять к магистрали под острыми углами в 45-60°.

Трубопроводы с отработанным паром необходимо оборудовать конденсатоотводчиками с местным автоматическим управлением. Для обеспечения возможности работы системы при отключении конденсатоотводчиков должны предусматриваться обводные трубопроводы.

При объединении конденсатных магистралей с различными давлениями в одну сливную магистраль в местах их соединения (за конденсатоотводчиками) нужно устанавливать разобщительные невозвратно-запорные клапаны.

Трубопроводы системы следует изолировать нетеплопроводным материалом, а маховики клапанов выполнять в оплетке.

В целях снижения напряжения в материале трубопроводов от температурного удлинения на них необходимо устанавливать компенсаторы. Для системы отопления рекомендуется использовать медные трубопроводы.

3.9.3. Особенности расчёта системы парового отопления и хозяйственного пароснабжения

Расчёт системы включает в себя определение поверхности отопительных приборов и решение обратной задачи гидравлического расчёта.

Поверхность отопительного прибора определяют по формуле:

$$F_{\text{п}} = \frac{Q}{k_{\text{п}}(t_{\text{п}} - t_{\text{пом.}})}, \text{ м}^2, \qquad (3.52)$$

где Q – суммарная потеря тепла помещения, кВт;

$k_{\text{п}}$ – коэффициент теплопередачи прибора(табл. 3.8), кВт/(м^2·°С);

$t_{\text{п}}$ – расчетная температура пара в отопительном приборе, принимаемая равной температуре пара поступающего в прибор (табл. 3.9);

$t_{\text{пом.}}$ – расчетная температура воздуха в помещении, °С.

Расчётную температуру наружного воздуха принимают в соответствии с заданным районом плавания.

Таблица 3.8

Расчетные коэффициенты теплопередачи грелок (медных и стальных), кВт/(м^2°С)

№	Наименование потребителей	С кожухом	Без кожуха
1	Грелки горизонтальные однорядные и двухрядные	0,01047	0,01279
2	Грелки горизонтальные четырехрядные и шестирядные	0,00814	0,01047
3	Грелки вертикальные	0,00930	0,01163

Теплопотери через ограждения помещения (переборки, настилы, подволоки, иллюминаторы) определяют как сумму теплопотерь через отдельные ограждения по формуле:

$$Q = \sum k_i F_i (t_{\text{пом.}} - t_{\text{см}}), \text{ кВт}, \qquad (3.53)$$

где k_i – коэффициент теплопередачи ограждения (табл. 3.10), кВт/(м^2·°С);

F_i – площадь ограждения, м^2;

$t_{пом}$ – расчётная температура воздуха в помещении, °С;

$t_{см}$ – расчётная температура воздуха в смежном помещении (или температура наружного воздуха), °С.

Таблиця 3.9

Зависимость температуры пара в отопительном приборе от давления пара

Давление пара, МПа	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
Температура пара, °С	99	110	120	127	133	138	143	147	151

Поверхность нагрева отопительных приборов определяют расчетом из условия компенсации теплопотерь обогреваемых помещений и поддержания в них заданной температуры. Так для помещений с естественной вентиляцией расчётные теплопотери через ограждения увеличивают на 10%, а для помещений, имеющих наружные двери, - на (10-15)%.

Теплопритоки в отапливаемые помещения от трубопроводов парового отопления могут быть определены по формуле:

$$q = \varphi \alpha S (t_{пов} - t_{пом.}), \text{ кВт}, \quad (3.54)$$

где $\varphi = (1{,}05–1{,}10)$ – коэффициент запаса;

α = 10 кВт/(м^2·°С) – коэффициент теплоотдачи от изолированной и покрашенной масляной краской поверхности трубопровода;

S – площадь наружной поверхности изоляции трубопровода, м^2;

$t_{пов}$ – допустимая температура на поверхности изоляции трубопровода, °С;

$t_{пом}$ – температура воздуха в помещении, °С.

Таблица 3.10

Коэффициенты теплопередачи (к) ограждений, кВт/(м^2·°С)

Наименование ограждения	Коэффициент теплопередачи
Внутренняя неизолированная стальная переборка	0,004071
Наружная неизолированная переборка борт	0,006397
Неизолированная переборка, борт, омываемой водой	0,008141
Стальная палуба, покрытая керамическими плитками	0,003024
Стальная палуба, покрытая линолеумом	0,003838
Иллюминаторы	0,5815

Площадь поверхности нагрева паровых грелок, устанавливаемых в помещении при известном его объёме и расположении на судне, можно ориентировочно определить по следующей зависимости:

$$F_{гр} = \frac{V_{пом}}{A} Б, \text{ м}^2 \quad (3.55)$$

где, $V_{пом}$ – объём помещения, м^3;

A – коэффициент, учитывающий влияние изоляции помещения и темпера-туры, поддерживаемой в них, при температуре наружного воздуха от -15 до -25°С (табл. 3.11);

$Б$ – коэффициент, учитывающий расположение помещения на судне (для наружных помещений на палубах и платформах Б = 1,0; для внутренних помещений Б = 0,7).

Таблица 3.11

Значение коэффициента А

Вид изоляции помещения	Температура в помещении, °С	Значение коэффициента *А*
Облегченная изоляция	до 10	40
	от 11 до 20	20
	от 21 до 25	10
Нормальная изоляция	до 10	50
	от 11 до 20	30
	от 21 до 25	15
Усиленная изоляция	до 10	60
	от 11 до 20	40
	от 21 до 25	20

Диаметры трубопроводов свежего пара определяют расчетом при максимальном расходе пара всеми потребителями.

Диаметры трубопроводов отработанного пара и конденсатных трубопроводов принимают не менее 60% диаметров соответствующих трубопроводов свежего пара.

Гидравлический расчет производят раздельно для магистрали свежего пара и конденсатного трубопровода. При этом расчётная допустимая скорость пара для системы отопления, выполненной по двухлинейной схеме, не должна превышать 40 м/с в главных магистралях и 30 м/с - в ответвлениях. Для системы отопления, выполненной по линейной схеме, допустимая скорость пара не должна превышать 20 м/с.

3.10. Система сжатого воздуха

3.10.1. Назначение и принцип действия системы сжатого воздуха

Система сжатого воздуха предназначена для получения, хранения и подачи к потребителям в необходимом количестве сжатого воздуха требуемых параметров.

В зависимости от давления на судах различают воздух высокого давления (10÷20 МПа), воздух среднего давления (4,5 МПа) и воздух низкого давления (до 0,1 МПа).

Воздух высокого давления необходим системе жидкостного тушения и системе пенотушения на пресной воде. Он используется для главной энергетической установки, пуска дизелей и наполнения водолазных баллонов.

Воздух среднего давления применяют для открытия крышек вентиляции и управления арматурой с пневмоприводом.

Воздух низкого давления используют для технического обслуживания технических средств, обеспечения работы пневмоинструмента, системы водяной защиты и пневмоцистерн.

Принципиальная схема системы сжатого воздуха показана на рис. 3.37.

Система состоит из основной магистрали воздуха высокого давления, к которой подключают дизелькомпрессор 9 и электрокомпрессор 1, обеспечивающие получение сжатого воздуха высокого давления.

При помощи клапанных коробок 3, 8,10, клапана 5 и трубопроводов 2, 11 осуществляют подключение к системе групп баллонов 4,6,7 с воздухом высокого давления.

По трубопроводу 14 воздух высокого давления поступает к редуктору 13, где давление воздуха понижается до 4,5 МПа. Через клапанную коробку 12 воздух подают к потребителям воздуха среднего давления.

На современных судах воздух высокого давления получают при помощи автоматизированных компрессорных станций.

Входящие в их состав компрессоры имеют электропривод, либо привод от дизеля.

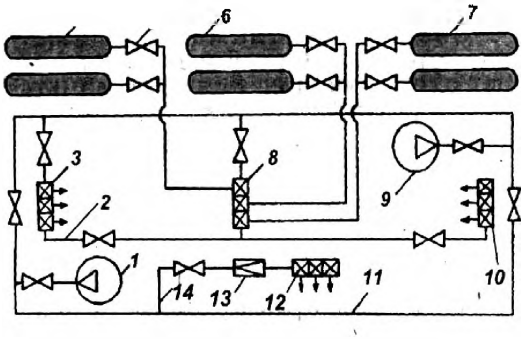


Рис. 3.37Принципиальная схема системы сжатого воздуха: 1-электрокомпрессор; 2, 14-трубопроводы сжатого воздуха; 3, 8, 10- клапанная коробка; 4, 6, 7-группы баллонов сжатого воздуха; 5-запорный клапан; 9-дизель-компрессор; 11-магистральный тру-бопровод; 12-клапанная коробка потребителей воздуха среднего давления; 13 - редуктор

От компрессоров сжатый воздух поступает в водомаслоотделители, очищающие воздух от капельной влаги, масла и механических примесей. (Влага и механические примеси поступают в компрессор из атмосферы, а масло попадает из цилиндров компрессора.).

Водомаслоотделитель (рис. 3.38) состоит из стального корпуса 1, 2, головки 4 с манометром 5 и клапана продувания 7, которые крепят к корпусной конструкции при помощи верхнего 6 и нижнего 8 кронштейнов. К головке присоединена трубка 3, проходящая внутрь корпуса. Воздух, поступая по трубке в корпус, резко меняет направление и скорость движения.

За счет этого тяжелые частицы влаги, масла, пыли оседают внизу корпуса. Очищенный воздух через штуцер в головке поступает в трубопровод, а скапливающийся конденсат периодически продувают в цистерны сбора нефтепродуктов.

Трубопроводы воздуха высокого давления состоят из магистральных трубопроводов, которые строят по кольцевой или линейной схемам (рис. 3.37). Трубопроводы воздуха среднего давления и воздуха низкого давления состоят из линейных магистралей и ответвлений к потребителям.

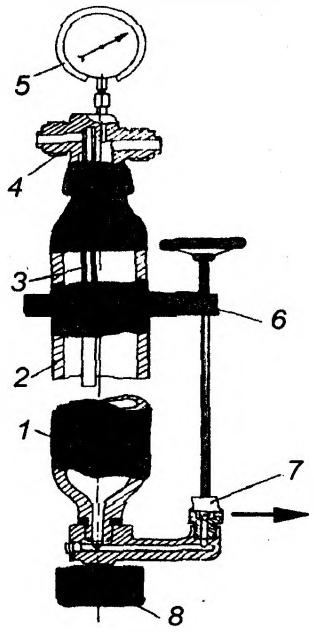


Рис. 3.38. Водомаслоотделитель:
1,2-корпус; 3-трубка; 4-головка; 5-манометр; 6-верхний кронштейн; 7-клапан; 8-нижний кронштейн

На трубопроводах устанавливают запорные и невозвратно-запорные клапаны. Автоматические редукционные клапаны уменьшают давление сжатого воздуха до необходимых величин. Предохранительные клапаны для трубопроводов и баллонов воздуха высокого давления регулируют на давление подрыва, превышающие рабочее давление на 5-10% и на 10-20% для трубопроводов воздуха среднего давления и воздуха низкого давления.

Контроль давления сжатого воздуха осуществляют по манометрам класса точности не менее 2,5. На шкалу каждого манометра обычно наносят красную черту, которая соответствует предельно допустимому давлению в трубопроводе или баллоне.

После введения в действие компрессорных станций, воздух сжимают до высокого давления и при значении около 20 МПа подают от компрессоров через соответствующую арматуру в магистральный трубопровод воздуха высокого давления.

Далее воздух подают к потребителям или заполняют им баллоны для дальнейшего хранения.

Воздух среднего и низкого давления подают к потребителям из баллонов воздуха высокого давления через редукционные клапаны, понижающие давление воздуха и автоматически поддерживающие его установленное значение.

Сжатый воздух, в зависимости от его назначения, хранят в стальных баллонах при разных давлениях (рис. 3.39).

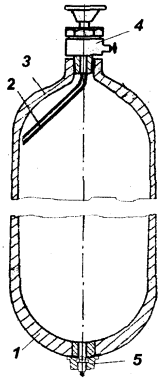


Рис. 3.39. Баллон для сжатого воздуха:
1, 3-корпус; 2-трубка; 4 -запорная головка; 5-клапан продувания

Емкость, рабочее давление, расположение баллонов на каждом проекте судна различное.

Емкость баллонов обычно составляет 10, 20, 40, 80 и 130 литров. При необходимости из баллонов подают сжатый воздух по трубопроводам к потребителям.

Корпус 1, 3 баллонов воздуха высокого давления стальной. Такие баллоны оборудуют запорной головкой 4 с продувочной трубкой 2. При хранении воздуха в баллоне, его клапаны находятся в закрытом положении.

Через запорную головку 4 осуществляют заполнение и выдачу воздуха из баллона, сообщение воздуха, находящегося в баллоне с манометром, и удаление конденсата, скопившегося в нижней части баллона, через продувочный клапан 5 в атмосферу.

3.10.2. Требования к проектированию и особенности расчёта системы сжатого воздуха

Для судов водоизмещением более 5000 т система сжатого воздуха должна проектироваться по кольцевой схеме, для остальных судов - по линейной схеме.

Срок службы системы должен быть равен сроку службы судна. Для обеспечения надёжной работы систему необходимо разделять на автономные участки. На судах водоизмещением до 10000 т их должно быть не менее двух, а при водоизмещении более 10000 т - не менее трёх автономных участков. Каждый автономный участок должен включать в себя компрессоры, средства очистки и осушки воздуха, а также участки магистрали с баллонами, обеспечивающими воздухом высокого давления потребителей данного участка.

Должна быть обеспечена возможность использования компрессоров, средств очистки и осушки воздуха любого автономного участка для подачи воздуха в другие автономные участки по магистральным трубопроводам.

Магистраль воздуха высокого давления, выполненная по кольцевой схеме, должна иметь возможность разобщения на автономные участки при помощи перемычек. Компрессоры, баллоны сжатого воздуха и ответвления трубопроводов к потребителям следует подключать к трубопроводам с помощью перемычек. Подачу воздуха для группы ответственных потребителей необходимо

осуществлять от автономного участка. Необходимо предусматривать подачу воздуха в эту магистраль от двух смежных районов основной магистрали.

Автоматизированные компрессорные станции необходимо располагать в машинных отделениях и отделениях вспомогательных механизмов.

Количество компрессорных станций на судах водоизмещением менее 2500 т должно быть не менее двух, а на судах водоизмещением более 2500 т - не менее трёх.

Для осушки воздуха от влаги, очистки его от масла и механических частиц в системе должны применяться средства осушки и очистки (отделители водомасляной эмульсии и блоки очистки и осушки воздуха).

Отделители водомасляной эмульсии должны обеспечивать частичное удаление капельной влаги, масла и частичную очистку воздуха от механических примесей. Блоки очистки и осушки воздуха должны обеспечивать:

• очистку воздуха от механических примесей с размерами частиц более 5 мкн;

• содержание масла в воздухе при конечном давлении нагнетания не более 0,08 мг/л при давлении 40 МПа (400 кгс/см2);

• выпадение росы в свободном воздухе (при атмосферном давлении) при температуре - 55 °С и менее.

При установке в одном помещении двух или более потребителей допускается для них предусматривать баллоны с общими запасами воздуха. При этом для каждой группы потребителей должно быть предусмотрено не менее двух баллонов. Запас пускового воздуха для дизельного реверсивного главного двигателя должен обеспечивать не менее двенадцати его пусков из холодного состояния. Запас пускового воздуха для нереверсивного главного двигателя, дизель-генератора и дизель-компрессора должен обеспечить не менее шести их пусков из холодного состояния.

Кроме того, запас воздуха должен обеспечить не менее 4 ч работы системы управления главными двигателями.

На судах водоизмещением менее 2500 т необходимо иметь запас воздуха, обеспечивающий восемь пусков двигателей, шесть переключений исполнительного механизма и 1 ч работы системы управления главными двигателями.

3.10.3 Особенности расчёта системы сжатого воздуха

Производительность и количество компрессоров определяется для каждого автономного участка при условии:

• обеспечения воздухом одновременно действующих основных потребителей с учётом использования запасов воздуха;

• заполнения воздухом баллонов данного автономного участка за время, предусмотренное тактико-техническим заданием на проектирование системы;

• заполнения баллонов запаса воздуха для главных двигателей за время не более 1 ч;

• общий объём воздуха, необходимый для работы потребителей, принимается на 15% больше общего объёма воздуха, определённого расчётным путём.

На всех режимах подачи воздуха к потребителям один или несколько компрессоров должны находиться в резерве. Их производительность должна составлять (25÷30) % от производительности компрессоров, применяемых в системе.

Производительность компрессора, приведенная к нормальным условиям, определяется по формуле

$$Q_{\text{к}}^{\text{н}} = \frac{1}{k}\frac{P_{\text{к}}}{P_0}\frac{T_0}{T_{\text{к}}}Q_{\text{к}}^{\text{р}} \text{ м3/с}, \qquad (3.56)$$

где P - давление нагнетания компрессора, МПа;

P0 - атмосферное давление 0,1 МПа;

T0 = 273° К - абсолютная температура свободного воздуха;

T= 303 °К - температура на выходе из компрессора воздуха;

Qкр - производительность компрессора при давлении нагнетания, м3/с;

k - коэффициент сжимаемости воздуха. Зависит от температуры и дав-ления: (k = 1,0 при давлении до 15 МПа; k = 1,03 при давлении 20 МПа, при этом T= 293 °К).

Емкость баллонов определяется по формуле:

$$V_б = \frac{VP_0T_1}{T_0\left(\frac{P_1}{\alpha_1} - \frac{P_2}{\alpha_2}\right)}$$ м3, (3.57)

где P0 = 0,1 МПа;
T0 = 273 °К;
V- запас воздуха, используемый для работы потребителей, м3;
T1 - абсолютная температура, при которой хранится воздух;
P1 - максимальное давление в баллоне;
P2 - минимальное давление в баллоне, при котором возможен пуск двигателя.
Количество воздуха, необходимое для работы потребителя:
• при постоянном расходе:

$$V_i^{р} = \sum_{i=1}^{n} Q_i t_i$$ м3, (3.58)

где Qi - расход свободного воздуха потребителя, м3/с;
ti - время расхода воздуха без подкачки баллона, с;
n - количество потребителей.
• при периодической подаче воздуха:

$$V_i^{п} = \sum_{i=1}^{n} V_i m_i$$ м3, (3.59)

где Vi - расход свободного воздуха при одной подаче воздуха к потребителю, м3/с;
mi - количество подач воздуха к потребителю.
Полный запас воздуха в баллонах составляет:

$$V_п = \frac{1PT_0}{\alpha P_0 T} V_б n_б$$ м3, (3.60)

где P - максимальное давление в баллоне, МПа;
nб - количество баллонов, шт.;
T - температура в баллоне.
Масса воздуха в баллоне, соответственно, будет:

G=Vб р кг, (3.61)

где $\rho = \frac{m}{\alpha RT}$

р = 1,293 кг/м3 при P0 = 0,1 МПа;
R - газовая постоянная (для сухого воздуха R = 287,1 Дж/(кг·°К)).
Время заполнения баллона от давления P2 до давления P1

$$\Delta t_з = \frac{\Delta V_б}{Q_к^{н}}$$ с, (3.62)

где ΔVб - объём расходуемого из баллона воздуха, м3;
$Q_к^{н}$ - производительность компрессора, приведенная к нормальным условиям, м3/с.

После определения расходов воздуха для потребителей решают обратную задачу гидравлического расчета и определяют диаметры трубопроводов и потери напора в системе. При этом скорость движения воздуха для трубопроводов воздуха среднего давления принимают равной 50 м/с, а для трубопроводов воздуха низкого давления 20 м/с.

3.11. Система гидравлики

3.11.1. Назначение системы гидравлики и принцип её действия

Система гидравлики предназначена для обеспечения работы гидроприводов путем подачи в их рабочие цилиндры жидкости под давлением и отвода от них отработанной жидкости.

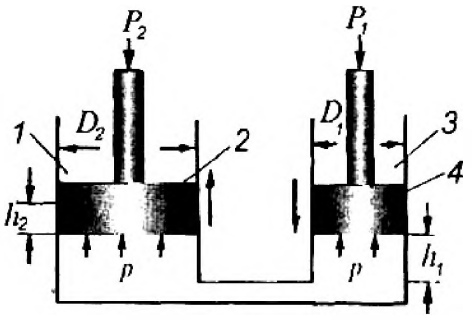


Рис. 3.40. Принципиальная схема гидропривода объемного типа:
1-рабочий цилиндр гидравлического привода; 2-поршень привода; 3-рабочий цилиндр насоса; 4-поршень насоса

Гидропривод позволяет осуществить известный принцип рычага, который заключается в том, что за счет небольшого усилия, создаваемого насосом, преодолеваются значительные усилия в гидроприводе.

Гидравлические приводы являются механизмами объёмного типа, работа которых основана на принципе закрытых сообщающихся сосудов.

Принципиальная схема гидравлического привода объёмного типа представлена на рис. 3.40.

Здесь сосуд 2 является приводом, а сосуд 1 – насосом. При использовании несжимаемой рабочей жидкости, герметичности сосудов и отсутствии трения, объем жидкости, подаваемый насосом, будет равен объему жидкости, который воспринимает гидропривод и работа, совершаемая насосом, будет равна работе, совершаемой гидроприводом, т.е:

$$h_1 \frac{\pi D_1^2}{4} = h_2 \frac{\pi D_2^2}{4}; \tag{3.56}$$

$$P_1 h_1 = P_2 h_2, \tag{3.57}$$

отсюда следует, что

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{D_2^2}{D_1^2}. \tag{3.58}$$

Поэтому силы статического давления на поршни связаны этими же соотношениями:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{\frac{\pi D_2^2}{4} p}{\frac{\pi D_1^2}{4} p} = \frac{D_2^2}{D_1^2} = \frac{h_1}{h_2}, \tag{3.59}$$

где h – значение перемещения поршня;

D – диаметр поршня;

P – сила статического давления рабочей жидкости на поршень;

p – давление рабочей жидкости.

Приведенные зависимости используют в расчетах гидравлических приводов статического (объемного) типа.

На рис. 3.41 представлена принципиальная схема системы гидравлики с открытой циркуляцией рабочей жидкости.

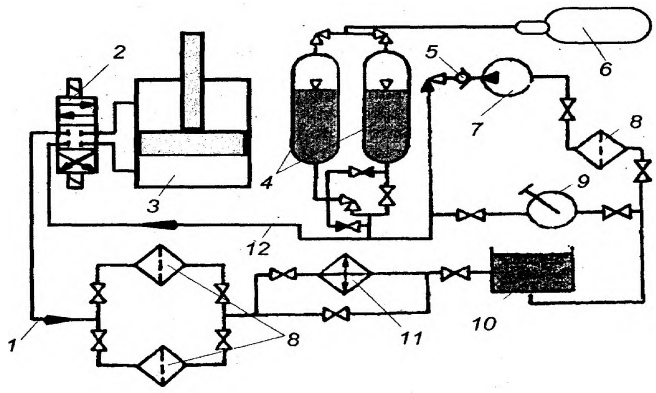


Рис. 3.41. Принципиальная схема системы гидравлики с открытой циркуляцией рабочей жидкости насосной установки:
1-сливной трубопровод; 2-манипулятор; 3-гидропривод; 4-пневмогидроаккумуляторы; 5-обратный клапан; 6-баллон с воздухом высокого давления; 7-насос; 8-фильтры; 9-ручной насос; 10-гидробак; 11 -охладитель рабочей жидкости; 12-напорный трубопровод

Система гидравлики состоит из насоса 7, который подает рабочую жидкость из гидробака 10 через фильтр 8 и обратный (невозвратно-запорный) клапан 5 в напорный трубопровод 12.

