

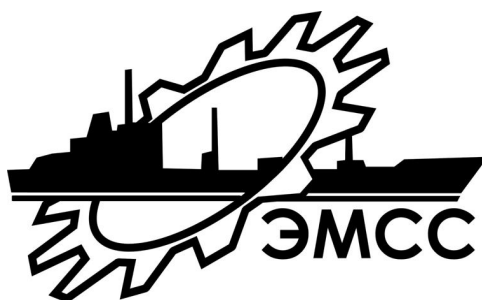
Министерство образования и науки Украины
Севастопольский национальный технический университет

**СОСТАВЛЕНИЕ
ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ СХЕМ СИСТЕМ
СУДОВЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению чертежей систем СЭУ
в курсовых проектах и работах
по дисциплинам «Судовая энергетика» и
«Эксплуатация СЭУ и безопасное несение
машинной вахты»

для студентов всех форм обучения
по направлению 6.070104 «Морской и речной транспорт»
специальности
«Эксплуатация судовых энергетических установок»



Севастополь
2010



УДК 629.12.03(078.8)

Составление принципиальных схем систем судовых дизельных установок. Методические указания по выполнению чертежей систем СЭУ для курсовых проектов и работ по дисциплинам «Судовая энергетика» и «Эксплуатация СЭУ и безопасное несение машинной вахты» для студентов всех форм обучения по направлению 6.070104 «Морской и речной транспорт» специальности «Эксплуатация судовых энергетических установок»/ Сост. Ю.А. Лисняк. –Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2010. –40 с.

Цель методических указаний: предоставить студентам, которые обучаются по направлению 6.070104 «Морской и речной транспорт», изложение основных руководящих материалов по комплектации и выполнению чертежей принципиальных схем систем СЭУ при выполнении курсовых проектов и курсовых работ по дисциплинам «Судовая энергетика», «Эксплуатация СЭУ и безопасное несение машинной вахты»

Методические указания утверждены на заседании кафедры ЭМСС протокол № 14 от «29 июня» 2010 г.

Рецензент: Бурков Д.В., к.т.н., доцент кафедры ЭМСС

СОДЕРЖАНИЕ

Перечень условных обозначений и сокращений	3
Введение.....	3
1 Назначение и классификация систем СЭУ	4
2 Топливные системы.....	5
3 Системы смазки.....	18
4 Системы охлаждения.....	26
5 Системы сжатого воздуха.....	33
Библиографический список.....	36
Приложение А. Обозначения условные графические в схемах...	37

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ И СОКРАЩЕНИЙ

ВОД – высокооборотный двигатель;
 ВПК – вспомогательный паровой котел;
 ГД – главный двигатель;
 ДВС – двигатель внутреннего сгорания;
 ДГ – дизель-генератор;
 МО – машинное отделение;
 МОД – малооборотный двигатель;
 МРС РФ – морской Регистр судоходства РФ;
 СДУ – судовая дизельная установка;
 СОД – среднеоборотный двигатель;
 СЭУ – судовая энергетическая установка;
 ТНВД – топливный насос высокого давления;
 ТНВД – топливный насос высокого давления;
 ФГО – фильтр грубой очистки;
 ФТО – фильтр тонкой очистки.

ВВЕДЕНИЕ

Цель методических указаний дать представление об основных руководящих материалах по комплектации и выполнению чертежей принципиальных схем систем СЭУ при выполнении курсовых работ и проектов.

Системы СЭУ объединяют главные и вспомогательные механизмы в единый энергетический комплекс. От их оптимальной комплектации вспомогательными механизмами, запорной и регулирующей арматурой, а также элементами контроля и автоматического управления во многом зависит эффективность и надежность технической эксплуатации СЭУ.

Для более доступного изложения в методических указаниях принято традиционное в судостроении деление систем на подсистемы (трубопроводы). При выполнении заданных в курсовых работах и проектах принципиальные схемы систем должны включать **все** их подсистемы.

Настоящие методические указания рассматривают следующие основные системы СДУ: топливные, смазки, охлаждения и сжатого воздуха.

Рассмотренные в качестве примеров схемы трубопроводов систем даны в упрощенном виде и носят принципиальный характер (на них показаны основные элементы, зачастую без их дублирования), необходимый для уяснения работы системы.

В действительности системы СЭУ значительно сложнее, имеют дублирующее оборудование и участки трубопроводов, переключающую арматуру и приборы контроля и регулирования температур и давлений рабочих сред.

1 НАЗНАЧЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ СЭУ

Системой СЭУ называется совокупность специализированных трубопроводов с механизмами, аппаратами, устройствами и приборами, предназначенными для выполнения определенных функций, обеспечивающих нормальную эксплуатацию СЭУ. Иногда ее называют механической системой (в отличие от общесудовой). В состав системы входят трубопроводы (трубы, фасонные части, арматура, соединения, компенсаторы), аппараты (очистные, теплообменные, различного назначения), устройства, емкости (цистерны, баки, баллоны, ящики) и приборы (манометры, вакуумметры, термометры, расходомеры). К очистным аппаратам относятся фильтры грубой и тонкой очистки, фильтрационные установки, центробежные и статические сепараторы, отделители. Теплообменные аппараты по назначению подразделяются на подогреватели, охладители, испарители и конденсаторы.

К аппаратам различного назначения относятся глушители шума на входе в двигатели и выходе из них, искрогасители выпускных газов судовых двигателей и гомогенизаторы.

В конкретную систему может входить только часть перечисленного оборудования.

Системы СЭУ классифицируют по назначению (а значит, и по рабочей среде): топливные, масляные, водяного охлаждения (забортной и пресной водой), воздушно-газовые (подвода воздуха для горения топлива, сжатого воздуха, газовыпуска судовых котлов и дизелей), конденсатно-питательные и паровые. Паровая система, например, включает в себя ряд трубопроводов: главного, отработавшего и вспомогательного пара, продувания котлов, уплотнения и отсоса пара и др. Системы одного наименова-

ния могут отличаться по составу, если они предназначены для обслуживания различных двигателей.

2 ТОПЛИВНЫЕ СИСТЕМЫ

Топливные системы предназначены для приема, хранения, перекачивания, очистки, подогрева и подачи топлива к двигателям и котлам, а также для передачи топлива на берег или на другие суда.

В связи с обширностью выполняемых функций топливная система подразделяют на ряд самостоятельных подсистем (трубопроводов). Кроме того, часто в СЭУ используют несколько сортов топлива и в этом случае предусматривают самостоятельные трубопроводы для каждого из видов топлива, например дизельного, тяжелого, котельного. Все это усложняет систему.

2.1 Приемоперекачивающий топливный трубопровод

Выполняет следующие функции:

- прием и выгрузку топлива во время стоянки судна;
- прием и выгрузку топлива в море на ходу судна;
- перекачивание топлива между цистернами;
- предотвращает перелив топлива через головки воздушных труб при его перекачивании или приеме на судно.

Указанные операции могут осуществляться одновременно с подачей топлива к двигателям и котлам.

Кроме того, приемоперекачивающий трубопровод используют для ликвидации крена и дифферента судна при аварийных ситуациях или для устранения в необходимых случаях крена и дифферента, возникающих при расходовании топлива.

Прием топлива на судно осуществляется с помощью внесудовых средств береговых или плавучих бункеровочных баз. Для этого на главной палубе или под нею прокладывают постоянный трубопровод с приемными отростками, выведенными в специальные приемные станции, отделенные от других помещений. Как правило, приемные станции размещают в средней части судна вблизи устройства для приема жидких грузов по обоим бортам судна, а на танкерах — в районе грузовых станций.