Из трубопровода 12 рабочая жидкость поступает к манипулятору 2, который работает по принципу золотника и позволяет сообщить полости гидропривода 3 с напорным 12 или сливным 1 трубопроводом, в зависимости от направления перемещения поршня гидропривода 3.

Из гидропривода 3 отработанная жидкость поступает в сливной трубопровод 1.

Для экономии ресурса насосов и поддержания постоянного давления в системе при неработающих насосах используют пневмогидроаккумуляторы 4, из которых рабочая жидкость поступает в напорный трубопровод 12 под давлением сжатого воздуха, поступающего из баллона 6. Из сливного трубопровода 1 рабочая жидкость поступает в гидробак 10, через фильтры 8 и охладитель 11, в котором снижается температура отработанной рабочей жидкости.

В насосе 7 механическая работа его электродвигателя преобразуется в энергию давления жидкости. В гидроприводе 3 происходит преобразование энергии давления рабочей жидкости в механическую энергию движения исполнительного механизма. Давление рабочей жидкости в системе гидравлики находится в пределах от 7,5 до 15,0 МПа.

В судовых системах гидравлики применяют поршневые и мембранные пневмогидроаккумуляторы. В них аккумулирование и передача энергии рабочей жидкости гидроприводу происходит за счёт сжатия и расширения воздуха высокого давления. Сжатый воздух заполняет часть рабочего объёма, изолированного от жидкости поршнем или мембраной.

3.11.2. Требования к судовым системам гидравлики

Система гидравлики должна обеспечивать:

- безотказную работу без непосредственного обслуживания и периодического контроля, принятыми для судна с вероятностью не менее 0,96. В промежутках между указанными периодами допускается техническое обслуживание экипажем с использованием ЗИП в объеме, который не превышает одного комплекта;
- безопасность и удобство монтажа, эксплуатации, демонтажа и ремонта;
- минимальную шумность при работе судовой гидравлики в целом и составляющих ее элементов;
- ударопрочность и вибростойкость в соответствии с нормами технической документации;
- иметь минимальную массу и габариты;
- ресурс до заводского ремонта и сроки службы должны быть не меньше чем у судна.

3.11.3. Пневмогидроаккумуляторы

Пневмогидроаккумуляторы представляют собой резервуары, наполненные рабочей жидкостью и разделенные на воздушную и жидкостную полости. При этом жидкостная полость соединена с напорным трубопроводом 12, а воздушная полость с баллоном сжатого воздуха 6.

При уменьшении расхода жидкости на работу гидроприводов избыток жидкости, подаваемой в систему насосом, идет на заполнение пневмогидроаккумуляторов. При этом воздух в баллоне сжимается.

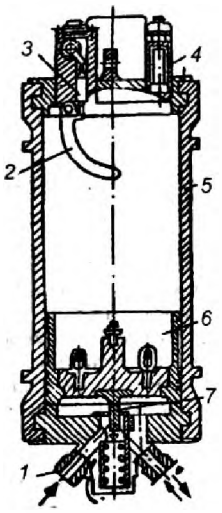


Рис. 3.42. Поршневой пневмогидроаккумулятор:
1,4-штуцеры; 2-рычаг конечного выключателя; 3,7-штоки; 5-корпус; 6-поршень

В случае увеличения расхода жидкости на работу гидроприводов она поступает в систему из пневмогидроаккумуляторов и от насоса. Когда пневмогидроаккумуляторы полностью заряжены, насосы отключаются и включаются вновь только после полной или частичной разрядке пневмогидроаккумуляторов.

Поршневой пневмогидроаккумулятор (рис. 3.42) состоит из цилиндрического корпуса 5, внутри которого расположен по-движный поршень 6. Полость над поршнем через штуцер 4 заполняется сжатым воздухом.

При зарядке пневмогидроаккумулятора насос нагнетает в него рабочую жидкость через штуцер 1. Под действием жидкости поршень 6 перемещается вверх, сжимает воздух в полости, расположенной над ним.

В своём верхнем положении поршень 6 воздействует на шток 3 рычагом конечного выключателя 2, при помощи которого размыкается электрическая цепь и насос выключается.

При разрядке пневмогидроаккумулятора его поршень, вытеснив рабочую жидкость, переходит в свое нижнее положение и штоком 7 воздействует на конечный выключатель, который замыкает электрическую цепь и включает насос.

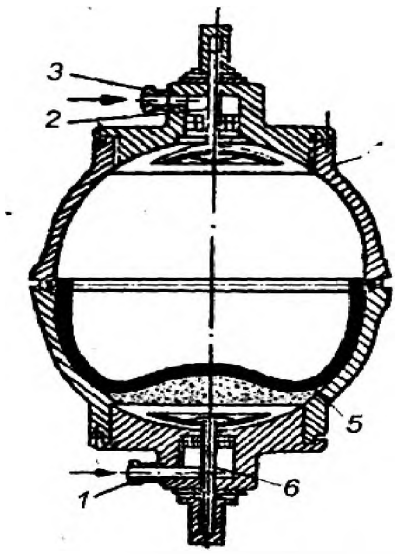


Рис. 3.43. Мембранный пневмогидроакку-мулятор:
1,3-штуцер; 2,6-шток конечного выключателя; 4-корпус; 5-мембрана

Мембранный пневмогидроаккумулятор (рис. 3.43) состоит из сферического корпуса 4, внутри которого расположена мембрана 5. Полость над мембраной через штуцер 3 заполняется сжатым воздухом.

Рабочую жидкость насос нагнетает в аккумулятор через штуцер 1. Под действием жидкости мембрана 5 перемещается вверх и сжимает воздух в полости, расположенной над ней. В своём верхнем положении мембрана 5 воздействует на шток 2 конечного выключателя, который выдаёт электрический сигнал на остановку насоса.

При разрядке аккумулятора мембрана возвращается в нижнее положение, воздействует на шток конечного выключателя 6, который замыкает электрическую цепь и включает насос.

В качестве рабочей жидкости используют масло.

Таблица 3.12

Температура вспышки ($t°_{сп}$) и температура застывания ($t°_{з}$) рабочих жидкостей, используемых в системах гидравлики, °С

Наименование рабочих жидкостей	$t°_{сп}$	$t°_{з}$
Масло АУП	145	-45
Масло индустриальное I-20A	180	-15
Масло индустриальное I-40A	200	-15
Масло индустриальное I-50A	200	-20
Масло турбинное Т-46	195	-10
Масло МГЕ-10А	94	-70
Масло МВП	120	-60

Для предотвращения утечек рабочей жидкости и контроля её температуры на гидробаке устанавливают датчики уровня рабочей жидкости и реле температуры. При понижении уровня рабочей жидкости автоматически выключаются насосы.

Таблица 3.13

Кинематическая вязкость рабочих жидкостей, используемых в системах гидравлики, с Ст.

Наименование рабочих жидкостей	100°С	50°С	20°С	-30°С	-50°С
Масло АУП	-	11	50	-	-
Масло индустриальное I-20A	-	17	-	-	-
Масло индустриальное I-40A	-	35	-	-	-
Масло индустриальное I-50A	-	47	-	-	-
Масло турбинное Т-46	-	43	-	-	-
Масло МГЕ-10А	-	10	-	-	1500
Масло МВП	-	6,3	-	-	-

Для защиты системы от перегрузки давлением на её трубопроводах устанавливают реле давления, которое автоматически выключает насос при аварийном повышении давления рабочей жидкости.

На пульте управления системой устанавливают световую сигнализацию:

- включения насосной установки;
- аварийного сброса давления;
- аварийного перегрева рабочей жидкости;
-подключения насосной установки к определённой группе потребителей;
- состояния пневмогидроаккумуляторов (заряжен - разряжен).

3.11.2 Требования к проектированию системы гидравлики и особенности её расчёта

При проектировании системы гидравлики её оборудование следует размещать с учетом обеспечения безопасности его эксплуатации. Кроме того, необходимо обеспечить удобства обслуживания технических средств системы и возможность выполнения монтажных и демонтажных работ.

Конструктивные элементы системы должны быть малошумными, ударостойкими и вибростойкими.

При выборе состава технических средств надо стремиться к максимальной степени их унификации при минимальном количестве типоразмеров.

Фильтры и сепараторы рабочей жидкости должны обеспечивать тонкость её очистки не более 16 мк. При этом пропускная способность фильтров должна быть не менее расхода рабочей жидкости в магистрали, на которой они установлены.

В системах с элементами, чувствительными к загрязнению (электроманипуляторы, гидроусилители и т.п.), фильтры следует устанавливать в напорной магистрали. В системах, где влияние загрязнений менее существенно (распределители клапанного типа, золотники с ручным управлением), фильтры следует устанавливать на трубопроводах сливной магистрали.

В системе должны использоваться пожаробезопасные рабочие жидкости.

Охладитель рабочей жидкости должен обеспечивать охлаждение до требуемой температуры всей рабочей жидкости, циркулирующей в системе. Давление рабочей жидкости в маслоохладителе должно быть больше давлений охлаждающей воды.

Соединение трубопроводов с амортизированными механизмами должно производиться шланговыми соединениями, имеющими достаточную компенсирующую способность.

Все насосные установки должны иметь свои расходные цистерны. Необходимо предусматривать возможность автоматического выключения насосов системы гидравлики при снижении уровня жидкости в расходных цистернах (маслобаках) ниже допустимого уровня.

В системе должна быть предусмотрена возможность механизированной откачки рабочей жидкости и её слива, а также перекачки рабочей жидкости из цистерны в цистерну ручным насосом. Кроме того, необходимо предусматривать устройства для выпуска воздуха из системы и маслобака.

Гидроприводы рулевых машин должны иметь автономную систему гидравлики.

3.11.3 Особенности расчёта

При формировании исходных данных для выполнения расчета системы задают рабочее давление жидкости, время срабатывания гидроприводов и необходимые усилия, развиваемые на них. Это позволяет определить размеры гидроцилиндров и расходы рабочей жидкости в напорных трубопроводах приводов.

Максимальный расход рабочей жидкости в системе определяется с учетом возможной одновременности работы гидроприводов на всех возможных режимах их использования.

Расчётное давление в системе гидравлики не должно превышать 15 МПа.

Для определения диаметров трубопроводов и необходимой производительности насосов (с учетом емкости пневмогидроаккумуляторов) решают обратную задачу гидравлического расчета системы. При этом потери напора в системе (на линиях насос - потребитель) не должны превышать 5% от рабочего напора, развиваемого насосом.

Для обеспечения этого условия в расчете рекомендуется принимать следующие скорости движения рабочей жидкости:

- для напорного трубопровода не более 5 м/с;
- для сливного трубопровода не более 2 м/с;
- для приемного трубопровода не более 1,5 м/с.

3.12. Топливные системы

3.12.1. Назначение топливной системы судна и принцип её действия

Топливная система судна предназначена для приема, хранения и подачи топлива к расходным цистернам, а также перекачки его на берег или другое судно.

Топливная система корабля обеспечивает:

- приём топлива на судно;
- хранение топлива в цистернах;
- подачу топлива в расходные цистерны из запасных;
- перекачку топлива между цистернами;
- перекачку топлива на берег или другое судно.

Принцип действия топливной системы

Принципиальная схема системы представлена на рис. 3.44.

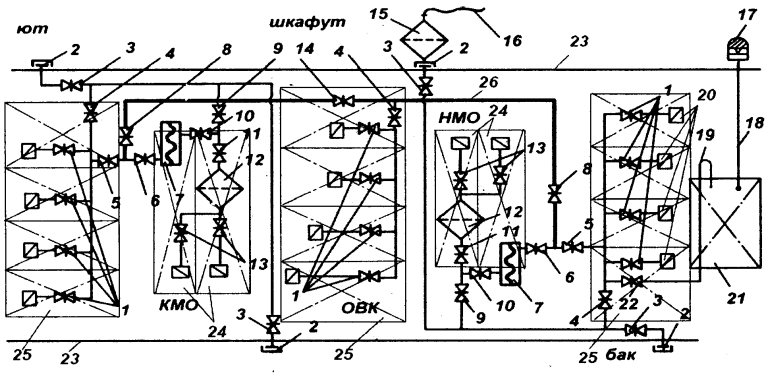


Рис. 3.44 Принципиальная схема топливной системы судна.
1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 22-клинкетные задвижки; 2-палубные втулки; 7-насос; 12 -фильтры грубой очистки; 15-приёмный фильтр; 16-приёмный рукав; 17-воздушная головка; 18-воздушный трубопровод; 19-переполнительный трубопровод контрольной цистерны; 20-приёмная сетка; 21 -контрольная цистерна; 23-открытая палуба; 24-расходные цистерны; 25-запасные цистерны; 26-магистральный трубопровод

Топливная система состоит из винтовых топливоперекачивающих насосов 7, которые осуществляют пополнение расходных топливных цистерн 24 из запасных цистерн 25, перекачку топлива между цистернами и его выдачу на другие суда.

Топливо принимают в цистерны судна по приёмному рукаву 16 через приемный палубный фильтр 75, который присоединяют к одной из палубных втулок 2.

Например, пополнение топливом расходной цистерны 24, расположенной в носовом машинном отделении (НМО) из запасной топливной цистерны 25, расположенной в кормовой части судна, при помощи расположенного в НМО насоса 7 осуществляют следующим образом. Топливо из запасной цистерны 25 через приёмную сетку 20, клинкетные задвижки 5, 8 поступает в магистральный трубопровод 26 и далее через клинкетные задвижки 14, 8, 6 - в приёмный трубопровод насоса 7. Затем по напорному трубопроводу через клинкетные задвижки 10, 11, фильтр 12, клинкетную задвижку 13 и приёмную сетку 20 топливо поступает в расходную цистерну 24.

При помощи клинкетной задвижки 14 магистральный трубопровод 26 может разделяться на два автономных участка.

Топливо принимают в запасные цистерны через одну из клинкетных задвижек 3, которая сообщает палубную втулку 2 с приёмным трубопроводом. При помощи клинкетной задвижки 4 магистральный трубопровод сообщается с определённой группой цистерн и через клинкетную задвижку 1 сообщается с конкретными запасными топливными цистернами.

Хранится топливо в запасных и расходных топливных цистернах. Запасные топливные цистерны 25 могут располагаться как в диаметральной плоскости, так и по бортам. Бортовые цистерны, расположенные симметрично относительно диаметральной плоскости судна, сообщаются между собой при помощи клинкетов с дистанционным управлением. Для обеспечения симметричного затопления цистерн при аварийных повреждениях и предупреждения возникновения крена эти клинкеты содержат в открытом состоянии.

Из расходных цистерн 24 топливо подают непосредственно к двигателям и котлам при помощи специальных топливных систем этих установок.

Перекачку топлива между запасными топливными цистернами производят тем насосом, для которого потери напора на линии всасывания будут меньшими.

Перекачка топлива между цистернами или приём топлива в цистерны при недостаточном контроле количества принятого топлива приводят к их переполнению. Для исключения перелива топлива из переполненных цистерн через воздушные трубопроводы 18 с головками 17 к напорному трубопроводу через клинкетную задвижку 22 подключают контрольную цистерну 21 с переполненным трубопроводом 19. Контрольную цистерну располагают выше других топливных цистерн, что обеспечивает её заполнение топливом в последнюю очередь. Обычно контрольную цистерну оборудуют указательной колонкой, на которой наносят отметки на недолив 10-15т.

Выдачу топлива из запасных цистерн на другое судно осуществляют насосами 7 по приёмному трубопроводу через клинкетные задвижки 1, 5, 8, а по напорному трубопроводу -через клинкетные задвижки 1, 2, 3 и одну из палубных втулок 2.

Основные технические характеристики топливоперекачивающих насосов приведены в табл. 3.14.

Таблица 3.14

Основные технические характеристики топливоперекачивающих насосов

Наименование насоса	Индекс	Подача, т/ч	Давление нагнетания, МПа (кгс/см2)
Топливоперекачивающие насосы	ЭНН38/2,8-1	38	0,28 (2,8)
	3В125/16-50/4Б	50	0,40 (4,0)
	ЭМН 80/4	80	0,40 (4,0)
Топливоперекачивающие электронасосы для выдачи топлива	3В125/16-80/4Б	80	0,40 (4,0)

Переносной палубный фильтр 15, обеспечивающий грубую очистку принимаемого на судно топлива, представлен на рис. 3.45.

Фильтр состоит из корпуса 1 с крышкой 3, внутри которого находится фильтрующий патрон 2. К патрубку 6 (Ду=150мм) или к патрубку 8 (Ду=100мм) присоединяют приемный топливный рукав.

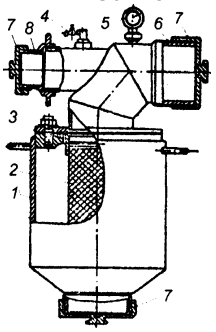


Рис. 3.45. Переносной приёмный палубный фильтр

1 - корпус; 2 – фильтрующий патрон; 5-крышка; 4-пробный краник; 5 - манометр; 6, 8-патрубок; 7-крышки

Во время приема топлива контролируют его давление в приемном фильтре по манометру 5 и отсутствие воды и механических примесей в пробе топлива, которую отбирают через пробный кран 4. При хранении фильтра его патрубки закрывают крышками 7.

Топливные цистерны оборудуют воздушными и измерительными трубами.

Воздушная труба служит для вентиляции цистерны на открытую палубу, куда выводят ее вентиляционную головку 17.

Измерительная труба с измерительной рейкой (футштоком) предназначена для замера количества топлива в цистернах.

Для контроля количества принятого топлива на окончательной стадии его приёма концевые топливные цистерны располагают выше остальных цистерн, так как в эти цистерны топливо принимают

в последнюю очередь. Контроль количества принятого топлива в концевых цистернах осуществляют при помощи указательных колонок, на которых наносят отметки на недолив 10-15т..

Система зачистки топливных цистерн и сепарации топлива

Из-за разности температуры забортной воды и температуры воздуха в помещениях, куда выведены крыши междудонных топливных цистерн, происходит отпотевание цистерн, что приводит к образованию в них воды и механических примесей (продукты коррозии металла цистерн).

Кроме того, при длительном хранении топлива в нём образуются микроорганизмы, которые вместе с продуктами коррозии составляют механические примеси.

Таким образом, возникает необходимость систематически очищать топливо от воды и механических примесей.

Система зачистки топливных цистерн и сепарации топлива служит для очистки топлива от воды и механических примесей, а также для зачистки остатков топлива в цистернах.

Типовая схема системы зачистки топливных цистерн и сепарации топлива показана на рис. 3.46.

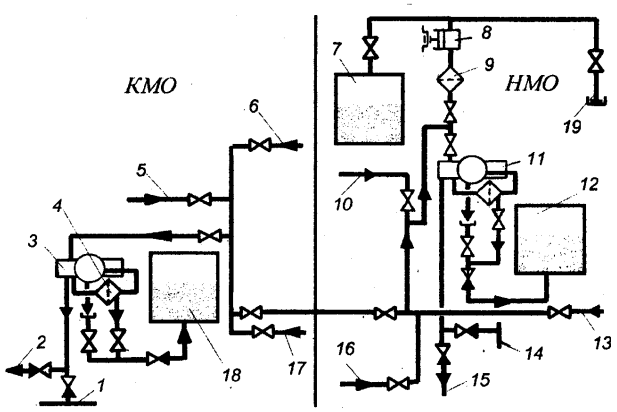


Рис.3.46. Типовая схема системы зачистки топливных цистерн и сепарации топлива
1, 14 - трубопровод перекачки дизельного топлива; 2, 15- трубопровод расходной топливной цистерны; 3, 11- сепаратор; 4, 9- фильтр; 5, 6, 10,13, 16, 17- трубопровод запасной топливной цистерны; 7-отстойная цистерна; 8- зачистной насос; 12, 18-цистерна грязного топлива; 19- палубная втулка

Эта система состоит из сепараторов 3, 11, насосы которых забирают топливо из нижней части одной из запасных топливных цистерн.

По одному из трубопроводов 5, 6, 10, 13, 16, 17, через топливный фильтр грубой очистки 4, топливо поступает во вращающийся барабан сепаратора 3, 11, где при помощи центробежных сил производится очистка топлива от воды и механических примесей.

Чистое топливо по напорному трубопроводу 2, 15 подают в расходные топливные цистерны или по трубопроводам 1, 14 - в любую из запасных топливных цистерн. Вода и механические примеси собираются в цистернах грязного топлива 12, 18.

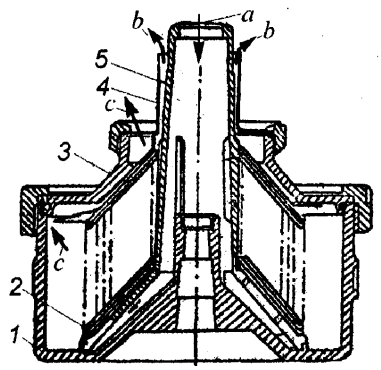


Рис. 3.47. Барабан топливного сепаратора
1-корпус; 2-комплект тарелок барабана; 3-крышка; 4-водяная горловина; 5-тарелкодержатель

Отстой из цистерн откачивают зачистным насосом 8 через фильтр 9 в цистерну 7 или удаляют с судна через палубную втулку 19 на судно, предназначенное для сбора нефтепродуктов. Непосредственное отделение топлива от воды и механических примесей происходит в сепараторе, схема основной части которого - сепарирующего устройства (барабана) - представлена на рис. 3.47.

Принцип действия сепаратора основан на использовании центробежных сил, возникающих при вращении барабана с очищаемым топливом.

Барабан сепаратора состоит из корпуса 1 с крышкой 3. При его вращении топливо вовлекается во вращательное движение, в результате чего вода как более плотная среда собирается в периферийной части объёма барабана, а чистое топливо - в центральной части.

Топливо, подаваемое насосом сепаратора в барабан, через полость тарелкодержателя 5 (стрелка «а») и отверстия в тарелках 2 поступает в межтарелочное пространство.

При вращении барабана возникающие центробежные силы обеспечивают разделение топлива и воды.

Вода вытесняется к стенкам барабана (стрелка «с») и перемещается вверх, где через зазор между водяной горловиной 4 и крышкой барабана отводится в водяную камеру сборника.

Чистое топливо по межтарелочному пространству перемещается к оси вращения вдоль наружной поверхности тарелкодержателя, откуда через кольцевой зазор между водяной горловиной 4 и тарелкодержателем 5 (стрелка «в») направляется в камеру сборника.

Из сборника чистое топливо при помощи насоса сепаратора направляется в цистерну.

3.12.2. Требования к проектированию и особенности расчёта топливной системы судна

Требования к проектированию

Срок службы системы до заводского ремонта должен составлять 10-12 лет. Время полного приёма топлива должно составлять не более 6-10ч.

Основную магистраль трубопроводов рекомендуется принимать по линейной схеме.

При наличии более двух автономных групп цистерн, каждая из которых обслуживается своим топливоперекачивающим насосом, основную магистраль рекомендуется принимать по кольцевой схеме, с обеспечением возможности её разобщения на автономные участки.