Станции приема топлива оборудуют фильтром предварительной очистки (или грязевой коробкой), измерительным устройством (нефтеметром), а также термометрами и манометрами. Топливо подают на судно по шлангам, плотно соединенным с патрубками системы с помощью специального замка, струбцин или штуцеров. Топливо может быть принято с любого борта.

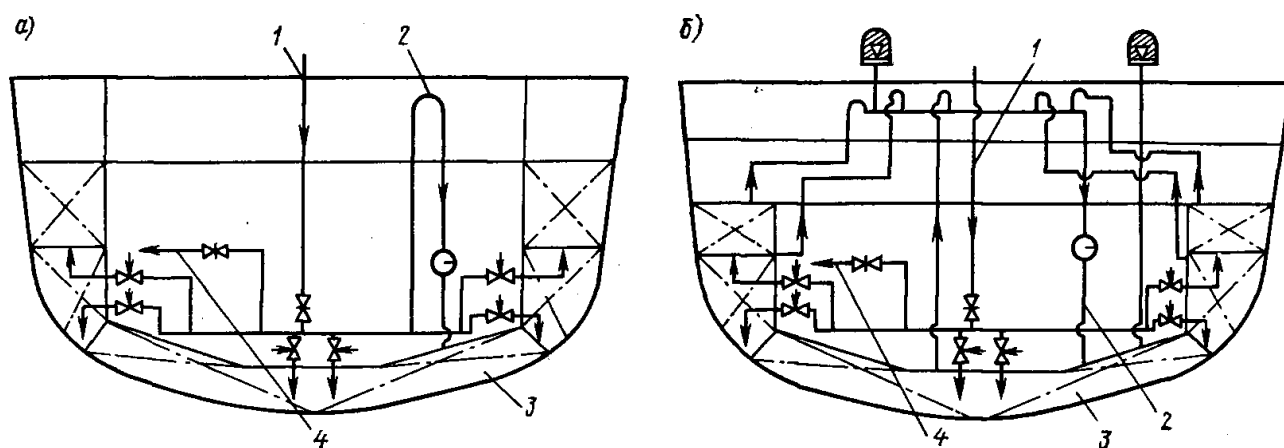
Основную магистраль приемного трубопровода рекомендуется проводить прямолинейно.

Если на судне используется несколько сортов топлив, то для каждого из них можно предусматривать автономные приемные и перекачивающие трубопроводы; допускается прием разных сортов топлива по единому трубопроводу.

При заполнении цистерн запаса не допускается перелив через головки воздушных труб. Контроль осуществляется одним из трех способов: по переливным трубам, по воздушно-переливным трубам и по контрольным цистернам (рисунок 2.1).

Контрольные цистерны оборудуют световой и звуковой сигнализацией, которая срабатывает при заполнении цистерны до определенного уровня, а также устройством для постоянного наблюдения за наполнением цистерны. После заполнения в цистернах должно оставаться свободное пространство, позволяющее производить прием топлива при максимальной его подаче в течение 5 мин.

Для перекачивания топлива из цистерны в цистерну и для выдачи его на берег служат топливоперекачивающие насосы. По конструкции они бывают винтовые и шестеренные. Количество насосов определяют в зависимости от состава СЭУ и должны обеспечивать их резерв. Рекомендуется предусматривать насосы для каждого сорта топлива.



а — по переливным трубам; б — по воздушно-переливным трубам;
1 — трубопровод от внесудовых средств; 2 — переливная труба;
3 — переливная цистерна; 4 — трубопровод к топливоперекачивающим насосам

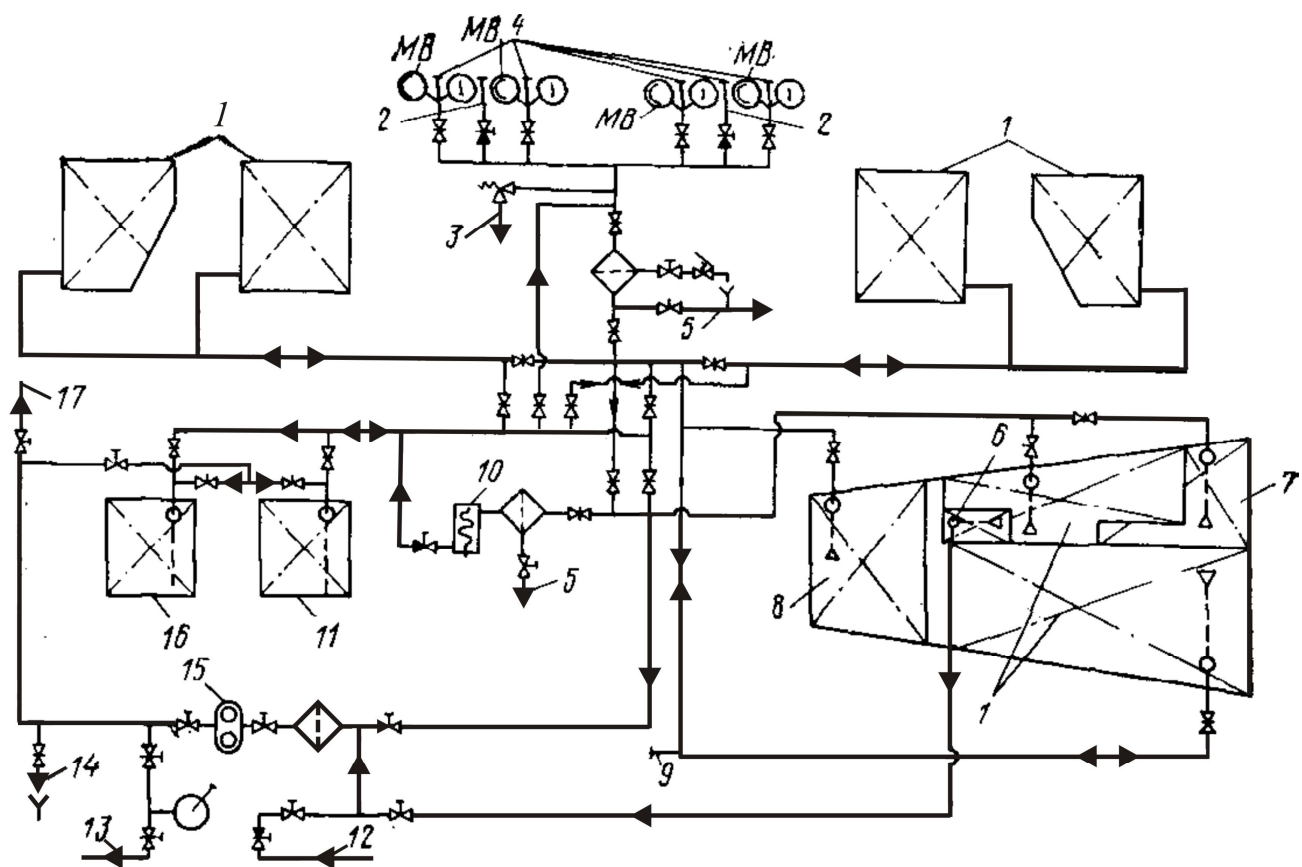
Рисунок 2.1 – Схема приема топлива в цистерны запаса
с различными способами контроля уровня

На рисунке 2.2 показана принципиальная схема приема, перекачивания и выдачи моторного топлива крупнотоннажного судна с МОД.

Прием топлива на судно производится приемными станциями левого и правого бортов через фильтр предварительной очистки. Каждый прием-

ный трубопровод оборудован клинкетной задвижкой и приборами. Основной запас топлива хранится в бортовых и днищевых цистернах тяжелого топлива. В состав системы входит и переливная цистерна. Приборы позволяют осуществлять дистанционный контроль уровня в цистернах запаса топлива, который ведется из ЦПУ. Предусмотрен и местный контроль уровня заполнения цистерн с помощью указательных колонок и разметок.