Приёмные палубные втулки следует располагать в непосредственной близости от устройств, обеспечивающих приём жидких грузов на ходу.

Для передачи топлива следует применять шланги с внутренним диаметром 100 или 150 мм. Для хранения топливных шлангов и другого съёмного оборудования должна быть предусмотрена специальная кладовая.

Предотвращение перелива топлива через головки воздушных трубопроводов следует осуществлять одним из следующих способов:

1) Приём топлива в запасные цистерны, оборудованные переливными или воздушно-переливными трубопроводами.

При этом переполнительные трубопроводы следует выводить в специальную переливную цистерну, ёмкость которой должна обеспечивать слив в неё топлива из переполнительных или переливных трубопроводов при максимально возможном расходе через них в течение не менее пяти минут. Переливные цистерны следует оборудовать световой и звуковой сигнализацией, действующей при заполнении цистерн топливом свыше 75% их объёма.

2) Приём топлива в запасные цистерны с контролем их уровня по контрольным (высоким) цистернам.

Контрольные цистерны должны быть оборудованы световой и звуковой сигнализацией, действующей при заполнении цистерн свыше контролируемого уровня, а также устройствами, обеспечивающими постоянное наблюдение за уровнем заполнения этих цистерн топливом.

При достижении уровня топлива в контрольной цистерне верхнего контролируемого уровня её ёмкость должна обеспечивать ещё не менее пяти минут максимально возможную подачу в неё топлива.

При проектировании рекомендуется использовать следующие способы уменьшения времени, которое необходимо для заполнения топливных цистерн:

- увеличение диаметра приёмного трубопровода;
- снижение гидравлического сопротивления приёмного трубопровода путём спрямления трубопроводов, сокращением его длины и применением арматуры с малым коэффициентом местного сопротивления;
- объединение запасных цистерн в автономные группы, каждую из которых обслуживает свой переполнительный трубопровод или контрольная цистерна.

При запасе топлива до 500т рекомендуется выделять одну автономную группу, от 500 до 2000т - две автономные группы (носовую и кормовую), свыше 2000т - три автономные группы (носовую, среднюю и кормовую).

Внутри каждой группы рекомендуется иметь одновременно заполняемые цистерны, схожие между собой по объёму и конфигурации. Кроме того, цистерны, где хранится топливо, которое не относят к неснижаемым запасам, рекомендуется заполнять одновременно.

Для обеспечения операций по приёму топлива рекомендуется применять арматуру с дистанционным или автоматическим управлением, а также средства связи и сигнализации. Для обеспечения пропаривания цистерн перед очисткой необходимо предусматривать подвод к ним пара.

Приёмные и перекачивающие трубопроводы топливной системы рекомендуется выполнять из стали, а арматуру - из стали, латуни или бронзы.

В качестве прокладочного материала фланцевых соединений реко-мендуется применять паронит.

Особенности расчёта топливной системы судна

При выполнении расчёта топливной системы определяют нагрузку судна по разделу «Запасы топлива, масла и воды», необходимый объем расходных топливных цистерн и производительность топливоперекачивающих насосов. Кроме того, решают обратную задачу гидравлического расчёта по методике, изложенной в Приложении А.

Нагрузку судна по разделу «Запасы топлива, масла и воды» определяют по формуле:

$$P_{т} = P_{тэу} + P_{мэу} + P_{пв}, \qquad (3.60)$$

где $P_{тэу}$ – масса топлива для энергетической установки, т;

$P_{мэу}$ – масса топлива для энергетической установки, т;

$P_{пв}$ – масса питательной воды.

Учитывая, что масса топлива (Ртэу) для энергетической установки значительно больше массы масла (Рмэу) для энергетической установки и массы питательной воды (Рпв), выражение (3.60) можно представить в следующем виде:

$$P_{т} = k_{т} \cdot P_{тэу}, \qquad (3.61)$$

где коэффициент

$$k_{п} = \frac{P_{тэу} + P_{мэу} + P_{пв}}{P_{тэу}} = 1{,}09 \pm 0{,}03. \qquad (3.62)$$

Коэффициент $k_{т}$ уточняют по прототипу.

Масса топлива для энергетической установки определяется следующей зависимостью:

$$P_{тэу} = A\, q_{т}\, N_{e}, \qquad (3.63)$$

де $q_{т}$ – удельный расход топлива, т / (кВт-ч);

N_{e} – мощность энергетической установки, кВт.

Мощность энергетической установки через адмиралтейский коэффициент определяется зависимостью:

$$N_{e} = \left(\frac{D^{\frac{2}{3}} \cdot v_{пх}^{3}}{C} \right), \qquad (3.64)$$

где D -водоизмещение судна, т;

Объем расходных топливных цистерн определяют с учётом следующих особенностей:

- количество топлива в одной из расходных топливных цистерн определяется временем работы энергетической установки на расчётном режиме в течение четырех часов;
- в отсеке главной энергетической установки должно быть размещено не менее двух расходных топливных цистерн (одна - основная цистерна, а вторая - резервная);
- время заполнения одной расходной топливной цистерны должно составлять не более одного часа.

Тогда объем расходных топливных цистерн можно определить по следующей формуле:

$$V_{ртц} = \frac{P_{ртц}}{\rho_{т}}, \qquad (3.65)$$

где $P_{\text{ртц}}$ – масса топлива в расходных топливных цистернах, т;

$\rho_{\text{п}}$ – плотность топлива, т/м^3.

Масса топлива в расходных топливных цистернах будет равна:

$$P_{\text{ртц}} = t_{\text{р}} \cdot q_{\text{т}} \cdot N_{\text{e}}, \qquad (3.66)$$

де $t_{\text{р}}$ – рассматриваемое время работы энергетической установки до пополнения топливом расходных топливных цистерн ($t_{\text{р}} = 4$), год;

N_{e} - расчётная мощность механизмов энергетической установки, получающих топливо от рассматриваемой расходной топливной цистерны, г/(кВт·ч).

Производительность топливоперекачивающего насоса, обслужива-ющего рассматриваемую расходную топливную цистерну, будет:

$$Q = \frac{P_{\text{ртц}}}{t_{\text{з}} \cdot \rho m} = \frac{4qm \cdot N_e}{\rho_{\text{т}}}, \qquad (3.67)$$

де $t_{\text{з}}$ – время ($t_{\text{з}}$ = 1 год) заполнения расходных топливных цистерн при работе всех двигателей на расчётной мощности (Ne), ч.

3.13. Системы вентиляции

3.13.1. Назначение и классификация систем вентиляции

Системы вентиляции предназначены для замены воздуха помещений судна с избытком теплоты, влаги и вредных газов свежим наружным воздухом.

Свежий наружный воздух может подаваться в помещения без подогрева и без охлаждения или с предварительным подогревом или охлаждением.

Энергетические отсеки судна занимают большие объёмы, а размещённые в них технические средства выделяют значительное количество теплоты и вредных газов. Поэтому такие помещения обслуживает самостоятельная группа машинной вентиляции повышенной производительности.

По принципу действия вентиляция помещений бывает искусственной и естественной.

При искусственной вентиляции воздух перемещают по воздухопроводам при помощи вентиляторов.

При естественной вентиляции воздух поступает в помещение по воздухопроводам или из других помещений через дверные жалюзи, люки или сходы за счёт естественной разности давлений в этих помещениях.

Обычно теплый воздух с меньшей плотностью поднимается вверх и удаляется по вентиляционным каналам, а холодный свежий воздух поступает в помещение снизу через вентиляционные жалюзи.

По способу обмена воздуха в помещениях вентиляция бывает вдувной, вытяжной и приточно-вытяжной.

При вдувной вентиляции свежий воздух подают в помещения электровентиляторами, а загрязненный воздух естественным путём удаляется через иллюминаторы, двери и люки.

Вытяжная вентиляция обеспечивает удаление загрязненного воздуха из помещений при помощи электровентиляторов, а свежий воздух поступает через двери и иллюминаторы за счет созданного при этом разряжения.

При приточно-вытяжной вентиляции подача и удаление воздуха из помещений производится при помощи вентиляторов.

Выбор того или иного вида вентиляции зависит от назначения и расположения обслуживаемого помещения, а также количества выделяющихся в нем вредных газов.

Вдувную вентиляцию целесообразно предусматривать для помещений, в которых необходимо создать подпор от проникновения вредных газов и пара из смежных помещений, а также для помещений, где необходим приток большого количества свежего воздуха.

Вытяжная вентиляция необходима в помещениях с источниками неприятных и вредных газов для предотвращения их распространения в другие помещения.

Вентиляция помещений может осуществляться по открытому, замкнутому и смешанному циклам.

Вентиляция по открытому циклу предусматривает подачу наружного воздуха в помещение и удаление загрязнённого воздуха за пределы судна при помощи вентиляторов или естественным путём в повседневных условиях эксплуатации.

Вентиляция по замкнутому циклу предусматривает подачу воздуха в обслуживаемое помещение из внутренних помещений судна при помощи вентиляторов и удаление загрязнённого воздуха в смежные помещения естественным путем.

При смешанном цикле вентиляции используют вентиляцию помещений по замкнутому и открытому циклу.

Например, для помещений гальюнов, умывальных и аккумуляторных предусматривают искусственную вытяжную и естественную приточную вентиляцию. Воздух поступает снаружи (из атмосферы) или из смежных помещений (коридоров, тамбуров) в гальюны, умывальные и аккумуляторные выгородки естественным путём, а удаляется из этих помещений наружу вентиляторами.

Принцип действия системы вентиляции

При естественной вентиляции воздухообмен в помещениях осуществляют естественным путём вследствие разности плотности тёплого и холодного воздуха или за счёт энергии движения воздуха, омывающего судно.

Эффективность действия естественной вентиляции зависит от погоды, времени года и скорости хода судна. Поэтому она не может обеспечить необходимый постоянный воздухообмен в помещениях, который обеспечивают системы искусственной вентиляции.

На рис. 3.48 представлена принципиальная схема системы вентиляции

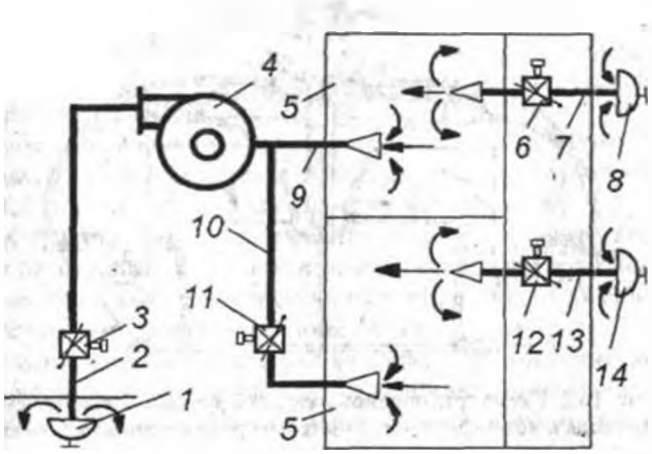


Рис. 3.48. Принципиальная схема системы искусственной вытяжной и естественной вдувной вентиляции: 1, 8-грибовидные головки; 2, 7, 9, 10, 13-воздухопроводы; 3, 6, 11, 12-захлопки водогазонепроницаемые с приводом; 4 -вентилятор; 5-обслуживаемые помещения

Искусственная вытяжная вентиляция состоит из электровентилятора 4, который засасывает загрязнённый воздух из обслуживаемых помещений 5 по воздухопроводу 9 или 10 через водогазонепроницаемую захлопку 11 и удаляет его по воздухопроводу 2 через водогазонепроницаемую захлопку 3 и грибовидную головку 1 наружу судна.

Естественная вдувная вентиляция состоит из воздухопроводов 7 и 13, по которым через грибовидные головки 5 и 74, а также водогазонепроницаемые захлопки 6, 12 наружный воздух естественным путём поступает в обслуживаемые помещения 5.

Приём и удаление воздуха осуществляется через грибовидные головки. На рис. 3.49 показана схема грибовидной головки с ручным управлением.

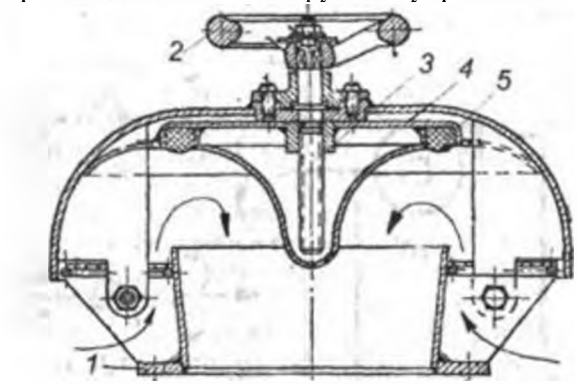


Рис. 3.49. Схема грибовидной головки с ручным управлением:1 - приёмный воздухопровод; 2 - маховик ручного привода; 3 - шток; 4 - тарелка; 5 - прокладка.

Головка состоит из тарелки 4, которая при помощи маховика ручного управления 2 и его штока 3 открывает доступ наружного воздуха в приёмный воздухопровод 1.

Доступ наружного воздуха прекращается при опускании тарелки 4 вниз и плотном её прижимании прокладкой 5 к воздухопроводу 1.

На судах применяют центробежные вентиляторы горизонтального исполнения с приводом от электродвигателей. Как правило, их устанавливают в звукоизолирующих выгородках (отделениях вентиляторов).

В нижней части улиток вентиляторов и местах возможного застоя воды в воздухопроводе устанавливают спускные пробки.

Вентиляционная арматура по назначению и расположению бывает следующих типов:

- наружная запорная: грибовидные головки, водогазонепроницаемые крышки;
- путевая запорная: дроссельные заслонки, задвижки;
- концевая арматура: раструбы с сетками, поворотные воздухораспределители.

Наружная запорная арматура открывает или перекрывает доступ воздуха в помещения. Её устанавливают на открытой палубе или в надстройках судна.

Путевая запорная арматура служит для отключения отдельных участков системы. Её устанавливают на воздухопроводах, расположенных во внутренних помещениях судна.

Для регулирования количества проходящего через воздухопровод потока воздуха служит путевая регулирующая арматура.

Концевая арматура обеспечивает эффективное распределение воздуха в вентилируемом помещении.

На вентиляционных воздухопроводах, соединяющих водогазонепроницаемые помещения в пределах автономного отсека, а также для обеспечения газонепроницаемости отдельных помещений на их контуре, предусматривается путевая запорная водогазонепроницаемая арматура в виде водогазонепроницаемых захлопок или клинкетных задвижек.

Для герметизации наружных выходов вентиляционных воздухопроводов предусмотрена наружная запорная арматура в виде грибовидных головок, захлопок и крышек как с ручным управлением, так и с пневмоприводами. Кроме того, в системе используется путевая регулирующая арматура в виде вентиляционных задвижек и заслонок: дроссельных и невозвратных.

Концевая арматура представляет собой раструбы с сетками, жалюзи, вентиляционные решетки, поворотные и потолочные воздухораспределители.

Подача и удаление воздуха предусматривается в местах, обеспечивающих наиболее эффективный воздухообмен в помещениях.

Воздухопровод системы вентиляции выполняют в виде труб круглого или прямоугольного сечения и изготавливают из стальных или алюминиево-магниевых листов.

Соединение труб с вентиляторами осуществляют при помощи резиновых патрубков-манжет. Для очистки воздуха от пыли используют противопыльные сетчатые или гигиенические масляные фильтры. В зимний период осуществляют подогрев воздуха в воздухоподогревателях. В летний период воздух может охлаждаться в воздухоохладителях. Так как охлажденный воздух несет с собой капельки влаги, то для его осушения ставят поверх-ностные сепараторы-элиминаторы.

Для уменьшения шума в состав элементов систем вентиляции включают глушители. В принципе глушитель шума представляет собой конструкцию, в которой на дырчатую трубу надевают мелкую металлическую сетку (звукоизоляцию). Эту конструкцию заключают в кожух, который покрывают снаружи парусиновой тканью.

Централизованное автоматическое программное управление системой вентиляции, сигнализацию ее состояния, дистанционное управление работой вентиляторов, открытие и закрытие арматуры, в частности грибовидных головок, вентиляционных крышек и водогазонепроницаемых захлопок, осуществляет система автоматического управления.

Эта система позволяет задать алгоритм автоматического включения вентиляторов в заданное время на каждые сутки и закрытия грибовидных головок при помощи пневмоприводов.

Для обеспечения автоматической работы систем вентиляции используют термометры, автоматические регуляторы температуры с датчиками и термореле.

Дистанционное механическое управление используют для управления вентиляторами и запорной арматурой с пультов управления, расположенных в постах аварийных партий.

3.12.2. Требования к проектированию и особенности расчёта систем вентиляции

Требования к проектированию

Системы вентиляции должны создавать нормальные условия для работы и отдыха экипажа. Их необходимо проектировать по автономной или групповой схеме.

Для обеспечения непотопляемости судна объединение обслуживаемых помещений в группы нужно производить в пределах автономных водонепроницаемых отсеков. При этом следует учитывать необходимость обеспечения в них соответствующего тепловлажностного режима.

Для вентиляции помещений с одинаковым типом вредных выделений (общественные помещения, помещения бытового обслуживания, санитарно-гигиенические помещения, помещения вспомогательных механизмов и пр.) следует применять системы вентиляции, выполненные по групповой схеме.

Автономную схему системы необходимо использовать для обеспечения вентиляции помещений медицинского назначения, пищеблока, провизионных кладовых, аккумуляторных выгородок, выгородок холодильных машин, механических мастерских и т.п.

Магистральные трубопроводы системы вентиляции нужно прокладывать по одноканальной или двухканальной схеме. Размещать оборудование системы вентиляции необходимо в пределах главного водонепроницаемого отсека. В некоторых случаях допускается объединение воздухопроводов соседних водонепроницаемых отсеков под открытой палубой вблизи диаметральной плоскости судна с соблюдением требований к его живучести.

Не допускается размещение электровентиляторов в помещениях с влажным воздухом, а также в жилых, медицинских и помещениях для отдыха. Вентиляторы следует располагать в выгородках со звуковой изоляцией.

Для вентиляции помещений, не имеющих постоянной вентиляции, а также для удаления дыма и вредных примесей, образовавшихся при ведении борьбы за живучесть судна, необходимо предусматривать размещение по судну переносных электровентиляторов с гофрированными шлангами.

При определении количества наружных приемных и вытяжных вентиляционных устройств, при установлении их места расположения на судне, а также при выборе их конструкции следует обеспечить:

- надежную подачу свежего воздуха и удаление загрязненного;
- невозможность засасывания испорченного воздуха, удаляемого вытяжной вентиляцией;
- невозможность попадания воды в систему при плавании судна.

Температура воздуха, подаваемого в обслуживаемые системами вентиляции помещения, регламентируется действующими нормами). Концентрация углекислого газа в помещениях не должна превышать 0,1%. Воздухораспределение должно исключать образование застойных зон.

Особенности расчета систем вентиляции

Расчет систем вентиляции производят по методикам гидравлического и тепловлажностного расчёта.

Рекомендуется принимать следующие скорости (v) движения воздуха в воздухопроводах систем вентиляции:

v = 10÷15 м/с - в магистральных трубопроводах;

v = 5÷8 м/с - в ответвлениях.

Систему вентиляции машинных отделений рассчитывают с учетом тепловыделений летом, зимой и при герметизации помещений.

Производительность вентиляции камбуза и прачечной определяют с учётом того, что теплопритоки в этих помещениях поглощаются при вентилировании наружным воздухом с установившейся температурой, которая на 8 С выше расчетной температуры наружного воздуха.

3.14. Системы кондиционирования воздуха

3.14.1. Назначение систем кондиционирования воздуха

Кондиционирование воздуха в широком его толковании означает создание и поддержание внутри судовых помещений воздушной среды, обладающей заранее заданными комфортными параметрами (температура, влажность, газовый состав, скорость движения, степень очистки воздуха). В более узкой трактовке под кондиционированием понимают тепловлажностную обработку воздуха.

Так, при избыточных выделениях тепла и влаги воздух в помещениях охлаждают и осушают, а при низкой температуре окружающей среды нагревают и увлажняют его.

Надо отметить, что на судах обмен воздуха в судовых поме-щениях, т.е. удаление из них загрязненного воздуха и замена его свежим, обеспечивается и системой вентиляции. Но подача наружного воздуха в судовые помещения без дополнительной обработки не дает возможности обеспечить нормальные условия пребывания личного состава в помещениях, а также надежную работу

технических средств. Поэтому кроме систем вентиляции на судах уста-навливают системы кондиционирования и очистки воздуха.

Таким образом, в дальнейшем будем считать, что система кондиционирования воздуха - это совокупность технических средств, предназначенных для подержания в помещениях судна заданной температуры и относительной влажности воздуха.

Классификация систем кондиционирования воздуха

Приведём классификацию систем кондиционирования воздуха по основным признакам:

• времени работы системы (круглогодичное, летнее или зимнее кондиционирование воздуха);

• скорости воздуха в воздухопроводах (низкоскоростные, среднескоростные и высокоскоростные системы кондиционирования воздуха);

• напору воздуха за вентилятором (низко-, средне- и высоконапорные системы кондиционирования воздуха);

• числу подводов воздуха к воздухораспределителю помещения от центрального кондиционера (одно- и двухканальные системы кондиционирования воздуха);

• наличию рециркуляции (с полной рециркуляцией - замкнутые системы кондиционирования воздуха; с частичной рециркуляцией - соединённые или прямоточно-рециркуляционные; без рециркуляции - прямоточные);

• месту выработки холода (теплоты) и обработки воздуха (центральные, местные, местно-центральные и автономные системы кондиционирования воздуха);

• способу охлаждения воздуха в воздухоохладителе (с непосредственным испарением хладона и с промежуточным хладоносителем).

В низкоскоростных системах кондиционирования воздуха скорость воздуха в магистральных воздуховодах составляет 15-17 м/с, в отводах 6-8 м/с, в среднескоростных соответственно - 17-22 и 8-12 м/с, а в высокоскоростных - 22-30 и 12-20 м/с.

В системах низкого давления (низконапорных) полное давление воздуха за кондиционером меньше или равно 1000 Па, в системах среднего давления (средненапорных) - около 1200-2500 Па, а в системах высокого давления (высоконапорных) - более 2500 Па.

Давление в системе кондиционирования воздуха зависит от сопротивления воздухопроводов и сопротивления воздухораспределителей. Как правило, давление воздуха за кондиционером определяется сопротивлением воздухопроводов и арматуры, которое зависит от скорости движения воздуха. Однако бывают, например, и высокоскоростные средненапорные системы с высокой скоростью воздуха в воздухопроводах и низконапорным возду-хораспределением в помещениях. В высокоскоростных системах кондиционирования воздуха применяют высоконапорные вентиляторы (создаваемое давление 3000 ÷ 5000 Па), а в низкоскоростных - низконапорные (создаваемое давление 1200 ÷ 1800 Па).

В одноканальных или однопроводных системах воздух от кондици-нера к воздухораспределителю подводится по одному воздухопроводу. В двухканальных (двухпроводных) системах к смесительному воздухораспределителю по двум каналам подводится воздух различного состояния (в разной степени обработанный). Смешивая тот и другой воздух в различных соотношениях, получают необходимые параметры приточного воздуха. Это позволяет индивидуально регулировать количественные параметры воздуха в помещениях в широком диапазоне.