Перекачивание топлива из одних цистерн в другие, заполнение отстойной цистерны и цистерны котельного топлива, а также выдача его на берег и другому судну осуществляется винтовым топливоперекачивающим насосом, на приемном трубопроводе которого установлен фильтр грубой очистки.



1 - цистерны моторного топлива; 2 - трубопровод продувания; 3 - переливная труба; 4 — патрубки приема топлива; 5- труба к цистерне сбора протечек топлива; 6 — цистерна сбора протечек топлива и масса; 7 - цистерна моторного топлива, переливная; 8 — цистерна запаса топлива; 9 — труба к сепараторам; 10 — насос перекачивания моторного топлива; 11— цистерна моторного топлива, отстойная; 12— труба из цистерны запаса топлива; 13— труба в расходную цистерну; 14— труба в цистерну сбора протечек топлива и масла; 15— насос перекачивания протечек топлива; 16 - цистерна котельного топлива; 17 - труба к цистерне вод, загрязненных нефтепродуктами

Рисунок 2 – Принципиальная схема трубопроводов приема, перекачивания и выдачи моторного топлива ДУ с МОД

Осушение цистерны протечек топлива и масла производится шестеренным электронасосом или ручным насосом путем перекачивания в цистерну котельного топлива или в цистерну вод, загрязненных нефтепродуктами. Эти же насосы можно использовать и для перекачивания дизельного топлива. Система оборудована трубопроводом для сбора протечек топлива от фильтров и кранов взятия проб.

2.2 Цистерны

Для хранения жидкого топлива на судне служат топливные цистерны, которые по конструкции делят на корпусные и вкладные. Корпусные цистерны образованы элементами корпусных конструкций: обшивкой, вторым дном, переборками судна. Вкладные цистерны представляют собой самостоятельную сварную металлическую конструкцию. Размеры и форма определяются назначением и местом их установки на судне.

По назначению различают следующие судовые цистерны:

- основного запаса;
- аварийного запаса;
- расходные;
- отстойные;
- переливные;
- сточные грязного топлива и отходов сепарации.

Цистерны основного запаса обычно располагают в бортовых отсеках, диптанках и в междудонном пространстве, в виде нескольких цистерн с симметричным расположением относительно диаметральной плоскости судна и равных по объему. Общая вместимость цистерн для каждого вида топлива зависит от автономности плавания и определяется расчетом.

Цистерны аварийного запаса топлива, не требующего подогрева, предусматривают на судах неограниченного района плавания и размещают вне двойного дна. Их вместимость должна быть не менее суточного запаса топлива на энергетическую установку.

Расходные цистерны, служащие для хранения топлива, подготовленного для двигателя, располагают в бортовых отсеках, диптанках. Обычно их изготовляют вкладными. Расходные цистерны для высоковязких топлив снабжают паровыми змеевиками. На судне с одним главным двигателем обычно устанавливают две расходные цистерны на каждый вид топлива. Для создания подпора для топливоподкачивающего насоса и обеспечения бесперебойной подачи топлива к двигателю, особенно при сильной качке судна, расходные цистерны располагают по высоте над двигателями, исключая попадание случайных протечек топлива на двигатель.

Отстойные цистерны предназначены для предварительного отстоя топлива, во время которого из него выпадают твердые частицы и осаждается вода. Их размещают вблизи расходных цистерн одинаковой с ними вместимости. Отстойные (по разным бортам судна) и расходные цистерны (спаренные) при работе двигателя могут быть подключены последовательно: когда топливо расходуется из первой, во второй осуществляется его отстой.

Переливные цистерны служат для приема в них топлива, переполняющего цистерны, расположенные выше двойного дна, при их заполнении или при перекачивании топлива из одних цистерн в другие. Переливные цистерны изготовляют корпусными и вкладными, но располагают на судне как можно ниже: в двойном дне или под настилом пола машинного отделения.

Сточные цистерны предназначены для сбора утечек через неплотности топливных насосов, форсунок, поддонов вкладных цистерн, фильтров, системы автоматики и другого оборудования.

Цистерну грязного топлива устанавливают для сбора отстоя воды и шлама из фильтров, отстойных и расходных цистерн.

Цистерна отходов сепарации служит для сбора грязи и смолистых веществ топлива при работе самоочищающихся сепараторов.

Цистерны грязного топлива, сточные и отходов сепарации располагают в междудонном отсеке и соединяют трубопроводами с поддонами механизмов и другими местами утечек, откуда собирается шлам и обводненное топливо.

Топливные цистерны (отсеки) двойного дна. Каждая топливная цистерна должна быть оборудована воздушными трубами, измерительными устройствами, лазами для осмотра и очистки, а цистерны тяжелого топлива – еще и змеевиками-подогревателями для общего и местного подогрева топлива.

Воздушные трубы выводят из верхних точек цистерн на верхнюю или другие палубы выше палубы переборок в удобные и безопасные в пожарном отношении места. Концы воздушных труб снабжают противопожарными сетками, а при опасности их заливания заборной водой на трубах устанавливают невозвратные шаровые клапаны.

Для измерения количества топлива в цистернах двойного дна обычно используют измерительные трубы с размеченными для каждой цистерны футштоками. Измерительные трубы цистерн, расположенных вне машинно-котельных отделений, выводят на открытую палубу, а измерительные трубы цистерн, расположенных в районе машинного и котельного отделений, выводят под настил и снабжают непроницаемыми запорными приспособлениями, которые предохраняют судно от затопления через из-

мерительные трубы в случае пробоины в корпусе в районе цистерны. Цистерны изготавливают герметичными, во избежание попадания в них воды.

Переливные и сточные цистерны оборудуют световой и звуковой предупредительной сигнализацией по верхнему уровню топлива.

К верхней части цистерн подводят трубопровод насыщенного пара давлением до 0,5 МПа, служащий для пропаривания перед очисткой и для тушения пожара в цистернах.

2.3 Трубопровод топливоподготовки

Топливо, находящееся в цистернах судового запаса, может загрязняться и обводняться, что приводит к изменению его физико-химических свойств. На судне содержание воды в топливе составляет 2,5 % и более. При сильном волнении моря вода находится во взвешенном состоянии

Содержание в топливе воды (до 2 %), находящейся в мелкодисперсном состоянии, практически не оказывает вредного влияния на работу дизелей.

Для надежной работы топливной аппаратуры двигателей необходимо улучшать качество топлива путем предварительной его подготовки.

Рекомендуется топливоподготовку на судне проводить комплексно, начиная от приема топлива на судно и кончая подачей его в двигатель. В связи с этим всю систему топливоподготовки можно условно разделить на четыре участка:

- приема топлива на судно;
- длительного хранения топлива (запасные цистерны и трубопроводы перекачивания топлива из одной цистерны в другую с топливоперекачивающими насосами);
- комплексной обработки топлива и суточного хранения в отстойных и расходных цистернах;
- подготовки топлива перед его подачей в двигатель.

Любое топливо поступает с береговой базы через фильтры грубой очистки, а тяжелое топливо еще и подогретым.

При **отстаивании** на дно цистерны осаждаются под действием гравитационных сил механические примеси и вода, содержащиеся в топливе. Для эффективности отстаивания высоковязких топлив их вязкость понижают путем подогрева: моторных топлив до 40, мазутов до 50—60 °С. Отстоявшееся топливо подают на сепарацию — следующий этап топливоподготовки.

Маловязкое топливо из танков основного запаса подается в отстойные цистерны, а затем после отстоя — к фильтрам и далее к центробежным сепараторам, в которых последовательно очищается от воды и механических примесей.