Замкнутые системы кондиционирования воздуха (со 100% рециркуляцией воздуха) применяют в тех случаях, когда невозможен забор наружного свежего воздуха.

В прямоточно-рециркуляционной системе кондиционирования воздуха обрабатывается смесь наружного (свежего) и рециркуляционного воздуха. Такие системы обычно называют системами кондиционирования воздуха с рециркуляцией воздуха. Рециркуляция повышает экономичность системы, так как при этом сокращаются расходы холода или энергии (летом) и теплоты (зимой) на обработку приточного воздуха. В прямоточных системах, ра-ботающих без рециркуляции, обрабатывается только наружный воздух, который постоянно подается в обслуживаемые помещения.

По месту выработки холода и обработки воздуха, системы кондиционирования воздуха бывают центральные местные, местно-центральные и автономные.

В центральной системе производство холода и обработка воздуха централизованы. Полностью обработанный в центральном кондиционере воздух подается в помещения.

Местный кондиционер имеет вентилятор и теплообменник, в котором охлаждается и осушается (летом) или нагревается и увлажняется (зимой) циркулирующий через него воздух данного помещения. Подачу свежего воздуха в помещения производят центральной системой.

Местно-центральными системами кондиционирования воздуха являются одноканальные высокоскоростные системы с каютными доводочными воздухораспределителями. В таких системах

выработка холода централизована, а обрабатывается воздух частично в центральном кондиционере и дополнительно (приточный или рециркуляционный воздух помещения) в теплообменниках каютных воздухораспределителей.

Автономные системы кондиционирования воздуха - это автономные кондиционеры с аппаратами тепловлажностной обработки воздуха и холодильной машиной.

В системах кондиционирования воздуха с непосредственным испарением хладона воздух охлаждается кипящим в трубках воздухоохладителя хладагентом. Воздухоохладитель кондиционера в этом случае является испарителем холодильной машины. В системах с промежуточным хладоносителем воздух охлаждается в кондиционере водой или рассолом, охлаждение которых, в свою очередь, производят в специальном теплообменнике - испарителе холодильной машины (фреоновой или аммиачной). Для охлаждения воздуха может использоваться и холодная забортная вода.

Системы с непосредственным испарением хладона экономичны, меньше по массе и габаритам. Объясняется это тем, что при непосредственном охлаждении температура кипения хладагента может быть выше, чем при рассольном охлаждении кондиционера. Вследствие этого потребляемая компрессором холодильной машины мощность на единицу холодопроизводительности будет меньше, и расхода энергии на рассольный насос не потребуется. В системе к тому же отсутствует рассольный испаритель и циркуляционный насос.

Принцип действия систем кондиционирования воздуха

Центральные одно- и двухканальные, а также местно-центральные и автономные системы кондиционирования воздуха могут отличаться друг от друга технологической схемой обработки воздуха. Технологическую схему обработки воздуха, как правило, определяют следующие параметры:

- число и порядок включения в схему элементов кондиционера;
- скорость воздуха в воздухопроводах и его давление за кондиционерам;
- наличие или отсутствие рециркуляции воздуха;
- наличие или отсутствие теплообменников в воздухораспределителях помещения и т.п.

Наибольшее распространение получили следующие типы систем кондиционирования воздуха:

Тип I. Одноканальная центральная прямоточно-рециркуляционная система с выпускными воздухораспределителями.

Тип II. Одноканальная прямоточно-рециркуляционная местно-центральная система с частичной обработкой в центральном кондиционере и с дополнительным подогревом приточного воздуха в каютных доводочных (прямоточных) воздухораспределителях.

Тип III. Одноканальная прямоточная местно-центральная система с частичной обработкой воздуха в центральном кондиционере и с дополнительной обработкой (охлаждением или подогревом) в каютных доводочных (эжекционных) воздухораспределителях.

Тип IV. Двухканальная прямоточно-рециркуляционная центральная система с полной обработкой воздуха в центральном кондиционере и смесительными выпускными воздухораспределителями.

В некоторых случаях применяют автономные системы кондиционирования воздуха - кондиционеры.

На рис. 3.50 показана принципиальная схема системы кондиционирования воздуха (тип I)

Система состоит из электровентилятора 13, который всасывает воздух по воздухопроводу 1 через пылевой фильтр 15 и подаёт его через теплообменные аппараты 14, 12, 11, 10, глушитель шума 9 и воздухораспределитель 7 в обслуживаемое помещение.

В зависимости от погодных условий проводят тепловлажностную обработку воздуха в аппаратах.

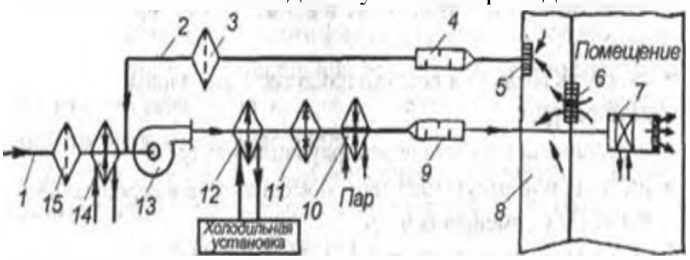


Рис. 3.50. Принципиальная схема прямоточно-рециркуляционной системы комфортного кондиционирования воздуха (тип I):

1-воздухопровод наружного воздуха; 2- воздухопровод рециркуляционного воздуха; 3, 15-пылевые фильтры; 4, 9- глушители шума; 5, 6-жалюзийные решётки; 7-воздухораспределитель; 8-коридор; 10, 14-воздухонагреватели; 11-увлажнитель; 12-воздухоохладитель; 13-электровентилятор

Из помещения воздух поступает через жалюзийную решетку 6 в коридор 8, а через жалюзийную решетку 5 - по рециркуляционному воздухопроводу 2 через глушитель шума 4 и фильтр 3 - во

всасывающий воздухопровод 1 вентилятора 13. Нагреватели воздуха 10, 14 и увлажнитель 11 - обычно паровые.

Воздухоохладитель 12 применяют с непосредственным кипением хладагента и с промежуточным хладоносителем (водяной).

Достоинствами систем типа I, в сравнении с другими системами, являются:

• более низкая стоимость;

• более простая трассировка трубопроводов;

• меньшая масса и габариты.

Основной недостаток системы - трудность индивидуального регулирования параметров воздуха в обслуживаемых помещениях, особенно на режимах отопления в зимнее время.

Принципиальная схема системы типа II представлена на рис. 3.51.

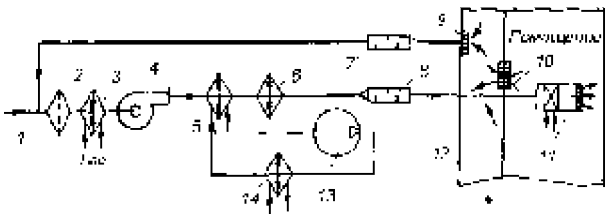


Рис. 3.51. Принципиальная схема одноканальной прямоточно-рециркуляционной местно - центральной системы кондиционирования воздуха (тип II):

1 - воздухопровод наружного воздуха; 2-фильтр; 3-воздухонагреватель; 4 -электровентилятор; 5 - воздухоохладитель; 6-увлажнитель; 7, 8-глушители шума; 9, 10-жалюзийные решётки; 11-воздухораспределитель доводочный прямоточный; 12-коридор; 13-компрессор холодильной установки; 14- конденсатор

Это схема предусматривает следующие функции:

• подогрев смеси наружного и рециркуляционного воздуха летом в воздухоподогревателе 3 перед электровентилятором 4;

• охлаждение с осушением во фреоновом воздухоохладителе 5 центрального кондиционера до температуры tв = 11÷15 °С;

• подача к каютным доводочным воздухораспределителям 11 прямоточного типа.

Индивидуальное регулирование параметров воздуха в помещениях производится за счёт изменения подачи приточного воздуха через воздухораспределитель 11. Это есть основное преимущество систем кондиционирования воздуха типа II.

Недостатками систем этого типа являются:

• сложность трассировки воздухопроводов;

• возможность протечек водяных трубопроводов и трудность их определения (при установке водяных теплообменников в воздухораспределителе 11);

• необходимость трассировки электрокабеля;

• повышенная потребляемая мощность на режиме отопления;

• необходимость наблюдения состояния электронагревателей (при их использовании в воздухораспределителе 11);

• усложнение эксплуатации и повышение стоимости системы.

Схема системы кондиционирования воздуха (тип III) показана на рис. 3.52.

В центральном кондиционере обрабатывается только наружный воздух. В этой схеме системы применен воздухораспределитель 5 с водяным теплообменником, в котором охлаждается летом и подогревается зимой эжектируемый воздух помещения. Эжекция (подсос) воздуха из обслуживаемого помещения происходит за счёт струи приточного воздуха, который истекает из сопла воздухораспределителя с большой скоростью 20-22 м/с.

В центральном кондиционере применён рассольный (водяной) воздухоохладитель. В нём и в теплообменниках, установленных в воздухораспределителях, циркулирует холодная вода, которая готовится в испарителе 1 холодильной машины.

Циркуляция воды осуществляется при помощи насосов 2 и 7. При этом на подогреватель воды 6 пар не подают.

Воздухонагреватель и увлажнитель центрального кондиционера - паровые.

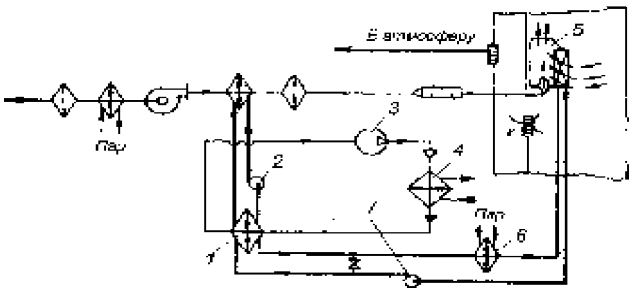


Рис. 3.52. Принципиальная схема одноканальной прямоточной местно - центральной системы кондиционирования воздуха с частичной обработкой воздуха в центральном кондиционере и с дополнительной обработкой (охлаждением или подогревом) в каютных доводочных (эжекционных) воздухораспределителях (тип III):

1-испаритель; 2, 7-циркуляционые насосы; 3-компрессор; 4-конденсатор; 5-воздухораспределитель доводочный; 6-подогреватель воды

Доводочные эжекционные воздухораспределители обычно выполняют в виде пристенных шкафчиков, на выходе из которых смешанный воздух имеет скорость 3-6°С. Поэтому здесь возникает вторичная эжекция воздуха помещения.

Достоинствами системы этого типа являются:

• меньший размер и масса воздухопроводов (так как производительность центральных кондиционеров систем этого типа в 1,5÷2,0 раза меньше, чем в системах других типов);

• широкий диапазон индивидуального регулирования параметров воздуха количественными методами (изменением расхода приточного воздуха) и качественными методами(изменением его параметров).

Однако системам этого типа требуется большой напор за кондиционером для обеспечения высокой скорости перемещения воздуха в воздухопроводе и для эффективной работы эжекционного каютного доводочного воздухораспределителя 5. Поэтому применяют высоконапорные вентиляторы, создающие большой шум. Другими недостатками систем этого типа являются:

• сложность трассировки трубопроводов холодной и горячей воды к теплообменникам каютных воздухораспределителей и отвода от них влаги, выпадающей от рециркуляционного воздуха при его охлаждении;

• потери полезного объёма кают, занимаемого пристенными шкафчиками с теплообменниками;

• сложность эксплуатации (трудность отыскания протечек в трубопроводах, расположенных под обшивкой помещений);

• самая высокая стоимость системы этого типа.

Схема системы типа IV - (двухканальная прямоточно-рециркуляционная) показана на рис. 3.53.

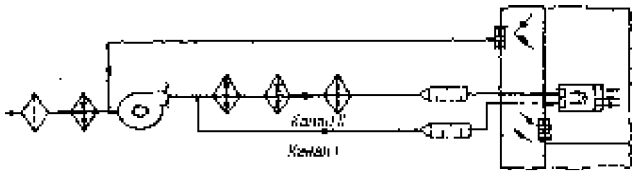


Рис. 3.53. Принципиальная схема двухканальной прямоточно-рециркуляционной системы кондиционирования воздуха (тип IV)

Система имеет два воздухопровода (I и II канал), которые доставляют обработанный воздух в воздухораспределитель смесительного типа. Смешивая воздух, поступающий по каналам I и в разных количественных соотношениях, получают разные параметры воздуха в обслуживаемых помещениях.

В этом состоит главное достоинство системы этого типа - возможность индивидуального регулирования параметров воздуха в помещениях. Кроме того, системы этого типа бесшумны, надёжны в работе и просты в обслуживании при эксплуатации.

Недостаток систем этого типа - необходимость дополнительного воздухопровода для второго канала, что увеличивает занимаемый системой объём, ее массу и стоимость.

Наиболее целесообразно применять средне- или высокоскоростные системы с вентиляторами среднего давления. При этом необходимо совершенствовать воздушный тракт, добиваясь минимальных аэродинамических сопротивлений оборудования, воздухопроводов и арматуры. Наибольшую стоимость

имеют системы типа III и наименьшую (на 30÷40% меньше) - системы типа I. Двухканальные системы на 12-14% дороже одноканальных систем типа I.

Автоматическое управление системой кондиционирования воздуха используют для поддержания комфортных параметров воздуха в обслуживаемых помещениях. Дистанционное автоматическое управление (централизованное автоматическое программное) осуществляют при помощи системы автоматического управления.

Дистанционное автоматическое регулирование параметров воздуха (температура и относительная влажность) осуществляют при помощи регуляторов.

В состав элементов системы автоматического управления кондиционированием воздуха входят датчики, регуляторы, усилители, выключатели, исполнительные органы, автоматически управляемая арматура и средства сигнализации.

Элементы системы автоматического управления выполняют следующие функции:

• датчики регистрируют изменение регулируемого параметра и передают это изменение регулятору;

• регуляторы преобразуют импульс от датчиков и передающего к усилителям;

• усилители так изменяют полученный от датчика импульс, чтобы включенный в схему исполнительный орган смог выполнять свое функциональное назначение и непосредственно воздействовать на объект управления;

• выключатели прекращают работу исполнительного органа при достижении заданных параметров обрабатываемого воздуха.

Например, для защиты подогревателей воздуха от обмерзания устанавливают датчики-реле температуры, которые при достижении температуры наружного воздуха контрольного значения размыкают электрическую цепь питания вентилятора и останавливают его.

Дистанционное механическое управление арматурой осуществляют при помощи пневмоприводов и воздуха среднего давления (4,5 МПа).

Местное ручное управление системой кондиционирования воздуха применяют в случае выхода из строя элементов системы автоматического управления.

Например, осуществляют подачу пара к подогревателям воздуха или подачу охлаждающей воды (хладоносителя) к воздухоохладителям путем открывания вручную соответствующих клапанов.

Ручное управление вентиляционными головками осуществляют при помощи рожковых ключей.

Систему кондиционирования воздуха используют на зимнем или летнем режиме работы.

Зимний режим работы предполагает работу в схеме системы воздухонагревателей и увлажнителей воздуха. Например, в системе (тип II) смесь наружного и рециркуляционного воздуха подогревается в паровом воздухонагревателе, электровентиляторе до (20÷30)°С и увлажняется паром. Дальнейший нагрев производится по желанию в доводочном прямоточном воздухораспределителе.

В системе (тип III) через теплообменники воздухораспределителей с помощью циркуляционных насосов циркулирует тёплая вода, подогрев которой осуществляется в паровом подогревателе.

Летний режим работы предполагает включение в работу системы кондиционирования воздуха аппаратов-охладителей воздуха. Например, в применяемые доводочные прямоточные воздухораспределители встроены водяные и электрические подогреватели воздуха, которые в летнем режиме не работают.

В системах (тип III) наружный воздух в центральном кондиционере охлаждается до температуры (12÷16)°С и осушается.

3.14.2 Требования к проектированию систем кондиционирования воздуха

Для обеспечения непотопляемости судна необходимо производить группировку помещений и обслуживаемых их вентиляторов в пределах водонепроницаемых отсеков. Если выполнить это требование невозможно, то на воздухопроводах, проходящих через водонепроницаемые переборки, устанавливаются водогазонепроницаемые захлопки с пневмоприводом.

Для герметизации наружных выходов воздухопроводов надо предусматривать воздухонепроницаемые грибовидные головки, заслонки и задвижки.

Для обеспечения унификации оборудования необходимо выполнять следующие требования:

1. При соединении воздухопроводов необходимо применять стандартные фланцы и муфты, а для присоединения к воздухопроводам вентиляторов - стандартные амортизационные патрубки.

2. Вентиляторы нужно использовать с электроприводом, центробежные, горизонтального исполнения.

3. Для очистки наружного воздуха от пыли следует применять масляные или сухие гигиенические фильтры.

Для снижения уровня шума в схемы систем кондиционирования воздуха необходимо включать глушители шума, а основное оборудование размещать в звуконепроницаемых вентиляторных отделениях.

В целях повышения экономичности системы для жилых, служебных и медицинских помещений система кондиционирования воздуха и система вентиляции может обслуживаться одними вентиляторами.

Не допускается рециркуляция воздуха в помещениях со специфическими запахами.

При организации воздухораспределения с перетеканием воздуха из обслуживаемых помещений в коридоры в них должен обеспечиваться баланс между приточным и вытяжным воздухом. Из отдельных помещений обиходной группы системы кондиционирования воздуха, обслуживающей жилые, общественные, санитарно-бытовые помещения, камбузы, продовольственные и хозяйственные кладовые, удаление воздуха в коридоры может производиться через дверные жалюзи.

По своему назначению системы кондиционирования воздуха должны разделяться на следующие группы:

• 1 группа -для вентиляции и кондиционирования воздуха жилых, общественных, медицинских и санитарно-бытовых помещений, а также камбузов, провизионных кладовых и других помещений, которые функционируют только на обиходном режиме;

• 2 группа -для вентиляции и кондиционирования воздуха отдельных кают и медицинских помещений, которые могут функционировать как на обиходном режиме, так и на режиме герметизации.

Для автоматизации системы кондиционирования воздуха допускается применение как электрических, так и пневматических регулирующих устройств с датчиками для позиционного и пропорционально-шагового регулирования. Допускается автоматическое управление кондиционированием воздуха регуляторами прямого действия.

Производительность центральных кондиционеров систем кондиционирования воздуха (тип III) должна составлять (в зависимости от пропускной способности доводочных воздухораспределителей) от 35 до 50 м3/ч наружного воздуха на 1 человека. Диаметр воздухопровода второго канала (для двухканальных систем) должен выбираться из расчёта 100% расхода через него всего обрабатываемого в кондиционере воздуха.

Диаметр воздухопровода первого канала выбирают из расчёта 50% расхода через него всего обрабатываемого в кондиционере воздуха.

3.15. Системы хладоносителя

3.15.1. Назначение, классификация и принцип действия системы хладоносителя

Назначение и классификация системы хладоносителя.

Система хладоносителя предназначена для принудительного перемещения хладоносителя, охлаждённого в испарителе (теплообменном аппарате) холодильной машины, к потребителям и его возврата в отеплённом виде обратно в испаритель (теплообменный аппарат).

Перемещают хладоноситель по судну при помощи насосов, и для холодильной машины он является охлаждаемой средой.

Классификация систем хладоносителя представлена на рис. 3.54.

Система хладоносителя без компенсационной емкости (расширительной цистерны) имеет свободную поверхность хладоносителя в испарителях холодильных машин. Систему хладоносителя с компенсационной емкостью применяют при отсутствии свободной поверхности хладоносителя в испарителях холодильных машин.

Групповая схема системы имеет кольцевую магистраль, объединяющую группу потребителей в пределах смежных отсеков.

Централизованная схема системы хладоносителя предусматривает подключение каждого насоса системы хладоносителя к определённому испарителю, который имеет возможность обслуживать всех потребителей, объединенных кольцевой магистралью.

Автономная схема системы объединяет группу потребителей в пределах одного отсека.

Наибольшее распространение на судах получила централизовано-групповая схема, при которой каждый насос хладоносителя подключается к испарителю холодильной машины, обслуживающему свою группу потребителей, объединенную кольцевой магистралью. Магистраль может иметь перемычки для обеспечения работы насосов на смежные группы или на всех потребителей.

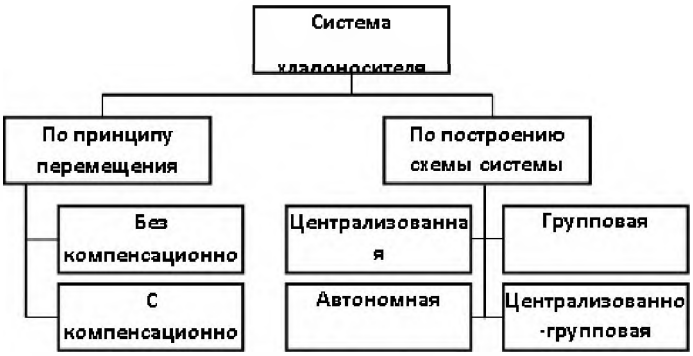


Рис. 3.54. Классификация систем хладоносителя

Принцип действия системы.

Принципиальная схема системы хладоносителя представлена на рис. 3.55.

В состав системы входят:

• насосы 1, обеспечивающие циркуляцию рабочей среды;

• испарители 2, в которых охлаждается рабочая среда;

• воздухоохладители 3, где происходит теплообмен между хладоносителем и тёплым воздухом системы кондиционирования воздуха;

• втулки 4, через которые пополняют утечки хладоносителя, принимая пресную воду от внешнего источника;

• расширительная цистерна 5, обеспечивающая контроль нормального и аварийного уровня хладоносителя;

• напорный трубопровод перемычки 6, через который обеспечивается подача хладоносителя к другим участкам системы;

• приёмный трубопровод перемычки 7, по которому обеспечивается приём хладоносителя к насосам других участков системы хладоносителя.

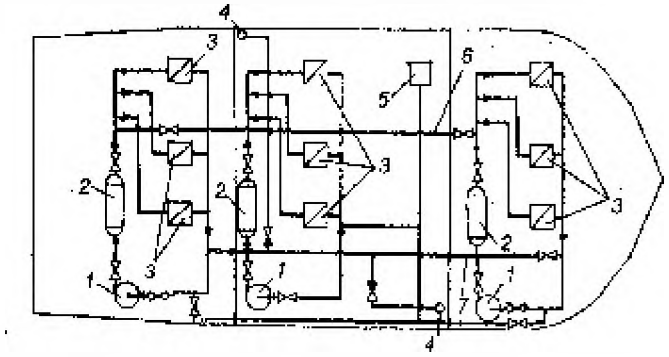


Рис. 3.55. Принципиальная схема централизованно-групповой системы хладоносителя:

1-насос; 2-испаритель; 3-воздухоохладитель; 4-втулка для приёма пресной воды от внешнего источника; 5-расширительная цистерна; 6-напорный трубопровод перемычки; 7-приёмный трубопровод перемычки

Для охлаждения рабочей среды системы используют пароэжекторные и поршневые компрессорные холодильные машины.

Для иллюстрации совместной работы системы хладоносителя и ком-прессорной холодильной установки на рис. 3.56 приведена схема установки кондиционирования воздуха с промежуточным хладоносителем.