Сепарация – наиболее распространенный способ очистки топлив от механических примесей и воды. Сепарацией можно удалить из топлива металлические частицы размером более 1 мкм, неметаллические частицы размером 2...3 мкм и значительно снизить содержание воды (до 0,02 %).

Сепарированное топливо поступает либо в цистерны сепарированного топлива, либо непосредственно в расходные цистерны. Пополнение расходных цистерн осуществляется из цистерн сепарированного топлива с помощью топливоперекачивающих насосов.

Однако сепарация высоковязких топлив сопровождается потерями горючей части – тяжелых компонентов и асфальтосмолистых веществ (например, при сепарации мазутов потери топлива могут составлять 3—4%). Это приводит к повышенному расходу топлива на установку, усложняет ее эксплуатацию и требует решения вопроса об использовании в СЭУ отходов сепарации (шлама). Тяжелое топливо требует более обстоятельной подготовки. Как уже отмечалось, его необходимо подогревать на всех участках топливной системы.

Гомогенизация топлива. Из танков основного запаса высоковязкое топливо забирается специальным насосом высокого давления (20... 25 МПа) и нагнетается в гидродинамический гомогенизатор. Если на судне установлен гомогенизатор другого типа, то топливо к нему подается обычным топливоперекачивающим насосом. От гомогенизатора топливоперекачивающим насосом оно направляется к подогревателю или к цистерне предварительного подогрева и, пройдя через фильтр, поступает на очистку к центробежным сепараторам (или фильтрационной установке). Очищенное от воды и механических примесей тяжелое топливо откачивается в расходные цистерны.

До 98 % шлама составляет горючая часть топлива, главным образом, асфальтосмолистые вещества. Поэтому на судах применяют гомогенизацию топлива, которая заключается в разрушении смолистых образований (в виде пленок, желеобразных сгущений, мазеобразных агломератов, при сепарации переходящих в шлам). Процесс гомогенизации состоит в гидродинамическом возмущении топливной среды, в результате которого в ней возникают кавитационные зоны. При кавитации происходит «захлопывание» кавитационных каверн, сопровождающееся мощными гидравлическими ударами, в результате чего разрушаются не только желеобразные сгущения, но и твердые агломераты.

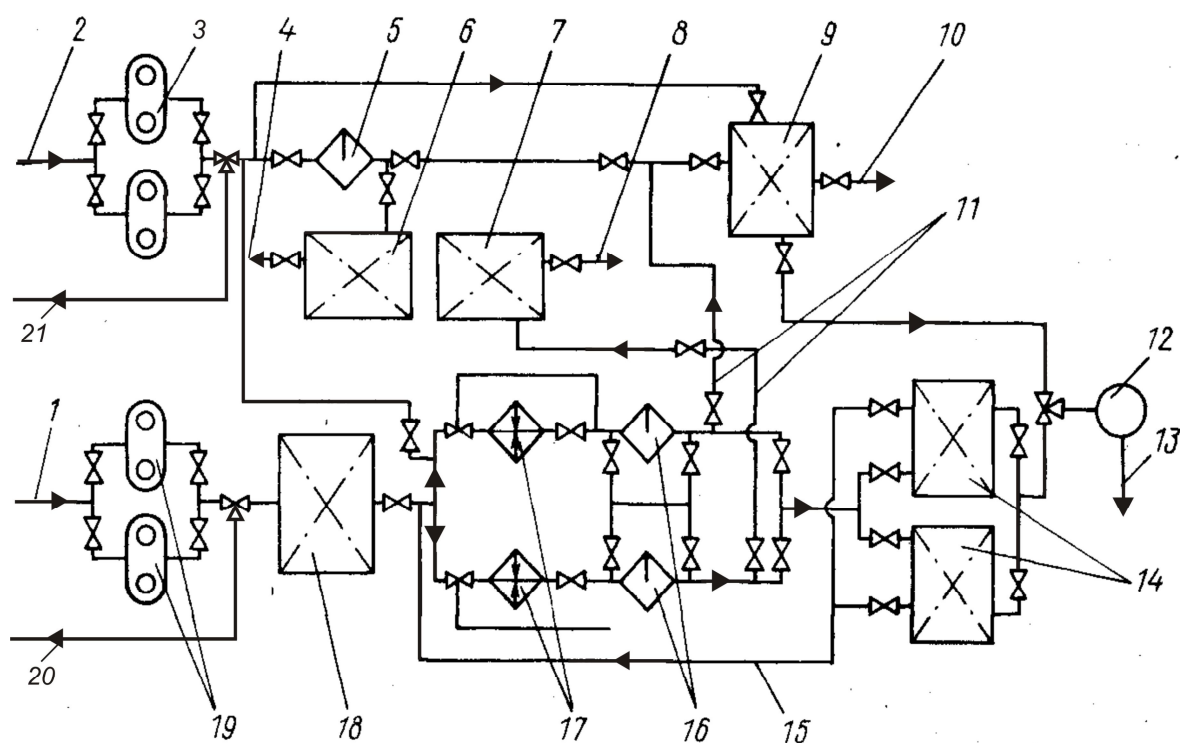
Тогда путь высоковязкого топлива будет следующим: отстойная цистерна — подогреватель — гомогенизатор — фильтр — расходная цистерна.