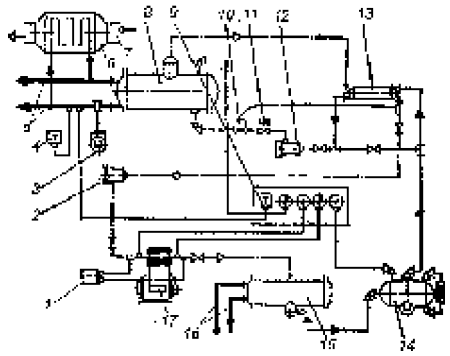


Рис. 3.56 Схема установки кондиционирования воздуха с промежуточным хладоносителем: 1 -реле давления; 2-фильтр; 3-реле расхода; 4-термореле системы хладоносителя; 5-трубопроводы хладоносителя; 6-воздухоохладитель; 7-воздухопровод; 8-ипаритель; 9-термореле холодильной установки; 10-терморегулирующий вентиль; 11-соленоидный вен-тиль; 12-фильтр-осушитель; 13-теплообменник; 14-ресивер; 15-конденсатор; 16-трубопроводы охлаждающей конденсатор забортной воды; 17-компрессор холодильной установки

Схема состоит из компрессора 17, который сжимает пары хладона и нагнетает их в межтрубное пространство конденсатора 15, где они охлаждаются и конденсируются, отдавая тепло конденсации забортной воде, прокачиваемой по трубкам конденсатора.

Из конденсатора жидкий хладон подается в ресивер 14, в котором осуществляется хранение хладона. При помощи указательной колонки, установленной на ресивере, можно определить количество хладона. Из ресивера хладон поступает в змеевик теплообменника 13, где переохлаждается вследствие теплообмена с парами хладона, отсасываемыми компрессором из испарителя 8. Часть хладона поступает на фильтр-осушитель, минуя теплообменник.

Перед фильтром-осушителем оба потока хладона соединяются, и жидкий хладон через соленоидный вентиль 11 подходит к терморегулирующему вентилю 10. Проходя через терморегулирующий вентиль, хладон переходит в парообразное состояние и поступает в межтрубное пространство испарителя. В испарителе хладон отбирает тепло от хладоносителя (пресной воды), прокачиваемого через воздухоохладитель 6 системы кондиционирования воздуха. Пары хладона, которые образуются при его кипении, отсасы-ваются компрессором через теплообменник 13, в котором они перегреваются за счет теплообмена с жидким хладоном, проходящим через змеевик. Далее пары хладона поступают через фильтр 2 в компрессор 17 и цикл повторяется.

Система хладоносителя имеет дистанционное автоматическое управление, которое является основным видом управления.

Кроме того, используется местное механическое управление, которое обеспечивает пуск механизмов и арматуры с электроприводом при помощи магнитных пускателей пакетных переключателей, подводящих к ним электропитание или обесточивающих их. Для осуществления операций по переключению арматуры в случаях, предусмотренных инструкцией по эксплуатации, а также при выполнении технического обслуживания системы используют местное ручное управление арматурой.

Дистанционное автоматическое управление системой хладоносителя.

Температура хладоносителя автоматически поддерживается в заданных пределах термореле 4 (рис. 3.56), которое отключает компрессорный агрегат при понижении температуры ниже установленного предела и включает его при повышении температуры выше заданного значения.

Автоматическую защиту испарителя от замерзания хладоносителя при прекращении его циркуляции осуществляет реле расхода 3, выключающее компрессорный агрегат. Кроме того, защиту испарителя обеспечивает термореле 9, которое отключает компрессорный агрегат при понижении температуры ниже установленного предела.

Реле давления 1 выключает компрессорный агрегат при достижении предельных значений давлений хладона во всасывающей и нагнетательной полостях компрессора.

Принципиальная схема одного из участков системы хладоносителя показана на рис. 3.57.

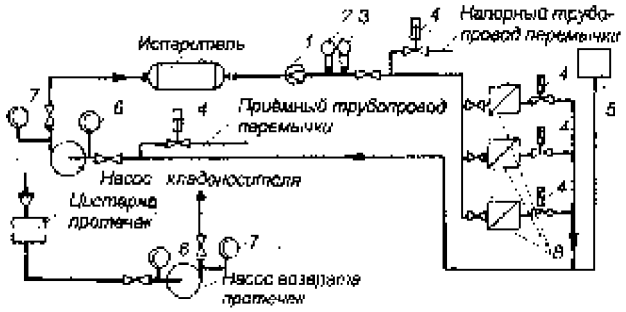


Рис. 3.57. Принципиальная схема централизованно-групповой системы хладоносителя системы кондиционирования воздуха:

1-расходомер; 2,3-термодатчики; 4-электромагнитные клапаны системы кондицио-нирования воздуха; 5-расширительная цистерна; 6-мановакуумметры; 7-манометры; 8-воздухоохладители

Схема состоит из датчиков температуры 2 и 3, которые подают сигнал на термореле. Они обеспечивают автоматический запуск компрессора холодильной установки при повышении температуры хладоносителя в системе или его остановку при понижении температуры хладоносителя ниже установленного предела.

Электромагнитные клапаны 4 позволяют автоматически регулировать температуру охлаждаемого в воздухоохладителях воздуха.

При повышении температуры воздуха в воздухоохладителе выше установленного предела, электромагнитные клапаны 4 получают сигнал от термореле системы кондиционирования воздуха, открываются и обеспечивают циркуляцию хладоносителя через воздухоохладитель. При достижении температуры воздуха нижнего установленного предела клапаны 4 закрываются и прекращают подачу хладоносителя в воздухоохладители.

Электромагнитный клапан 4, установленный на напорном трубопроводе перемычки, обеспечивает циркуляцию хладоносителя по трубопроводам участка системы, где неисправен насос хладоносителя или другие элементы этого участка.

При нарушении герметичности соединений трубопроводов в систему может попасть воздух, что приводит к неэффективной работе воздухоохладителей 8. Для удаления воздуха из системы и контроля уровня хладоносителя (при помощи установленной на цистерне замерной колонки) служит расширительная цистерна 5. Контроль давления хладоносителя осуществляют по мановакуумметрам 6 и манометрам 7.

3.15.2 Требования к проектированию и особенности расчёта системы хладоносителя

Требования к проектированию системы хладоносителя.

При проектировании системы хладоносителя должна быть обеспечена работоспособность установок при длительном крене до 15°С и дифференте до 5°С, а также при кратковременных наклонениях - до 30°С и качке до 45°С. Ударо- и вибростойкость, уровни интенсивности воздушного шума и составляющих спектра вибрации должны соответствовать требованиям, предъявляемым к элементам установок.

Элементы системы должны обеспечивать удобство и безопасность её эксплуатации.

Срок службы до списания системы должен соответствовать сроку службы судна.

Независимо от принятой схемы проектирования, кроме централизованной, количество насосов системы хладоносителя должно быть равно числу её участков. При этом допускается установка одного насоса на два испарителя холодильной установки. В схеме хладоносителя необходимо предусматривать режим водяного охлаждения забортной водой при неработающих холодильных установках.

Для обеспечения заполнения и подпитки хладоносителя следует предусматривать возможность приёма пресной воды в приёмную магистраль от судовой системы бытовой пресной воды. Предпочтителен приём опреснённой воды от конденсатно-питательной системы энергетической установки. Допускается предусматривать возможность приёма забортной воды для аварийного заполнения системы хладоносителя забортной водой.

Расширительные цистерны следует устанавливать не менее чем на 1,0-1,5 м выше самой верхней точки системы с учётом крена и дифферента судна. Переливной трубопровод из расширительной цистерны следует отводить к шпигатам или в места, где предусмотрено удаление трюмных вод.

Для групповых ответвлений на напорном трубопроводе перед группами потребителей необходимо устанавливать отделители воздуха. Для разветвлённых систем большой протяжённости отделители

воздуха должны иметь расширительные бачки для накопления и стравливания отделившегося воздуха, устанавливаемые выше отделителя воздуха не менее, чем на 1,0-1,5 м.

Система автоматического управления должна обеспечивать автоматическую остановку компрессоров холодильной машины при уменьшении ниже установленных величин расхода хладоносителя, прокачиваемого через испаритель, и его температуры. Необходимо предусматривать контроль нормального и аварийного уровня в расширительных цистернах посредством установки сигнализаторов уровня. Световой сигнал об аварийном уровне должен дублироваться звуковым сигналом.

В качестве запорной арматуры следует принимать запорные и невозвратно-запорные клапаны. При диаметрах условного прохода 100 мм и более необходимо применять клинкетные задвижки и поворотные затворы.

Для снижения электрического поля судна, предотвращения контактной коррозии и исключения образования гальванической пары следует применять электроизолирующие соединения трубопроводов и арматуры.

Трубопроводы не должны нарушать водо- и газонепроницаемость палуб и переборок, а также их огнестойкость.

Особенности расчета систем хладоносителя.

Расчётную скорость хладоносителя в трубопроводах принимают не более 3,5 м/с. Рабочее давление в системе - не более 0,6 МПа (6 кгс/см2). Температура замерзания хладоносителя должна быть на 3-5 °С ниже температуры хладоносителя на выходе из испарителя.

Система хладоносителя, входящая в состав холодильной установки, проектируется на основе расчётов тепловлажностных режимов системы кондиционирования воздуха, включающих расчеты тепловой нагрузки на теплообменные аппараты холодильной установки (испарители, охладители воздуха, приборы охлаждения). На основе принятых при расчете холодильной установки температур хладоносителя выбирают его тип и концентрацию для рассолов.

Расход хладоносителя определяют по формуле:

$$V_i = \frac{Q_i}{C_s \Delta t_s \rho_s} \text{ м3/ч,} \qquad (3.68)$$

где Qi -тепловая нагрузка на i-й воздухоохладитель, Вт (ккал/ч). Принимается по данным расчёта тепловой нагрузки на холодильную установку;

Cs - средняя теплоёмкость хладоносителя, Дж/(кг·°К);

ρs - плотность хладоносителя, кг/м3;

Δts- перепад температур хладоносителя принимается по данным рас-чёта холодильной установки в пределах 2-5 °К;

Vi -часовой расход хладоносителя, м3/ч.

Суммарный расход хладоносителя на потребителей, обслуживаемых испарителем холодильной машины, не должен превышать часовой расход хладоносителя, циркулирующего в испарителе,

$$\Sigma V_i \le V_и \text{ м}^3/\text{ч}; \qquad (3.69)$$

$$V_и = \frac{\Psi Q_0 + 860 N \eta}{C_s \rho_s \Delta t_s} \text{ м}^3/\text{ч}, \qquad (3.70)$$

где Q_0 - расчётная хладопроизводительность, Вт (ккал/ч);

Ψ - коэффициент теплопотерь через изоляцию в испарителе и трубопроводах хладоносителя (см. табл. 19.1);

N - мощность электродвигателя насоса, кВт;

η = 0,8-0,9 - коэффициент полезного действия электродвигателя насоса;

C_s - средняя теплоёмкость хладоносителя, Дж/(кг·°К)

ρ_s - плотность хладоносителя, кг/м^3;

Δt_s - перепад температур хладоносителя на испарителе. Изменяется в пределах 2-5°.

Таблица 3.15

Зависимость коэффициента теплопотерь через изоляцию в испарителе и трубопроводах хладоносителя (Ψ) от расчётной хладопроизводительности (Q_0), Вт (ккал/ч)

Расчётная хладопроизводительность (Q0), Вт (ккал/ч)	Коэффициент теплопотерь (Ψ)
До 50000 (42992)	1,12-1,15
От 50000 (42992) до 150000 (128977)	1,08-1,12
Свыше 150000(128977)	1,06-1,10

По результатам гидравлического расчёта определяют:

• производительность и напор выбранного насоса хладоносителя;

• расходы хладоносителя на аппараты;

• диаметры дроссельных шайб в соответствующих узлах системы и необходимые диаметры трубопроводов.

При расчете системы охлаждения забортной водой аналогичным образом, как и для систем хладоносителя, определяют расход забортной воды на теплообменные аппараты и механизмы (конденсаторы, охладители, охлаждающие рубашки механизмов), насосы и внутренние диаметры труб.

3.16 Холодильные установки провизионных кладовых

3.16.1 Назначение и принцип действия холодильных установок провизионных кладовых

Принимаемые на судно скоропортящие пищевые продукты для обеспечения их длительного хранения, необходимо консервировать холодом. При такой обработке почти не изменяется качество продуктов и не разрушаются имеющиеся в них витамины. Поэтому для обеспечения сохранности продуктов на судах используют холодильные установки провизионных кладовых.

Холодильные установки провизионных кладовых (рис.3.58) предназначены для обеспечения заданной температуры в кладовых провизии независимо от изменения наружных температурных условий.

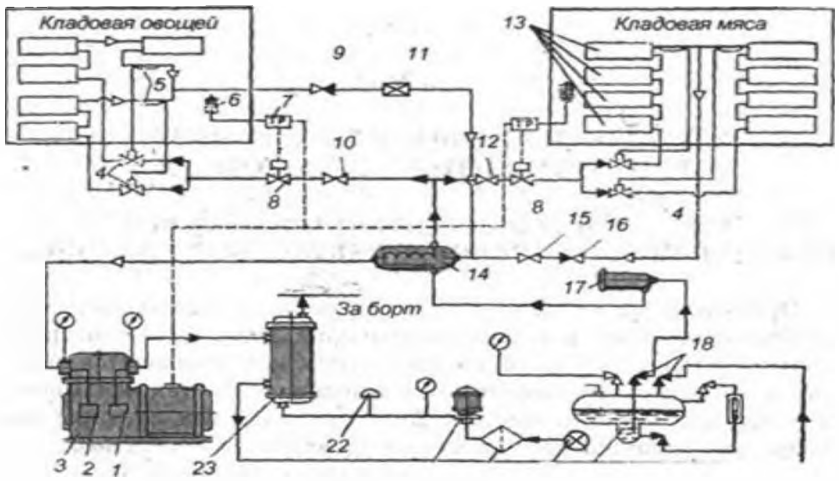


Рис. 3.58. Принципиальная схема холодильной установки провизионных кладовых:

1, 2-реле давления; 3-компрессор; 4-терморегулирующие вентили; 5,6-термобаллоны; 7-реле температуры; 8-соленоидный вентиль; 9,10,12,15,16,18-запорные клапаны; 11 - клапан поддержания давления; 13-испарительные батареи; 14-теплообменник; 17-фильтр-осушитель; 19-ресивер; 20-фильтр; 21-насос охлаждающей воды; 22-реле давления; 23-конденсатор; 24- кингстон

В качестве хладагента в установках используют низкокипящие жидкости типа «хладон (фреон)». При атмосферном давлении «хладон» представляет собой бесцветный без запаха негорячий газ, плотность которого в четыре раза больше плотности воздуха. Температура кипения хладона t = -15 °С, температура конденсации t = +30 °С, температура паров на всасывании t = +150°С.

Холодильная установка представляет собою компрессорно-конденсаторный агрегат, состоящий из одноступенчатого (многоступенчатого) компрессора 3 с электроприводом и конденсатора 23.

Компрессор создаёт пониженное давление в приёмном трубопроводе и отсасывает отеплённые пары хладагента из испарительных батарей 13.

Компрессор автоматически включается в работу и останавливается при помощи реле температуры 7 и соленоидного вентиля 8.

Из испарительных батарей 13, расположенных в провизионных кладовых, хладон по трубопроводу парообразного хладона через клапаны 9, 15 и 16, а также клапан поддержания давления 11 поступает в межтрубное пространство теплообменника 14, где происходит теплообмен между холодными парами хладона, идущими из провизионных камер, и тёплым хладоном, идущим из конденсатора к терморегулирующим вентилям 4. Таким образом, происходит процесс переохлаждения хладона, который следует в испарительные батареи провизионных камер.

Из теплообменника пары хладона засасываются компрессором, сжимаются в нём и подаются в конденсатор 23, через трубки которого циркулирует забортная вода. Охлаждаясь в конденсаторе, хладон превращается в жидкость и поступает в ресивер 19, где через смотровое стекло можно определить количество хладона в установке (после откачки хладона в ресивер и закрытом запорном клапане 18).

Из ресивера через открытый клапан 18 хладон поступает в теплообменник и далее следует через фильтр-осушитель 17 к терморегулирующим вентилям 4 в испарительные батареи 13. Такое движение хладона возможно из-за разности давлений в жидкостном трубопроводе (атмосферное давление) и трубопроводе с парообразным хладоном, в котором создаёт разряжение компрессор при отсасывании паров хладона из испарительных батарей.

Терморегулирующие вентили с термобаллонами 5 осуществляют дросселирование жидкого хладагента от давления конденсации 0,5-0,8 МПа (5÷8 кгс/см2) до давления кипения 0,12-0,22 МПа (1,2÷2,2 кгс/см2) и регулировку количества подаваемого в испарительные батареи 13 хладагента в зависимости от загрузки провизионных кладовых.

Затем пары хладона поступают в испарительные батареи 13 (воздухоохладители), где парожидкостная смесь хладона испаряется при давлении 0,12-0,22 МПа (1,2÷2,2 кгс/см2) и соответствующей ему температуре от -25 до -10°С, отбирая тепло от воздуха провизионных кладовых.

При этом отбирается тепло от помещения и происходит дальнейшее испарение хладона.

Далее цикл повторяется. Из испарительных батарей пары хладона по трубопроводам, через запорные клапаны 9, 15, 16 и редукционный клапан 11 поступают в теплообменник 14. После теплообменника пары хладона засасываются и сжимаются в компрессоре 3 до давления 0,5-0,8 МПа (5÷8 кгс/см2), определяемого температурой охлаждающей забортной воды, и подаются в конденсатор 23, где они отдают тепло забортной воде, прокачиваемой по трубкам, и конденсируются. Забортная вода для охлаждения конденсатора подается вихревым насосом 21 с приводом от электродвигателя через приёмный фильтр 20 и кингстон 24. Для предотвращения пуска компрессора без наличия охлаждающей воды служит реле давления 22, замыкающее цепь питания электродвигателя при давлении охлаждающей воды свыше 0,1 МПа (1,0 кгс/см2).

Затем жидкий хладагент стекает в ресивер и из него поступает в змеевик теплообменника, где переохлаждается холодным парообразным хладоном, поступающим от испарительных батарей в межтрубное пространство теплообменника.

В фильтре-осушителе 17 хладон освобождается от грязи и влаги. Вентили с электромагнитным приводом 8 автоматически перекрывают подачу хладона к терморегулирующим вентилям 4 при достижении заданной температуры в кладовой. При этом происходит остановка компрессора 3.

Автоматическую работу холодильной установки провизионных камер обеспечивают соленоидные вентили 8, реле давления 1 и 2 и реле температуры 7.

Реле температуры 7 получает сигнал от термобаллона 6 и управляет работой соленоидного вентиля 8, пуском и остановкой компрессора. При этом установочное значение давления испарения хладона 0,01-0,10 МПа и нагнетания компрессора 0,60-0,90 МПа.

Для обеспечения работы одной установки на две и более провизионные камеры с различной температурой охлаждения провизии устанавливают клапан поддержания давления 11, позволяющий регулировать количество хладона, поступающего из испарительных батарей кладовых в теплообменник и далее в компрессор.

Холодильная установка провизионных камер работает автоматически.

3.16.2 Требования к проектированию и особенности расчёта холодильных установок провизионных кладовых

Требования к проектированию холодильных установок провизионных кладовых

В составе холодильной установки необходимо включать не менее двух агрегатов, один из которых должен быть резервным. Регулирование хладопроизводительности должно осуществляться автоматически.

Компрессорно-конденсаторные агрегаты необходимо располагать в рефрижераторном отделении

или в помещениях (тамбурах, коридорах гребных валов) и в непосредственной близости от провизионных кладовых.

Холодильные установки должны обеспечивать:

1)возможность раздельного регулирования температуры воздуха в каждой из охлаждаемых кладовых;

2)непрерывный возврат масла в картер компрессора;

3)надёжность и простоту эксплуатации;

4)минимальное количество магистралей, распределительных устройств и арматуры;

5)работу по циклу одноступенчатого сжатия и по схеме непосредственного испарения холодильного агента.

Система автоматики установки должна обеспечивать:

1)работу установки без постоянной вахты;

2)поддержание температуры воздуха в каждой кладовой в соответствующем режиме;

3)регулирование заполнения жидким холодильным агентом испарительных аппаратов;

4)регулирование давления конденсации;

5)аварийную защиту компрессора;

6)местную и дистанционную световую и звуковую сигнализацию в схеме управления и защиты.

Оборудование холодильной установки необходимо располагать в непосредственной близости от охлаждаемых кладовых при минимальной протяжённости трубопроводов.

Испарительные аппараты рекомендуется устанавливать на палубе, расположенной выше палубы, на которой находятся компрессорно-конденсаторные агрегаты. Элементы управления установкой следует размещать на одном щите. Терморегулирующие вентили надо размещать в непосредственной близости от кладовых.

Выбор схемы холодильной установки следует производить с учётом состава хранимых продуктов, числа охлаждаемых кладовых, требуемых в них температур воздуха, а также необходимости резервирования оборудования.

При применении в кладовых минусовых температур испарительных батарей, необходимо предусматривать оттаивание снеговой «шубы».

Оттаивание батарей нужно осуществлять горячими парами хладона.

Следует принимать следующие расчётные температуры воздуха в кладовых:

- кладовые свежезамороженных продуктов -минус18 °С;
- кладовые мяса и рыбы -минус 10 °С;
- кладовые жиров -минус 5 °С;
- кладовые мокрой провизии и овощей -плюс 2 °С;
- кладовые сухой провизии и неприкосновенного запаса, медицин-ская кладовая -плюс 10 °С.

Трубопроводы хладона рекомендуется применять медные, а арматуру стальную. Трубопроводы забортной воды - из медно-никелевого сплава, а арматуру бронзовую.

Особенности расчёта холодильных установок провизионных кладовых.

Расчет холодильных установок провизионных кладовых выполняют в следующей последовательности:

1) определяют исходные данные:

- температуру наружного воздуха (например, +34 °С);
- температуру забортной воды (например, +30 °С);
- загрузку провизионных кладовых и температурные режимы хранения в них продуктов.

2) выполняют расчет хладопроизводительности установок;

3) производят выбор типов и количества агрегатов, испарительных аппаратов и диаметров трубопроводов хладона;

4) определяют количество хладона в системе;

5) производят гидравлический расчет всасывающего тракта трубопроводов.

Суммарные теплопритоки в провизионных кладовых определяют по формуле:

$$Q_c = \sum_{i=1}^{6} Q_i \qquad (3.71)$$

где Q_1 - теплопритоки через ограждения кладовых, Вт (ккал/ч);

Q_2 - теплопритоки от термообработки провизии, Вт (ккал/ч);

Q_3 - теплопритоки от тары продуктов, Вт (ккал/ч);

Q_4 - теплопритоки от вентиляции кладовых, Вт (ккал/ч);

Q_5 - теплопритоки от работающих механизмов и освещения, Вт (ккал/ч);

Q_6 - прочие неучтённые теплопритоки, Вт (ккал/ч).

Теплопритоки через ограждения кладовых определяют по формуле:

$$Q_1 = Q_{1т} + Q_{1с} \text{ Вт (ккал/ч)}, \qquad (3.72)$$

где $Q_{1т}$ - теплопритоки от разности температур наружной окружающей среды и воздуха кладовых, Вт (ккал/ч);

$Q_{1с}$ - теплопритоки от поглощения наружными поверхностями ограждений теплоты солнечной радиации, Вт (ккал/ч).

Теплопритоки от разности температур наружной окружающей среды и воздуха кладовых определяют по формуле:

$$Q_{1т}=kF(t_н - t_м) \text{ Вт (ккал/ч)}, \qquad (3.73)$$

где k - коэффициент теплопередачи ограждений, Вт/(м^2·ч·град) [ккал/(м^2·ч·град)];

F- площадь ограждения, м^2;

$t_н$ - температура окружающей среды, °С;

$t_{кл}$ - температура воздуха в кладовой, °С.

Теплопритоки от поглощения наружными поверхностями ограждений теплоты солнечной радиации определяют по формуле:

$$Q_{1c} = \frac{k}{\alpha_н} q_н \varepsilon_р F \qquad (3.74)$$

где $\alpha_н$ - коэффициент теплоотдачи от наружного воздуха к ограждению, Вт/(м^2·град) [ккал/(м^2·град)];

$\varepsilon_р$ - коэффициент поглощения солнечной радиации;

$q_н$ - напряжённость солнечной радиации, Вт/м^2;

F - площадь поверхности ограждения, м^2.

Коэффициент теплоотдачи от наружного воздуха к ограждению можно определить по формуле:

$$\alpha_н = 2 + 10\sqrt{v_к} \text{ Вт/(м}^2\text{·ч·град)} \qquad (3.75)$$

где $v_к$ - скорость движения воздуха относительно судна, м/с.

Теплопритоки от термообработки провизии (Q_2) зависят от массы провизии, подвергаемой термообработке ($G_{пр}$); энтальпии провизии в начале и в конце процесса термообработки ($i^н_п$, $i^к_п$) и времени термической обработки по рассматриваемой технологии (z):

$$Q_2 = f(G_{пр}, i^н_п, i^к_п, z) \qquad (3.76)$$

Теплопритоки от охлаждения тары принимают из условия:

$$Q_3 = 0{,}1\ Q_2 \qquad (3.77)$$

Теплопритоки от вентиляции провизионных кладовых определяют по формуле:

$$Q_4 = \frac{V\rho n C_р (t_н - t_{кл})}{24} \qquad (3.78)$$

где V - объём вентилируемой кладовой, м^3;

ρ - плотность наружного воздуха при температуре и относительной влажности φ в кладовой, кг/м^3;

n - кратность обменов воздуха в сутки (значения приведены в прил. 2, табл. 1);

$C_р$ - теплоёмкость наружного воздуха, кДж/кг·град ($C_р$ = 0,24 ккал/кг·град);

$t_н$, $t_{кл}$ - температура наружного воздуха и в вентилируемых кладовых, °С.

Теплопритоки от работающих механизмов (электродвигателей) зависят от мощности электровентиляторов ($N_э$):

$$Q_5 = f(N_э) \qquad (3.79)$$

Прочие неучтённые теплопритоки принимают из условия:

$$Q_6 = 0{,}2Q_1. \qquad (3.80)$$

Суммарные теплопритоки в кладовые принимают равными:

$$Q_{хран}=Q_1+Q_4+Q_5+Q_6, \qquad (3.81)$$

$$Q_{терм}=Q_1+Q_2+Q_3+Q_4+Q_5+Q_6, \qquad (3.82)$$

где $Q_{хран}$ - суммарные теплопритоки в кладовую на режиме хранения, Вт (ккал/ч);

$Q_{терм}$ - суммарные теплопритоки в кладовую на режиме термообработки, Вт (ккал/ч).

Расчет количества хладона в системе.

Общее количество циркулирующего в системе хладона определяют по формуле:

$$G_{общ} = \frac{V\lambda}{\zeta_{хл}} \qquad (3.83)$$

где V - часовой объем, описываемый поршнями компрессора;

$\zeta_{хл}$ - удельный объем паров хладона при температуре всасывания;

λ - коэффициент подачи компрессора.

Расчёт ведут на режиме максимальной нагрузки на компрессор.

Гидравлический расчет всасывающего тракта трубопроводов

Диаметр трубопроводов определяют по величине предпочтительной скорости хладона в них:

$$D = \sqrt{\frac{4G_{общ}}{\pi v_{хл}}}, \qquad (3.84)$$

$v_{хл}$= 10÷18 м/с - пределы изменения предпочтительных значений скоростей в нагнетательном трубопроводе;

$v_{хл}$ = 8÷15 м/с - пределы изменения предпочтительных значений скоростей во всасывающем трубопроводе.

Г л а в а 4

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «СУДОВЫЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ»

4.1. Цель курсового проекта

Курсовой проект – это самостоятельная творческая учебная работа студента, которая выполняется с целью закрепления, углубления и обобщения знаний, полученных за время обучения, и их применения к комплексному решению данной профессиональной задачи.

Курсовой проект по дисциплине «Судовые вспомогательные механизмы», связанный с проектированием общесудовых систем, является самостоятельной исследовательской работой студента по профилю выпускающей цикловой комиссии.

В курсовом проекте студент должен продемонстрировать:

- умение использовать приобретенные теоретические знания и умения по дисциплинам «Судовые вспомогательные механизмы», «Механика», фундаментальных дисциплин;
- способность логически излагать свои взгляды применительно к общесудовым системам на основании современных требований по их проектированию;
- способность делать обоснованные выводы и формулировать конкретные предложения и рекомендации;
- творческую инициативу, самостоятельность, чувство ответственности и организованности;
- навыки по организации своего труда;
- навыки грамотного оформления документов, устного преподавания материала, корректного ведения дискуссии.

4.2. Структура курсового проекта

Структура курсового проекта включает в себя:

- введение;
- основные разделы;
- выводы;
- список использованной литературы.

В введении, которое не должно превышать 10% текстовой части работы, целесообразно определить основные назначения судна и необходимость использовать общесудовые системы, согласно заданию на курсовой проект.

В первом разделе необходимо указать общие сведения о судне и схему построения судна.

Во втором разделе необходимо дать определение судовой системы, перечислить все общесудовые системы, которые находятся на вашем судне и обеспечивают основные свойства судна.

В третьем разделе необходимо:

3.1 Дать определение, описать состав и принцип действия заданной системы;

3.2 Перечислить и охарактеризовать рабочие среды, которые используются в системе, их параметры и условия эксплуатации;

3.3 Рассмотреть механизмы и аппараты, входящие в систему (их назначение, конструкция, параметры и т.д.);

3.4 Описать трубопроводы, соединения, арматуру и прокладочный материал, применяемые в системе;

3.5 Произвести расчет и построение системы на судне;

3.6 Дать рекомендации по основам и специфике эксплуатации системы.

3.7 Описать характерные неисправности и способы устранения системы.

В заключении кратко подводятся итоги проведенного исследования, указывается степень достижения цели и выполнения задач, которые были поставлены. Необходимо сделать обобщение материала, привести основные результаты работы. Необходимо также показать, что задачи, поставленные в задании, выполнены и определить пути дальнейшей разработки темы в плане подготовки по общесудовым системам.

4.3. Организационно-методические указания по выполнению и защиты курсового проекта

Каждому студенту выдается задание на выполнение курсового проекта по установленной форме. На выполнение работы учебным планом выделяется 20 академических часов. Рекомендуется следующее распределение времени при выполнении задания:

- разработка общей части – 75%;
- оформление пояснительной записки, таблиц, графиков, плакатов – 20%;
- подготовка к защите – 5%.

Студентам необходимо планировать свою работу в следующей последовательности:

- осмыслить тему, уяснить задачи, которые необходимо решать;
- после разработки отдельных разделов, документов докладывать преподавателю и после одобрения им предоставленных материалов продолжать работу дальше;
- после завершения написания курсового проекта в полном объеме и после проверки материала преподавателем, сшить его. Полностью оформленная пояснительная записка должна содержать: титульный лист, задание на курсовой проект,содержание, основные разделы, выводы, список использованной литературы, в соответствии с заданием. Объем пояснительной записки должен составлять примерно 20-25 листов;
- сброшюрованную работу, оформленные графические материалы и чертежи подать преподавателю к защите.

4.4. Оформление пояснительной записки

Пояснительная записка (ПЗ) выполняется на одной стороне листа белой бумаги формата А4 по ГОСТ 9327 с применением компьютерного набора в текстовом редакторе и выводом на устройство печати. Цвет шрифта должен быть черным.

Требования к оформлению: высота шрифта 14 петит, междустрочный промежуток 1,5 интервала, гарнитура шрифта Times New Roman, выравнивание абзаца по ширине. Оформление *должно быть одинаковым* для всех разделов ВКР.

Допускается применение более мелкого шрифта, чем основной текст (до 12 петит) при выполнении КП с междустрочным промежутком 1,0 интервала, а также (до 10 петит):

- при оформлении таблиц;

- при оформлении поясняющих надписей к иллюстрациям;

- при оформлении сносок.

Для КП, по требованию преподавателя, возможно предоставление ПЗ в рукописном виде - с четким написанием букв и цифр высотой не менее 2,5 мм чернилами одного цвета.

Текст в ПЗ следует печатать (писать), соблюдая следующие размеры полей: левое - не менее 30 мм, правое - не менее 10 мм, верхнее и нижнее - не менее 20 мм.

Вписывание в текст отдельных слов, формул, условных знаков допускается только черными чернилами или черной тушью; при этом плотность вписанного текста должна быть приближена к плотности основного текста.

При выполнении расчетных разделов КП (КР) допускается оформление их в пакете MathCAD или Microsoft Exsel. При этом допускается отклонение от требований настоящих методических рекомендаций в части оформления формул и таблиц. В остальном следует придерживаться приведенных в методических рекомендациях правил оформления ПЗ.

Текст основной части делят на разделы, подразделы, пункты. Пункты при необходимости могут быть разбиты на подпункты. Примером является оформление данного стандарта, который разбит на разделы, подразделы и пункты.

Пункты или подпункты могут содержать перечисления.

Каждый раздел и подраздел должны иметь краткий, соответствующий содержанию заголовок.

Заголовки разделов пишут прописными (*заглавными*) буквами с абзацного отступа. *Заголовки подразделов* записываются с абзаца строчными буквами (кроме первой прописной). Выравнивание в заголовках делается *по левому краю*.

Переносы слов в заголовках не допускаются. Точку в конце заголовка не ставят. Если заголовок состоит из двух и более предложений, их разделяют точкой.

Заголовки пунктов и подпунктов выделять из текста не следует. В данном случае заголовком служит первое предложение (слово).

Слова, напечатанные (написанные) на отдельной строке прописными буквами («РЕФЕРАТ», «СОДЕРЖАНИЕ», «ВВЕДЕНИЕ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ», «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ»), служат заголовками соответствующих структурных частей ПЗ.

Расстояние между заголовками раздела и текста и (или) между заголовками раздела и подраздела должно быть равно одной свободной строке. Заголовки подразделов следует выделять из текста: выше и ниже заголовка должна быть оставлена одна свободная строка. Подчеркивать заголовки не допускается.

Каждый раздел следует начинать с нового листа (страницы). Каждый пункт, подпункт и перечисление записывают с абзаца.

Абзацы в тексте начинают отступом. Рекомендуемая величина отступа 10…15 мм.

В ПЗ *не допускается*:

а) применять для одного и того же понятия различные научно- технические термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке;

б) сокращать наименования единиц физических величин, если они употребляются без цифр, за исключением единиц физических величин в заголовках и боковиках таблиц и в расшифровках буквенных обозначений, входящих в формулы;

в) применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии, пунктуации (т. е. - то есть, и т. д. - и так далее, и др. - и другие, и пр. - и прочие, г. - год, гг. - годы и т. п.), а также соответствующими национальными стандартами;

г) применять обороты разговорной речи, избыточные техницизмы и профессионализмы;

д) использовать в тексте математический знак минус (–) перед отрицательными значениями величин. Вместо математического знака «–» следует писать слово «минус»;

е) применять знак ø для обозначения диаметра (следует писать слово «диаметр»);

ж) употреблять математический знак без цифр, например, ≤ (меньше или равно), ≥ (больше или равно), ≠ (не равно), а также знаки № (номер), % (процент);

з) применять индексы стандартов и других документов (ГОСТ, ГОСТ Р, СТО, ТУ, СП, ТР) без регистрационного номера;

и) применять термины и определения, не соответствующие действующим нормативно-техническим документам.

При изложении обязательных требований в тексте должны применяться слова «должен», «следует», «необходимо» и производные от них.

В ПЗ перед обозначением параметра следует давать его пояснение, например: «Результирующая сила F является векторной суммой сил Fi».

Числовые значения величин с обозначением единиц счета и физических величин следует писать цифрами, а числа без обозначения единиц физических величин и единиц счета от одного до девяти – словами.

Пример: Отобрано пять труб длиной 5 м каждая.

Опечатки, описки и графические неточности, обнаруженные в процессе написания ПЗ, допускается исправлять:

- при компьютерном наборе – подчисткой или закрашиванием белой краской корректора и нанесением исправленного текста (графики) черной тушью (чернилами) рукописным способом;

- при рукописном исполнении – зачеркиванием одной тонкой линией ненужных слов (букв) и написанием над ними исправленных слов (букв) чернилами, соответствующими цвету текста.

При исправлении зачеркиванием допускается не более трех исправлений на страницу.

Пропущенные слова (буквы) вставляют в текст (слово) с использованием соответствующего корректурного знака.

В ПЗ следует использовать размерные величины только в единицах СИ. В отдельных обоснованных случаях допускается использование других систем единиц физических величин, наименование, обозначение и правила применения которых, устанавливаются ГОСТ 8.417.

ОБЛОЖКА, ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ И ЛИСТ ЗАДАНИЯ

Обложка служит для предохранения ПЗ и титульного листа от загрязнения и повреждений.

Обложку следует выполнять из прозрачного материала, чтобы просматривался титульный лист с данными ПЗ.

Титульный лист является первым листом ПЗ и выполняется на листах того же формата, что и сам документ.

Бумажную форму студент получает от руководителя КП в печатном или в электронном варианте (распечатывает самостоятельно).

СОДЕРЖАНИЕ

Содержание приводится в начале ПЗ и включает заголовки всех структурных частей ПЗ («Введение», «Заключение», «Список использованных источников», «Приложение…»), наименование и номера разделов и подразделов с указанием номеров страниц, на которых размещается их начало.

ФОРМУЛЫ

В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные национальными стандартами. Пояснение символов, входящих в формулу, единицы их измерения, принятые для данных условий расчета числовые значения (со ссылкой на источник) должны быть приведены непосредственно под формулой. Значение каждого символа дают с новой строки в той последовательности, в какой они приведены в формуле. Первая строка расшифровки должна начинаться со слова «где» *без двоеточия* после него.

Каждой формуле, как правило, должен предшествовать текст, поясняющий рассчитываемый параметр, например площадь круга

$$A = \pi \cdot R^2 ,$$

где R – радиус круга, мм.

При компьютерном наборе ПЗ предпочтительно использование редактора формул.

Допускается формулы в ПЗ полностью вписывать от руки (черной тушью или черными чернилами) четко, без примеси частично набранных на компьютере символов.

Уравнения и формулы следует выделять *из текста* оставлением выше и ниже каждой формулы не менее одной свободной строки. Если подряд идет несколько формул, между ними вставлять свободные строки *не нужно*.

При подстановке численных значений величин, входящих в формулу, числа необходимо располагать в том же порядке, в каком располагаются величины. Вслед за подстановкой численных значений величин следует писать окончательный результат вычислений с указанием единиц измерения. *Промежуточные вычислительные операции, сокращения и преобразования указывать не допускается*.

Если формула не умещается в одну строку, она должна быть перенесена после знака равенства (=) или после знаков (+), минус (–), умножения (×) и деления (:) с повторением этих знаков на следующей строке. При этом в формулах, записываемых в виде дроби, обязателен перенос и числителя, и знаменателя, кроме случаев, когда при записи формулы в строку они разделены косой чертой.

Полку знака радикала и черту дроби переносят с использованием стрелки по типу:

$$a_w = K_a (u+1) \sqrt[3]{\frac{10^3 T_2 K_{H\beta}}{u^2 \psi_a [\sigma_H]^2 \cdot}} = 49{,}5\,(4+1)\,\sqrt[3]{\frac{10_3 \cdot 156 \times}{4^2 \cdot 0{,}5 \times}} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{\times 1{,}08}{\times 496^2} = 175 \text{ мм} \quad \text{или} \quad a_w = K_a (u+1) \sqrt[3]{10^3 T_2 K_{H\beta} / \psi_a \times} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{}{\times u^2 [\sigma_H]^2} = \ldots$$

В тексте перед формулами и после них знаки препинания следует ставить в соответствии с правилами пунктуации, считая, что формула не нарушает синтаксического строя фразы. Группу формул разделяют запятыми или точкой с запятой.

Формулы, на которые в ПЗ имеются ссылки, *нумеруют* арабскими цифрами *в пределах раздела*.

Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках. *Номер формулы* состоит из номера раздела и порядкового номера формулы в разделе, разделенных точкой. Номер указывают *у правого края страницы* на уровне формулы в круглых скобках, например:

(4.2) (вторая формула четвертого раздела).

При записи формулы в несколько строк (в случае переноса) ее номер указывают на уровне последней строки. Систему формул, образующих несколько строк, нумеруют одним номером, который указывают на уровне средней строки.

Ссылки на формулы указывают порядковым номером формулы в круглых скобках, например: «Из формул (8.25) и (8.26) находим…» или «По формуле (3.7)[1]».

---

[1] Сергеев А.Г., Терегеря В.В. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. М., 2011. С. 134. (приведен пример сноски)

ТАБЛИЦЫ

Для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблиц в соответствии с рисунком 1. Оформление таблиц в тексте должно соответствовать требованиям ГОСТ 7.32–2001.

Рисунок 1 - Структура таблицы

Если таблица заимствована или рассчитана по данным статистического или литературного источника, необходимо делать ссылку на первоисточник (по правилам цитирования).

Таблицу, в зависимости от размера, помещают под текстом, в котором впервые дана на нее ссылка, или на следующей странице, а при необходимости, в приложении. Таблицу располагают так, чтобы ее можно было читать без поворота ПЗ или с поворотом по часовой стрелке.

Таблица должна иметь наименование, которое следует выполнять строчными буквами (кроме первой прописной) и помещать над таблицей. Наименование должно быть кратким, точным и полностью отражать содержание таблицы. Наименование таблицы не подчеркивают, в конце точку не ставят.

Пример:

Таблица 1 – Показатели эффективности

Наименование показателя	Год			Примечания
	2014	2015	2016	

Таблицы нумеруют последовательно арабскими цифрами *в пределах раздела*. Слово «Таблица», ее номер (без знака №) помещают над таблицей слева *без абзацного отступа* на одной строке с наименованием (рисунок 1). Номер таблицы и ее наименование разделяют тире в соответствии с примерами, приведенными в настоящих методических рекомендациях.

При переносе части таблицы на другой лист (страницу) слово «Таблица» и ее номер указывают один раз над первой частью таблицы, над другими частями на следующем листе слева пишут слова «Продолжение таблицы» или «Окончание таблицы» с указанием номера таблицы, например:

«Продолжение таблицы 2.2».

Номер таблицы должен состоять из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой, например: «Таблица 6.1» (первая таблица шестого раздела).

Если в ПЗ одна таблица, то она должна быть обозначена «Таблица 1».

На все таблицы, приведенные в ПЗ, должны быть ссылки в тексте. При ссылке слово «таблица» писать полностью с указанием ее номера, например: «Результаты расчетов приведены в таблице 5.6».

На таблицы, следующие за заголовками подразделов и пунктов, допускается давать ссылки в конце этих заголовков, например:

«4.2.2 Техническая характеристика станка (таблица 4.2)»

В этом случае наименование таблицы опускается.

Заголовки граф должны начинаться с прописных букв, под- заголовки - со строчных, если они составляют одно предложение с заголовком, и с прописных, если они самостоятельные. В конце заголовков и подзаголовков точки не ставят. Заголовки и подзаголовки граф указывают в единственном числе.

Для сокращения текста заголовков и подзаголовков граф отдельные понятия заменяют буквенными обозначениями, установленными ГОСТ 2.321, или другими обозначениями, если они пояснены в тексте или приведены на иллюстрациях.

Показатели с одним и тем же буквенным обозначением группируют последовательно в порядке возрастания индексов, например: h, h_1, h_2 и т.д.

Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф *диагональными линиями не допускается*. Горизонтальные и вертикальные линии, разграничивающие строки таблицы, допускается не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей.

Таблицы слева, справа и снизу, как правило, ограничивают линиями.

Графу «№ п.п.» в таблицу включать не допускается. При необходимости нумерации показателей, параметров и др. порядковые номера указывают в боковике таблицы перед их наименованием. Для облегчения ссылок допускается нумерация граф таблицы.

Таблицу *с большим количеством строк* можно переносить на другой лист (страницу) или размещать рядом на той же странице. При размещении части таблицы *рядом* головку таблицы повторяют по примеру таблицы 6.1 настоящих методических рекомендаций.

Таблица 6.1 – Диаметры шкивов

Расчетный диаметр d	Допустимое отклонение	Расчетный диаметр d	Допустимое отклонение
50 63 80	± 1	560 630 710	± 4
....	....	800	
		900	

Таблицы *с большим количеством граф* допускается делить на части и помещать *одну под другой* в пределах одной страницы с повторением боковика. Части таблицы в обоих случаях разделяют двойной или утолщенной линией.

Примечание - Здесь и далее по тексту таблицы приведены условно, для иллюстрации соответствующих требований методических рекомендаций.

Таблица 6.2 — Шайбы пружинные

В миллиметрах

Номинальный диаметр резьбы крепежной детали	Внутренний диаметр d шайбы	Размеры S и b шайбы			
		легкой		нормальной	тяжелой
		S	b	$S = b$	$S = b$
1	2	3	4	5	6
5	5,1	1,2	1,6	1,4	1,6
6	6,1	1,4	2,0	1,6	2,0
8	8,1	1,6	2,5	2,0	2,5

Окончание таблицы 6.2

В миллиметрах

1	2	3	4	5	6
10	10,1	2,0	3,0	2,5	3,0
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
30	30,5	6,0	9,0	8,0	9,0
36	36,5	—	—	9,0	10
42	42,5	—	—	10	12
48	48,5	—	—	12	—

При делении таблицы на части и размещении ее более чем на одном листе (странице) допускается в первой части нумеровать графы (колонки) арабскими цифрами, а в последующих частях указывать только номера граф.

При переносе таблицы на следующую страницу в первой части таблицы нижнюю горизонтальную ограничивающую линию не проводят. Пример - таблица 6.2 методических рекомендаций.

Если числовые величины в графах таблицы имеют разные единицы измерения, их указывают в заголовке каждой графы.

Если все показатели, приведенные в строке, имеют одну единицу измерения, ее указывают в соответствующей строке боковика таблицы.

Если все величины, помещенные в таблице, выражены в одних и тех же единицах физической величины, то ее наименование необходимо помещать над таблицей справа, а при делении таблицы на части - над каждой ее частью. Пример - таблицы 6.1 и 6.2.

Таблица 6.3 — Кольца опорные

Размеры в миллиметрах

Уплотняемые диаметры		H	h	h_1	b	r	Масса 100 шт., кг
плунжера (штока) d	цилиндра D						
25	40	7,5	3,9	1,5	3	2	0,422
25	45	11	5,7	2	4	2,5	0,450
28	(48)						0,953
(30)	50						1,003
35	55						1,129
Примечание — Размеры, заключенные в скобках, применять не рекомендуется.							

Если в большинстве граф таблицы приведены показатели, выраженные в одних и тех же единицах измерения (например, в миллиметрах, вольтах), но имеются графы с показателями, выраженными в других единицах измерения, то над таблицей следует писать наименование преобладающего показателя и наименование его физической величины, например, «Размеры в миллиметрах» «Напряжение в вольтах», а в заголовках остальных граф приводить наименование показателей и (или) обозначения других единиц измерения в соответствии с приведенной в настоящих методических рекомендациях таблицей 6.3.

Повторяющийся в графе текст, состоящий из одного слова, допускается заменять кавычками. Если повторяющийся текст состоит из двух и более слов, то при первом повторении его заменяют словами

«То же», а далее - кавычками.

При наличии горизонтальных линий текст необходимо повторить.

Не допускается ставить кавычки вместо повторяющихся цифр, марок материалов, знаков математических и химических символов.

Если какие-либо данные в таблице не приводят, то в графе ставят прочерк.

Числовые значения величин, одинаковые для нескольких строк, допускается указывать один раз (см. таблицы 6.1 и 6.3).

Если наименование параметра в боковике таблицы записывается в несколько строк, то сведения о параметре (единица измерения, числовое значение и др.) записывают в графах *на уровне последней строки*.

Таблица 6.4 — Пленка полиэтиленовая

Наименование показателя	Значение	Метод испытания
1 Внешний вид полиэтиленовой пленки	Гладкая, однородная, с равнообрезанными краями	По 5.2
2 Разрушающее напряжение при растяжении, МПа	12,8	По ГОСТ 14236

Значение показателя, приведенное в виде текста, записывают *на уровне первой строки* наименования показателя (пример - таблица 6.4).

Если необходимы поясняющие или справочные данные *к содержанию таблицы*, то эти сведения в виде примечаний приводят в таблице (см., например, таблицу 6.3).

ИЛЛЮСТРАЦИИ

Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Иллюстрации должны быть выполнены в соответствии с требованиями стандартов ГОСТ 7.32–2001, ЕСКД и СПДС. Способ исполнения иллюстраций (компьютерная графика, карандашом и др.) согласуется с руководителем проектирования.

Иллюстрации должны быть расположены так, чтобы их было удобно рассматривать без поворота ПЗ или с поворотом по часовой стрелке. Иллюстрации располагают после первой ссылки на них.

Иллюстрации должны иметь наименование и, при необходимости, пояснительные данные (номера позиций и название составных частей изделия или схемы). Пояснительные данные помещают под наименованием рисунка.

Иллюстрации обозначают словом «Рисунок» и нумеруют последовательно арабскими цифрами *в пределах раздела*. Номер иллюстрации должен состоять из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой, например: «Рисунок 3.2» (второй рисунок третьего раздела). Номер иллюстрации и ее наименование разделяют тире, в соответствии с примерами, приведенными в настоящем стандарте.

На все иллюстрации, приведенные в ПЗ, должны быть ссылки в тексте, например: «Расчетная схема приведена на рисунке 2.3» или «Винтовое устройство (рисунок 13.4, б) работает аналогично».

Допускается помещать ссылки в конце заголовков пунктов и подпунктов, например:

«2.7.4 Силы в зацеплении (рисунок 2.2)».

Все рисунки в тексте должны иметь ссылку на источник заимствования. Если иллюстрация выполнена самостоятельно, необходимо сделать ссылку о том, что рисунок выполнен автором.

НУМЕРАЦИЯ

Страницы ПЗ нумеруют арабскими цифрами.

Титульный лист, который является *первой страницей*, включают в общую нумерацию страниц ПЗ. На титульном листе номер не ставят, на последующих страницах номер проставляют в правом нижнем углу.

Иллюстрации (чертежи, фотографии, схемы, графики) и таблицы, которые расположены на отдельных страницах, включают в общую нумерацию ПЗ. Таблицу, рисунок или чертеж, размеры которых больше формата А4, учитывают как одну страницу и помещают в конце ПЗ после «Заключения».

Разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах всего ПЗ и обозначаться арабскими цифрами без точки. Части ПЗ такие как «ВВЕДЕНИЕ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ» и «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ» *не нумеруются*.

Подразделы нумеруются арабскими цифрами в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и подраздела, разделенных точкой, в конце номера подраздела точка не ставится, например:

«2.3» (третий подраздел второго раздела).

Пункты нумеруют арабскими цифрами в пределах каждого подраздела. Номер пункта состоит из номеров раздела, подраздела, пункта, разделенных точками, в конце номера пункта точка не ставится, например: «1.2.12» (двенадцатый пункт второго подраздела первого раздела).

Если раздел или подраздел состоит из одного пункта, он также нумеруется. Если текст документа подразделяется только на пункты, они нумеруются порядковыми номерами в пределах документа.

Пункты при необходимости могут быть разбиты на *подпункты*, которые должны иметь порядковую нумерацию в пределах каждого пункта, например: «1.2.2.1, 1.2.2.2» и т. д.

Внутри пунктов и подпунктов могут быть приведены *перечисления.* Перед каждым перечислением следует ставить короткое тире (пример - 3.4) или общепринятый символ - при компьютерном наборе (пример - 6.1.1).

При необходимости ссылки в тексте на одно из перечислений перед ними следует ставить строчную букву, после которой ставится скобка.

Перечисления могут содержать незаконченные и законченные фразы.

Незаконченные фразы пишутся со строчных букв, в конце строки ставится точка с запятой, а в конце перечисления - точка. Пример - 6.1.17.

Когда части перечисления представляют собой законченные фразы, они пишутся с абзацными отступами, начинаясь с прописных букв, отделяясь друг от друга точкой. Пример - 6.9.17.

Пример

а) ...;

б) ...;

1) ...;

2) ...;

в) ...

Для дальнейшей детализации перечисления необходимо использовать арабские цифры со скобкой, как показано в примере.

В КП допускается *сквозная нумерация* иллюстраций, таблиц и формул в пределах всей ПЗ.

Примечания, в которых приводят необходимые поясняющие или справочные данные к содержанию текста или иллюстраций, следует помещать непосредственно после текстового или графического материала, к которым относятся эти примечания.

Если примечание одно, то после слова «Примечание» ставят тире и примечание пишется с прописной буквы. Одно примечание не нумеруется. При наличии нескольких примечаний слово «Примечания» пишут в отдельной строке с разрядкой (без тире и двоеточия после него), а примечания нумеруют по порядку арабскими цифрами.

Примечание к таблице оформляют по тем же правилам и помещают в конце таблицы над линией, обозначающей ее окончание в соответствии с примером в таблице 6.3.

ССЫЛКИ И ЦИТАТЫ

В ПЗ обязательно оформление цитат и ссылок на использованные при выполнении КП источники - законы, нормативные документы, книги, интернет-ресурсы, технические документы, периодические издания и т.п.

Библиографическая ссылка – это совокупность библиографических сведений о цитируемом, рассматриваемом или упоминаемом документе, необходимая и достаточная для его идентификации и поиска.

Ссылки в ПЗ на использованные источники, следует оформлять как *подстрочные библиографические ссылки* по ГОСТ Р 7.0.5-2008.

Подстрочная библиографическая ссылка оформляется как сноска (примечание, вынесенное из текста документа вниз страницы и отделенное от него чертой). Сноска может содержать (но не обязательно) все элементы, которые должны быть в описании источника в списке использованных источников.

Высота символов в сноске – 8-10 петит, междустрочный промежуток – множитель 1,15.

Сноски нумеруются арабскими цифрами в пределах страницы. На одной странице следует размещать, по возможности, не более пяти сносок.

Правила оформления сносок (подстрочных библиографических ссылок) предусматривают ряд упрощений, по сравнению с оформлением полной ссылки для списка источников:

- допускается предписанный знак точку и тире, разделяющие области библиографического описания, заменять точкой;

- при оформлении ссылки на источники под заголовком запись может содержать фамилию одного, двух или трех авторов, причем в сведениях об ответственности их дублировать не нужно;

- можно сокращать слова и словосочетания во всех областях ссылки согласно ГОСТ Р 7.0.12 за исключением основного заглавия;

- можно применять сокращения для места издания согласно ГОСТ Р 7.0.12. Это названия городов (даны в скобках): Москва (М.), Ленинград (Л.), Санкт-Петербург (СПб.), Ростов на Дону (Ростов н/Д.);

- в области физической характеристики следует указывать либо общий объем документа, либо сведения о местоположении объекта ссылки в документе.

Примеры применения сносок:

Расчет … проводим по критерию максимальных касательных напряжений[1].

Методика расчета толстостенных цилиндров изложена[2]

Механические свойства и химический состав серого чугуна[3] СЧ 18–36 приведены в таблицах…

---

[1] Дарков, А. В., Шпиро Г. С. Сопротивление материалов : учеб. для студентов втузов. М., 2014. С. 358.

[2] Там же С. 596.

[3] ГОСТ 1412-85. Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки // Техэксперт. [Электрон. ресурс] . URL: http://docs.cntd.ru

Если ссылка на один источник встречается в ПЗ не один раз, то при последующих обращениях оформляется *повторная ссылка*, для которой применяется упрощенное оформление согласно требованиям ГОСТ 7.0.5:

- при записи подряд нескольких библиографических ссылок на один документ в повторной ссылке приводят слова «Там же» (см. пример в 8.5);

- в повторных ссылках только на одну работу данного автора (авторов) основное заглавие и следующие за ним повторяющиеся элементы опускают или заменяют словами «Указ. соч.» (см. пример[1]).

При ссылках на интернет-ресурсы допускается, при наличии в тексте сведений, идентифицирующих электронный ресурс удаленного доступа, в подстрочной ссылке указывать только его электронный адрес.

Пример: …на сайте Росстандарта[2]…

При ссылках *на национальные и межгосударственные стандарты* допускается указывать только обозначение документа без указания наименования, например: «ГОСТ Р 8.563», «ГОСТ 32594», при условии, что полное их описание есть в списке источников.

Ссылаться следует на источник в целом или на его разделы и приложения. Ссылки на подразделы и пункты не допускаются.

При составлении обзоров источников ссылки делаются на источник в целом.

Примеры ссылок на источники в целом:

…в работе П. С. Нартова[3]

… Ряд авторов, в т. ч., А. А. Маталин[4], В. С. Корсаков[5] считают, что ...

---

[1] Дарков, А. В., Шпиро Г. С. Указ. соч. С. 242.

[2] URL: http://www.gost.ru.

[3] Нартов П. С. Проектирование и расчет лесохозяйственных машин : учеб. пособие. Воронеж, 1980. 192 с.

[4] Маталин А.А. Технология машиностроения : учеб. Л. 1985. 496 с.

[5] Основы технологии машиностроения / Под ред. В.С. Корсакова. М. 1977. 416 с.

При выборе конкретных значений расчетных величин следует ссылаться на таблицы, иллюстрации (графики) или страницы цитируемого источника.

Примеры ссылок на конкретную информацию:

Расчет шпильки на прочность проводим по методике[1], раздел 3. Определяем допуски на размеры отливки по таблице Е.2, приложение Е2.

Принимаем модуль m_n = 2,5 мм[3].

При ссылке на *структурную часть текста* ПЗ, имеющую нумерацию из цифр, не разделенных точкой, следует указывать наименование этой части полностью, например: «В соответствии с нормами (см. раздел 3)…», а при нумерации из цифр, разделенных точкой, на- именование структурной части не указывают, например: «По 4.10…»,

«…в соответствии с 4.2.2, перечисление *а* ».

Приведенные в ПЗ определения, фрагменты документов, общеизвестные сведения и т. п. должны в обязательном порядке оформляться как цитаты.

В обязательном порядке при цитировании необходимо приводить *подстрочные библиографические ссылки* на источники.

Цитата должна быть заключена в кавычки и приведена без изменений авторской грамматической формы.

Цитату необходимо приводить полностью. Недопустимы произвольные сокращения и искажения мыслей автора. Если возможно пропустить отдельные слова, предложения и абзацы без изменения смысла цитируемого текста, то такие пропуски необходимо заменить многоточиями.

---

[1] ГОСТ 26303-84. Сосуды и аппараты высокого давления. Шпильки. Методы расчета на прочность (с Изменением № 1) // Техэксперт. [Электрон. ресурс] . URL: http://docs.cntd.ru.

[2] Шубин А. А. Разработка маршрутных технологических процессов обработки заготовок резанием. Петрозаводск. 2011.

[3] Детали машин и основы конструирования : учеб. пособие / М. Н. Ерохин [и др.] ; под ред. М. Н. Ерохина. Москва. 2008. С 62.

Примеры использования цитат в ПЗ:

«Редуктор (механический) - механизм, передающий и преобразующий крутящий момент, с одной или более механическими передачами».[1]

При разработке системы менеджмента качества «организация должна применять подходящие способы идентификации выходов в тех случаях, когда необходимо обеспечить соответствие продукции и услуг»[2]

---

[1] Редуктор (механический) // Википедия. [Электрон. ресурс] URL: https://ru.wikipedia.org (20.04.2016)

[2] ГОСТ Р ИСО 9001-2015.

Допускается применение для указания ссылок в тексте в квадратных скобках (например, [1]).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Список должен содержать перечень источников, использованных при выполнении проекта. *На все источники должны быть ссылки в ПЗ.*

Список использованных источников следует составлять в следующем порядке:

- нормативно-правовые документы;

- научная и учебная литература;

- электронные ресурсы.

В начале списка приводятся правовые документы в соответствии с рангом (международные, национальные, региональные, документы предприятия), затем нормативные документы по тому же принципу.

Научная и учебная литература, электронные ресурсы приводятся в алфавитном порядке.

Произведения одного автора располагают в хронологическом порядке в зависимости от года издания. Иностранные источники помещают по алфавиту после перечня всех материалов на русском языке.

Каждая библиографическая запись в списке получает порядковый номер и начинается с красной строки.

Схема библиографического описания *источника в целом* (например, книги) показывает поля, которые в общем случае подлежат заполнению, и, разделяющие их знаки препинания (включая пробелы):

Заголовок (Фамилия И.О. автора). Заглавие (Название источника): сведения, относящиеся к заглавию / сведения об ответственности. — Сведения о повторности издания. — [Специфические сведения (для документов, размещенных на специфических носителях)]. — Место издания : Издательство, дата издания (год). — (Том. — Количество страниц : ил.). — (Название серии). — Примечания (наличие библиографии и др.).

В поле *заголовка* указывается фамилия первого автора с инициалами. Инициалы пишутся *после* фамилии, при этом между самими инициалами пробел не ставят. Если издание идет под заглавием, это поле отсутствует.

Область заглавия состоит из нескольких полей, разделенных знаками препинания.

Основное заглавие (название источника) пишут с прописной буквы. Оно может состоять из нескольких предложений. Точку в конце заглавия не ставят.

Сведения, относящиеся к заглавию, приводят после двоеточия. Они раскрывают назначение документа и дополняют основное заглавие.

В *сведениях об ответственности* содержится информация об авторах, в т. ч. о составителях, редакторах, переводчиках и т. п. Эта информация помещаются после символа / . В этом поле инициалы авторов и других ответственных лиц пишут *перед* фамилией.

В *сведениях о повторности издания* содержится информация об изменениях и особенностях данного издания по отношению к предыдущему изданию.

Область *специфических сведений* применяется для описания документов на специфических носителях (электронные ресурсы, карты, ноты и т.п.). Обозначение приводят сразу после основного заглавия с прописной буквы в квадратных скобках.

В области выходных данных указывают место издания, издательство и дату издания.

Место издания указывают после тире. Согласно требованиям ГОСТ Р 7.0.12 в библиографической записи (списке источников) все названия городов России приводятся без сокращений (см. примеры в приложении Ж).

Если указано несколько мест издания, приводят название, указанное первым. Опущенные сведения отмечают сокращением [и др.].

Наименование издательства приводят в краткой форме, обеспечивающей его понимание и идентификацию, помещают в описании после указания места издания и отделяют от него двоеточием.

В качестве *даты издания* приводят год публикации документа, являющегося объектом описания. Год указывают арабскими цифрами, ему предшествует запятая.

Примеры:

…—Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2005.

…—Санкт-Петербург : Питер, 2010.

…—Москва [и др.] : Высш. шк., 2015.

В области *физической характеристики* может быть указан тип носителя (том или выпуск), объем информации, для статей в сборниках могут быть указаны страницы. Область количественной характеристики указывают после короткого тире.

Указание типа носителя является обязательным в случае использования электронных носителей, например: «…— 1 электрон. опт. диск (CD-I)…».

Том или выпуск указываются для многотомных изданий. Указание объема информации (количества страниц и иллюстраций) является обязательным для текстовых печатных изданий (книг, брошюр).

Указание страниц доступа является обязательным для ссылок на статьи в сборниках и периодических изданиях.

Область содержит сведения о *серии*, которые, как правило, приводятся на обложке.

Область *примечания* содержит дополнительную информацию об объекте описания. Каждому примечанию предшествуют знаки «точка» и «тире», либо примечание начинают с новой строки.

Для многотомных изданий и журнальных статей применя- ется двухступенчатое описание источника: сначала идет область сведений о составной части документа, затем следует область сведений о документе, в который помещена составная часть. Области разделяются знаком // (двойной слэш).

Схема библиографического описания *составной части источника* показывает поля, которые в общем случае подлежат заполнению, и, разделяющие их знаки препинания (включая пробелы):

I. Сведения о составной части документа

Заголовок. Заглавие : сведения, относящиеся к заглавию / сведе- ния об ответственности //

II. Сведения о документе, в котором помещена составная часть Заголовок. Заглавие : сведения, относящиеся к заглавию / сведения об ответственности. — Место издания (для книг), год издания. — Номер, Том, выпуск (для периодических и продолжающихся изданий).

— Страницы, на которых помещена составная часть.—Примечания.

Правила заполнения полей практически идентичны тем, которые приведены в 9.8, 9.9, 9.12. 9.13, 9.15.

Для электронных ресурсов применяется свой вариант библиографического описания.

Схема описания *электронных ресурсов*:

Заголовок электронного документа. Заглавие [Общее обозначение материала] : сведения, относящиеся к заглавию / сведения об ответственности. - Обозначение вида ресурса (вид эл. ресурса). - Место издания: Имя издателя, дата издания.-Область примечаний.

Основные правила составления библиографического описания электронного ресурса:

Описание составляется на том языке и в той графике, из которых приведены данные в ресурсе.

Сведения, приведенные не из предписанного для данной области источника или сформулированные на основе анализа электронного ресурса, заключают в квадратные скобки.

Особенность описания электронного ресурса в том, что на сайте необходимо самостоятельно найти информацию, необходимую для заполнения полей.

Источники информации:

- титульный экран;

- основное меню;

- сведения о программе;

- любые четко выделенные идентифицирующие сведения.

Заголовок электронного ресурса содержит данные об авторе с экрана.

Область заглавия электронного ресурса заполняют с экрана по правилам, изложенным выше.

Отличия описания заглавия электронного ресурса:

Сразу после *основного заглавия* в квадратных скобках приводят *общее обозначение материала*.

Например: [Электронный ресурс] или [Electronic resource]

В *сведениях об ответственности* электронного ресурса, кроме данных об авторах, могут быть указаны программисты, дизайнеры, организации, осуществляющие поддержку проекта и т.п.

Обозначение *вида ресурса* для электронных ресурсов включает обобщенную характеристику содержащихся в нем материалов, например:

Электрон. дан.; Электрон. журн.; Электрон. ст.;

В области выходных данных (см. 6.9.12) электронного ресурса приводятся *место издания*, *имя издателя* (если он есть) и *дата издания*.

Если в электронном ресурсе не указано *место создания*, но оно известно, его приводят в квадратных скобках, например: [Москва]

Если город установить не удается, указывается название области, штата, провинции или страны, например: [Россия]

Если в документе не указана *дата издания* (производства и т. п.), то вместо нее приводят дату присвоения авторского права или дату изготовления (без квадратных скобок) (см. на титульном экране © — знак авторского права), например:

cop. 1998

изгот. 1996

В описании электронных ресурсов очень важна *область примечаний*, т.к. примечания дополняют предшествующую часть описания и могут касаться любого аспекта физического оформления электронного ресурса и (или) его содержания. Примечания оформляются по правилам.

Обязательные примечания (должны приводиться первыми в области примечаний):

- для электронных ресурсов локального доступа - указание типа носителя и системных требований;

- для электронных ресурсов удаленного доступа - указание адреса в сети Интернет и режима доступа.

Остальные примечания приводятся в библиографической записи при необходимости.

Допускается в библиографическом описании вместо слов "Режим доступа" использовать для обозначения электронного адреса аббревиатуру "URL" (Uniform Resource Locator).

При ссылке на онлайновые базы данных, оснащенные системами поиска, приводится электронный адрес (URL) заглавной страницы базы. Полный электронный адрес документа приводить *не нужно*.

После электронного адреса и других примечаний в круглых скобках желательно привести сведения о *дате обращения* к электронному сетевому адресу. В круглых скобках указывают число, месяц и год. Например: (21.04.2015).

При ссылке на официальные и нормативные документы следует проверять актуальность документа по электронным справочным системам, можно использовать варианты с платным доступом и бесплатные.

Библиографическое описание официальных источников для текстовых учебных документов предпочтительно делать под заглавием. В сведения, относящиеся к заглавию следует включать дату принятия документа и сведения об изменениях.

Библиографическое описание нормативных документов предпочтительно делать под заголовком, содержащим числовой индекс обозначения документа.

В случае применения электронных ресурсов, работающих в локальной сети Севастопольского государственного университета (например, правовых систем), библиографическое описание следует делать как для ресурсов удаленного доступа.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Материал, дополняющий текст документа, допускается помещать в приложениях. Приложениями могут быть, например, графический материал, таблицы большого формата, расчеты, описания аппаратуры и приборов, описания алгоритмов и тексты компьютерных программ.

Приложения оформляют как продолжение ПЗ на последующих ее листах или выпускают в виде отдельного документа, располагая их в порядке появления ссылок в тексте.

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху справа полужирным шрифтом слова «Приложение» и его обозначения. Приложение должно иметь заголовок, который располагают по центру страницы, оформляют прописными буквами отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ъ, Ы. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность.

Если в ПЗ одно приложение, оно обозначается «Приложение А».

Текст каждого приложения при необходимости может быть разделен на подразделы и пункты, нумеруемые арабскими цифрами в пределах каждого приложения, перед ними ставится буква, обозначающая это приложение, например «В.3.2» (второй пункт третьего подраздела приложения В).

Например:

Таблица А 1 – это первая таблица в ПРИЛОЖЕНИИ А.

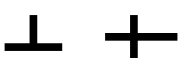
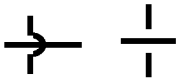
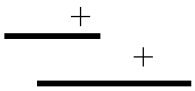
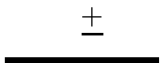
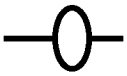
Рисунок В 4 – это четвёртый рисунок в ПРИЛОЖЕНИИ В.

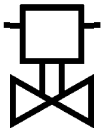
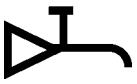
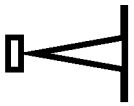
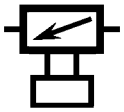
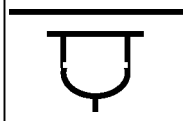
Рисунки, таблицы и формулы, помещаемые в приложении, нумеруют арабскими цифрами в пределах каждого приложения, например «Таблица

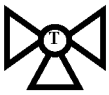
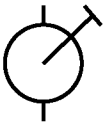
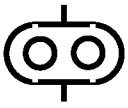
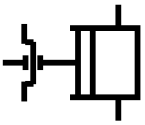
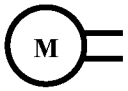
Приложение Б

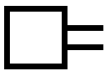
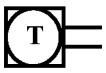
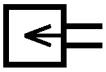
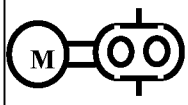
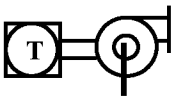
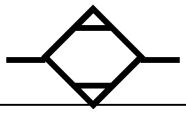
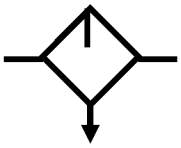
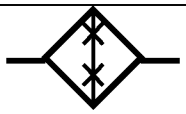
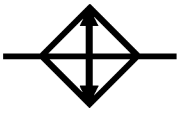
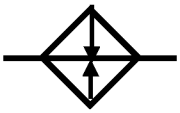
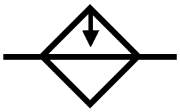
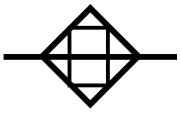
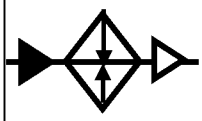
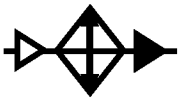
Таблица Б.1

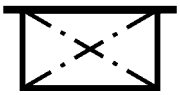
Условные обозначения механизмов, оборудования, трубопроводов и арматуры на чертежах и схемах

Обозначения	Наименования	Обозначения	Наименования
Общие элементы систем			
	Соединения трубопроводов		Перекрещивание трубопроводов (без соединения)
	Трубопровод с вертикальным ответвлением. Ответвление идет вверх		Трубопровод с вертикальным ответвлением. Ответвление идет вниз
	Трубопровод с вертикальным ответвлением. Ответвлением идет вверх и вниз		Трубопровод гибкий, рукав
	Поток воздуха (газа) в одном направлении		Поток воздуха (газа) в обоих направлениях
	Поток жидкости в одном направлении		Поток жидкости в обоих направлениях
	Шайба дроссельная, диафрагма		Компенсатор
	Компенсатор линзовый		Компенсатор сильфонный
	Клапан запорный проходной		Клапан невозвратно-запорный проходной
	Клапан запорный угловой		Клапан невозвратный проходной
	Клапан пожарный угловой для присоединения одного шланга		Клапан невозвратный угловой
	Клапан невозвратно-запорный угловой с дистанционным управлением		Клапан невозвратно-запорный угловой
	Клапан запорный с дистанционным управлением		Клапан предохранительный угловой
	Клапан невозвратно-запорный проходной с дистанционным управлением		Клапан регулирующий

	Клапан редукционный		Клапан дроссельный
	Клапан запорный быстродействующий		Клапан запорный быстродействующий с электромагнитным приводом
	Клапан манометрический		ЭПР (электропневмораспределитель)
	Коробка трехклапанная запорная		Коробка трехклапанная невозвратно запорная
	Клапан терморегулирующий		Водоразборный клапан
	Клапан быстродействующий на открытие		Клапан быстродействующий на закрытие
	Клапан самозапорный		Клапан перепускной с электроприводом
	Задвижка клинкетная		Клапан перепускной пружинный
	Заслонка плотная жидкостная		Захлопка с принудительным закрытием
	Захлопка без принудительного закрытия		Захлопка водо-газонепроницаемая (вентиляционная)
	Кингстон приемный с дистанционным управлением		Затвор поворотный с приводом
	Кингстон отливной		Кингстон приемный
	Втулка палубная валикового привода		Втулка палубная
	Сетка приемная с клапаном		Сетка приемная без клапана

	Труба дырчатая		Колодец сточный с решеткой
	Кран проходной		Распылитель
	Кран трехходовой с Т-образной пробкой		Кран трехходовой
	Головка водогазонепроницаемая грибовидная		Кран трехходовой с L-образной пробкой
	Захлопка водо-газонепроницаемая с приводом		Крышка водогазонепроницаемая
	Крышка водогазонепроницаемая с приводом		Головка грибовидная с приводом
	Головка с защитной сеткой на воздушную трубу		Головка с поплавковым затвором на воздушную трубу
	Расходомер с ротационным принципом		Прибор контрольно-измерительный пружинного типа
Насосы и приводы			
	Насос ручной		Вентилятор центробежный
	Насос винтовой		Насос шестеренный
	Насос центробежный		Насос поршневой
	Насос пароструйный (эжектор, инжектор)		Насос водоструйный (эжектор, инжектор)
	Насос нерегулируемый с постоянной подачей и направлением движения потока		Компрессор
	Привод ручной дистанционный валиковый		Привод от электродвигателя

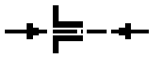
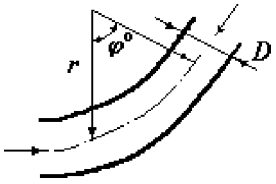
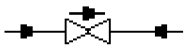
	Привод электромагнитный		Привод от теплового двигателя (турбина, ДВС)
	Привод гидравлический или пневматический		Пиропатрон
	Насос (например, шестеренчатый) с приводом от электродвигателя		Турбовенти-лятор
Емкости, аппараты и оборудование			
	Отделитель воздуха (деаэратор)		Фильтр
	Осушитель воздуха (газа) химическим способом)		Отделитель влаги или масла с ручным спуском конденсата
	Влагоотделитель (маслоотделитель) с автоматическим спуском конденсата		Сепаратор (водомаслоотделитель)
	Конденсатоотводчик		Фильтр поглощающий
	Увлажнитель (воздух, пар)		Охолодник жидкости или воздуха
	Нагреватель жидкости или воздуха (подогреватель)		Аппарат обеззараживания воды
	Минерализатор		Аппарат магнитной обработки воды
	Аппарат газонасыщения воды (аэратор, , озонатор)		Кондиционер
	Испаритель		Конденсатор (например, пара)
	Аккумулятор гидравлический без указания принципа действия (компенсатор объема)		Аккумулятор пневмогидравлический (пневмоцистерна, цистерна орошения)

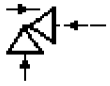
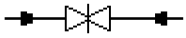
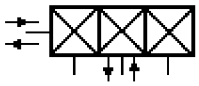
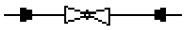
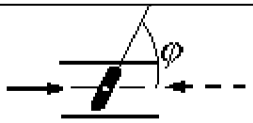
	Цистерна в составе корпуса судна		Цистерна съемная, закрытая, под атмосферным давлением

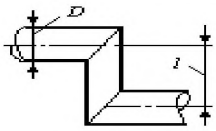
Приложение В

Таблица В.1

Коэффициент местных сопротивлений трубопроводов и арматуры

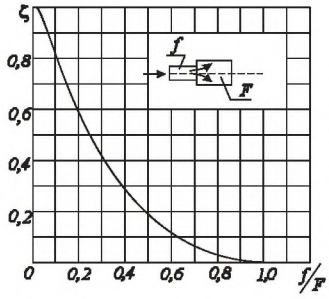
<table>
<tr><td rowspan="2">Схема сопротивления</td><td colspan="11">Коэффициент сопротивления ζ</td></tr>
<tr><td colspan="6">при течении слева</td><td colspan="5">при течении справа</td></tr>
<tr><td>  </td><td colspan="6">0,5
(при входе в трубопровод)</td><td colspan="5">1,0
(при выходе из трубопровода в цистерну, в отсек или за борт)</td></tr>
<tr><td colspan="12"></td></tr>
<tr><td></td><td>φ</td><td colspan="2">30</td><td colspan="2">60</td><td colspan="2">90</td><td colspan="5">120</td></tr>
<tr><td> </td><td>ζ</td><td colspan="2">0,07</td><td colspan="2">0,36</td><td colspan="2">0,98</td><td colspan="5">1,85</td></tr>
<tr><td colspan="12"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">  </td><td>D/r</td><td>0,2</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>0,8</td><td>1,0</td><td colspan="7"></td></tr>
<tr><td>k</td><td>0,13</td><td>0,14</td><td>0,16</td><td>0,20</td><td>0,29</td><td colspan="7"></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="11">$\zeta = k \cdot \varphi / 90$</td></tr>
<tr><td> </td><td colspan="10">1,0</td><td>0,5</td></tr>
<tr><td> </td><td colspan="10">0,15</td><td>0,05</td></tr>
<tr><td rowspan="2">  </td><td>D_y</td><td>50</td><td colspan="2">100</td><td colspan="2">200</td><td colspan="2">300</td><td colspan="3" rowspan="2">10</td></tr>
<tr><td>ζ</td><td>5</td><td colspan="2">5,4</td><td colspan="2">6,2</td><td colspan="2">7</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="10">Для невозвратных клапанов
добавить 1,0</td><td></td></tr>
<tr><td> </td><td colspan="11">1,8 – для гладких компенсаторов
2,1 – для сильфонных компенсаторов</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="3">  </td><td>D_y</td><td>50</td><td>10
0</td><td>20
0</td><td>30
0</td><td>40
0</td><td rowspan="3">8</td></tr>
<tr><td>ζ</td><td>3,3</td><td>4,1</td><td>5,3</td><td>6,2</td><td>6,7</td></tr>
<tr><td colspan="6">Для невозвратных клапанов
добавить 1,0</td></tr>
<tr><td colspan="8"></td></tr>
<tr><td>  </td><td colspan="7">0,4 – при клапане
0,3 – при клиновидной задвижке</td></tr>
<tr><td>  </td><td colspan="4">8,5</td><td colspan="3">4,5
Для невозвратных клапанов
добавить 1,0</td></tr>
<tr><td>  </td><td colspan="7">4,0 – при условном проходе 14
2,0 – при D_y 20 и больше</td></tr>
<tr><td colspan="8"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">  </td><td>φ</td><td>10</td><td>20</td><td>30</td><td>40</td><td>50</td><td>60</td><td>70</td><td>80</td></tr>
<tr><td>ζ</td><td>0,5</td><td>1,5</td><td>3,9</td><td>11</td><td>38</td><td>120</td><td>750</td><td></td></tr>
</table>

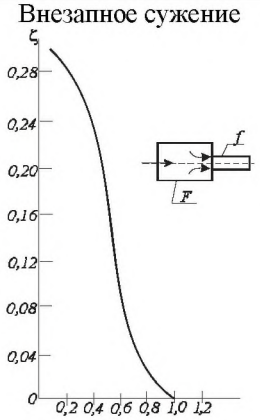


1/D	3	3-5	5-8	>8
ζ	1,8	1,5	1,3	1,0

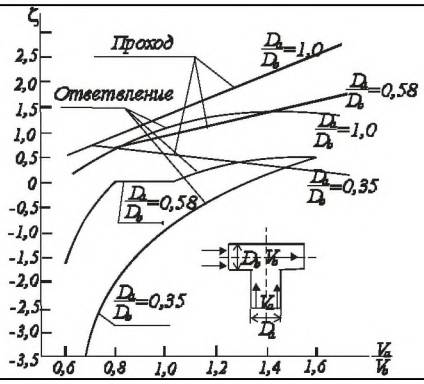
Внезапное расширение $\zeta = \left(1 - \frac{f}{F}\right)^2$



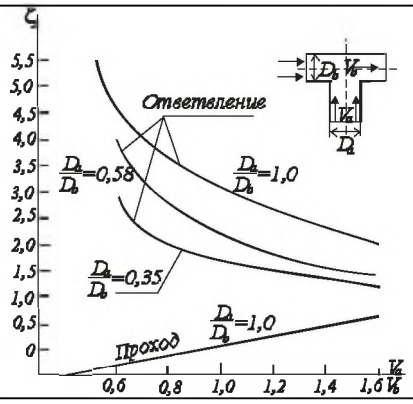
Внезапное сужение

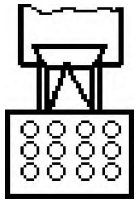


Тройник круглого сечения φ=90^0.
Всасывание



Тройник круглого сечения φ=90^0.
Нагнетание



Клапан невозвратный с сеткой 	Диаметр приемного трубопровода	40	70	100	150	200
	ζ	12	8,5	7,0	6,0	5,2

Диафрагма	D /d	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,5	3,0

	ζ	0	2,5	7,0	15	30	90	195

Приложение Д

Таблица Д.1

Характеристики огнетушащих средств

Тип средства	Средний расход, л/с		Количество произведенной пены, л	Среднее время работы, мин.	Количество заряда, л
	воды	пены			
1	2	3	4	5	6
Пожарный ствол (большой диаметр)	3,3	–	–	–	–
Пожарный ствол (малый диаметр)	2,8	–	–	–	–
Установка стационарная пенотушения типа СО	-	4,2	500	2,0	50,0
Установка стационарная пенотушения типа СО-Ш	-	37,5	4500	2,0	20,0
Установка стационарная пенотушения типа СО-IV	-	46	13500	5,0	136,0
Установка переносная пенотушения типа ВПС-2,5	3,6	41,6	5750	4,5	23,0
Установка переносная пенотушения типа ГВПП-100	0,92	100	38000	5,5	23,0
Установка переносная пенотушения типа ГВПП-200	1,90	200	70000	10,0	50,0
Установка переносная пенотушения типа ГВПП-600	5,80	600	–	–	–

Установка переносная пенотушения типа ВОМ-250	–	3,3	250	1,2	25,0
Огнетушитель передвижной типа ОВПМ-30	–	25	3000	2,0	30,0
Огнетушитель переносной типа ОВПМ-8	–	21,6	650	0,5	8,0
Огнетушитель переносной типа ОП-10	–	0,9	50	1,0	10,2 л
Огнетушитель переносной типа ОУ-5	–	–	–	1,0	3,5 кг
Огнетушитель переносной типа ОУ-2	–	–	–	0,5	1,5 кг

Приложение Е

Таблица Е.1

Основные технические характеристики водоструйных насосов

Обозначение	Подача, $м^3/ч$.	Вакуумметрическая высота всасывания, м	Напор на стороне нагнетания, м	Давление рабочей воды, МПа ($кгс/см^2$)	Расход рабочей воды, $м^3/ч$.
Стационарные насосы					
ВЭЖ 10/11	10	4	5	1,1 (11)	5
ВЭЖ 20/11	20	4	5	1,1 (11)	11
ВЭЖ 30/11	30	4	6	1,1 (11)	20
ВЭЖ 50/11	50	2	6	1,1 (11)	21
ВЭЖ 80/11	80	2	6	1,1 (11)	33
ВЭЖ 100/11	100	2	6	1,1 (11)	45
ВЭЖ 200/11	200	2	6	1,1 (11)	91
ВЭЖ 300/11	300	2	6	1,1 (11)	128
Переносные насосы					
ВЭЖ 20/11-П	20	4	5	1,1 (11)	11
ВЭЖ 30/11-П	30	4	6	1,1 (11)	20
ВЭЖ 50/11-П	50	2	6	1,1 (11)	21

Приложение Ж

Таблица Ж.1

Основные характеристики огнетушащих жидкостей

Обозначение	Состав	Плотность, кг/л	Относительная плотность пара по воздуху	Температура, ^0C		Огнетушащая концентрация μ_0, $г/м^3$
				кипение	замерзание	
Хладон 114 $В_2$	Тетрафтордибромэтан – 100%	2,13	8,97	47	-112	200
БФ-2	Бромистый этилен – 73%, тетрафтордибромэтан – 27%	1,65	5,16	38	-100	215
Состав 3,5	Бромистый этилен – 70%, углекислота – 30%	1,35	6,2	36	-70	260

Приложение 3

Таблица 3.1

Характеристики пеногенераторов эжекторного типа

Характеристики	ГВП-200	ГВП-100
Подача, л/с ($м^3$/мин)	180 (9)	75 (4,5)
Кратность пены не менее	80	80
Длина струи пены, м, не меньше	6	5,5
Продолжительность работы пеногенератора без заправки бака при давлении воды в пожарном рукаве 0,4 МПа (4 кгс/$см^2$), мин	5	5
Расчетное давление воды перед смесителем, МПа (кгс/$см^2$)	0,4 (4)	0,4 (4)
Расход пенообразователя ПО-1 в % к расходу воды	4-6	4-6
Вместимость бака, л	55	23,5
Общая масса генератора с пенообразователем, кг	84	38

Приложение К

Таблица К.1

Основные технические характеристики стационарных насосов

Марка	Подача, $м^3/ч$.	Давление нагнетания, МПа ($кгс/см^2$)	Высота всасывания, м	Частота вращения, об/мин	Мощность, кВт	Масса сухого агрегата, кг
1	2	3	4	5	6	7
Центробежные циркуляционные насосы						
ЦЦН-90а	90	0,30 (3,0)	5	2800	14,0	-
ЦЦН-90У	90	0,35 (3,5)	5	2910	13,6	-
ЦЦН-80	50	0,20 (2,0)	5	2600	6,0	-
ЦЦН-80а	50	0,30 (3,0)	5	2915	7,5	-
ЦЦН-65У	38	0,18 (1,8)	5	2600	3,8	-
Центробежные насосы общесудовых систем						
НЦВ-100/20	100	0,20 (2,0)	6	2880	8	79
НЦВ-100/30	100	0,30 (3,0)	6	2850	14	79
НЦВ-100/80	100	0,80 (8,0)	6	2990	42	136
НЦВ-100/100	100	1,00 (10)	6	2895	55	165
НЦВ-120/18	120	0,18 (1,8)	6	100	12	335
НЦВ-120/35	120	0,35 (3,5)	6	2900	25	264
НЦВ-160/30	160	0,30 (3,0)	2	1420	19	145
НЦВ-160/80	160	0,80 (8,0)	2	2895	55	190
НЦВ-250/30	250	0,30 (3,0)	2	1440	32	175
НЦВ-250/100	250	1,00 (10)	2	2925	130	220
НЦВ-350/20	350	0,20 (2,0)	2	2900	32	-
НЦВ-400/30	400	0,30 (3,0)	5	1440	55	299
НЦВ-630/30	630	0,30 (3,0)	6	1450	70	580
НЦВ-160/10	160	0,10 (1,0)	5	1430	7,5	335
НЦВ-315/10	315	0,10 (1,0)	5	1440	13	430

НЦВ-630/15	630	0,10 (1,0)	3	1450	34	905
Центробежные пожарные насосы						
ЭпжН-16	105	0,8 (8,0)	5	2940	55	-
НЦВ-160/80	160	0,8 (8,0)	3	2895	55	515
НЦВ-160/100	160	1,00 (10)	3	2895	73	550
НЦВ-220/100	220	1,00 (10)	3	2920	100	690
НЦВ-250/120	250	1,00 (10)	3	2925	135	735
Другие насосы						
ЭНН-1(РЗ-3а)	1,1	1,45 (14,5)	–	1500	1,6	105
ЭМН-3/3-1 (РЗ-4,5а)	3,3	0,3 (3)	–	1488	2,2	55
ЭМН-2/1-П (РЗ-30а)	16,5	0,36 (3,6)	–	942	5,2	168
ЭНпН-8м	38	0,28 (2,8)	–	990	10,5	1000
ЭНпН-60/20	60	0,2 (2,0)	–	1002	15,5	610
ЭНН-120/5	120	0,5 (5,0)	–	732	50	935
НШ-85-1	5,1	0,1 (1)	–	1500	1	65
НШ-160-8	9,8	0,8 (8)	–	1500	7	250
НШ-50	12,0	0,5 (5)	–	2498	4,5	275
ЭМН-4/150-1	4	15 (150)	–	300	4,2	525
ЭМН-2,7/100	2,8	10 (100)	–	2498	15	255
ЭМН-1,5/95 (НВВ-1,4А)	1,5	9,5 (95)	–	2850	8	173
НВВ-1,4м	2,1	10 (100)	–	2915	7,3	297
2НВВ-160	250	0,35 (3,5)	–	1500	55	1010
ЭМН-125	125	0,45 (4,5)	–	1928	42	730
ЭМН-5/1	90	0,4 (4)	–	1458	20	516
ЭМН-80/4-1 (ЕМН-5А)	80	0,4 (4)	–	1500	25	460
ЭМН-55/4 (НВ-1)	55	0,4 (4)	–	1500	14	675
ЭМН-55/4-1 (ЕМН-3)	50	0,4 (4)	–	1500	14	380
ВН-25	33,8	0,45 (4,5)	–	2890	7,3	110
ЭМНС-10/1	10	2,5 (25)	–	3000	14	240
ЭНВ-5,3	3,2	0,5 (5)	–	1452	1,1	76
ЭНН-0,4/20-1	0,4	2 (20)	–	2850	2,2	42

Приложение Л

Таблица Л.1

Допустимые скорости жидкостей в трубопроводах

Среда	Назначение трубопровода	Скорость, м/с
Вода пресная	Конденсатный приемный трубопровод	0,5-1,0 2,5-3,0 3,0-4,0
	Напорный конденсатный трубопровод Питательный трубопровод	1,5-2,0
	Трубопровод системы охлаждения приемный Трубопровод системы охлаждения напорный	2,0-2,5
	Трубопровод системы бытовой пресной воды приемный Трубопровод системы бытовой пресной воды напорный	1,0-1,5 2,0-2,5
Рассол	Рассолопровод системы кондиционирования воздуха	1,5-2,0
	Рассолопровод водопреснительной установки	2,0-2,5
Вода забортная	Приемный трубопровод насоса ниже ватерлинии	2,0-2,5
	Трубопровод напорный магистральныйТрубопровод (ответвление) к потребителю	2,5-3,0 4,0-7,0
Топливо и масло		0,5-0,7
	Трубопровод приемный после насоса без подогрева	1,0-1,2
	Трубопровод приемный после насоса с подогревом Перекачивающий трубопровод без подогрева	1,5-2,0
	Перекачивающий трубопровод с подогревом Масляный напорный трубопровод главного турбозубчатого агрегата	2,0-2,5
	Топливный трубопровод котла до подогревателя	2,0-2,5
	Топливный трубопровод котла после подогревателя	1,5-2,5 2,5-3,0

Приложение М

Таблица М.1

Основные технические характеристики переносных насосов

Марка насоса	По-дача, м	Напор, м	Высота всасывания, м	Глубина погружения, м	Длина х ширина х высота, мм	Мощность, кВт	Масса сухого агрегата, кг
Мотонасосы							
ВСА-100	100	20	5	-	1255х559х1062	-	287
ВСА-200	700	120	6	-	2500х 1080х 1130	-	2100
НОБ-220/8	220	18	5	-	1555×570х 1130	-	405
НОБ-70/7	70	18	5	-	930х530х785	-	180
Погружные электронасосы							
ВПЭН-1	40	15	6	10	250х250х760	3,55	90
ЭСН-16/I-II	40	15	6	10	260х260х600	3,55	68,5
ВПЭН-100/I-II	100	20	0	10	273х273х905	9,3	168
Водоструйные эжекторы							
ВСН-50	50	6	0	-	-	-	8,6
ВЭЖ-21	30	6	6	-	-	-	15
ВЭЖ-19	250	10	0	-	-	-	7,7
Пожарные насосы							
НПБ-40/7	30	38	5	-	910х520х766	-	155
МП-800	48	80	6	-	950х560х760	-	70
РПН-М	6	26,4	5	-	360х750х388	-	58