После такой обработки топливо приобретает гомогенный (однородный) и стабильный состав. Смолы равномерно распределяются в топливной среде, механические примеси дробятся на более мелкие частицы и ос-

вобождаются от смолистой «шубы», глобулы воды диспергируются. Кроме того, ликвидация отходов сепарации путем гомогенизации освобождает от необходимости иметь на судне большие грязевые цистерны для их хранения.

Гомогенизированное топливо хорошо фильтруется с минимальными потерями горючей части, более полно сгорает и не вызывает засорения топливной аппаратуры двигателей. Гомогенизация позволяет создавать стойкие водотопливные эмульсии с высоким содержанием воды в топливе (до 10...18 %), которые находят все большее применение в двигателях и котлах.

Принципиальные схемы обработки маловязкого и высоковязкого топлива на судах показаны на рисунке 2.3. Такая классическая система очистки топлив на практике часто нарушается.



- 1 – трубопровод подвода высоковязкого топлива из цистерн запаса; 2 – трубопровод подвода маловязкого топлива из цистерн запаса; 3 – топливоперекачивающие насосы легкого топлива; 4,8 – трубопроводы сепарированного маловязкого и высоковязкого топлив к перекачивающим насосам; 5 – сепаратор маловязкого топлива; 6 – цистерна сепарированного маловязкого топлива; 7 – цистерна сепарированного высоковязкого топлива; 9 – расходная цистерна маловязкого топлива; 10 – трубопровод маловязкого топлива к подкачивающим насосам вспомогательных ДВС; 11 – трубопровод сепарированного высоковязкого топлива; 12 – ресивер-смеситель; 13 – трубопровод к топливоподкачивающим насосам; 14 – расходные цистерны высоковязкого топлива; 15 – рециркуляционный трубопровод; 16 – сепараторы высоковязкого топлива; 17 – подогреватели топлива; 18 – цистерна предварительного подогрева топлива; 19 – топливоперекачивающие насосы высоковязкого топлива

Рисунок 2.3 – Схема обработки топлива на судах

На ряде теплоходов, например, не предусматривают отстойных цистерн. В этом случае маловязкое топливо подается из цистерны запаса в сепаратор на очистку, а затем в расходную цистерну. Высоковязкое топливо из цистерны запаса через подогреватель направляется в сепаратор на очистку и в расходную цистерну высоковязкого топлива. Поскольку очистка топлива сепаратором во много раз эффективнее его очистки путем отстаивания в цистерне, такое решение вполне оправдано. Работа сепараторов в этих системах предусматривается в режиме пурификации, когда топливо одновременно очищается от механических примесей и воды, находящейся в свободном состоянии.

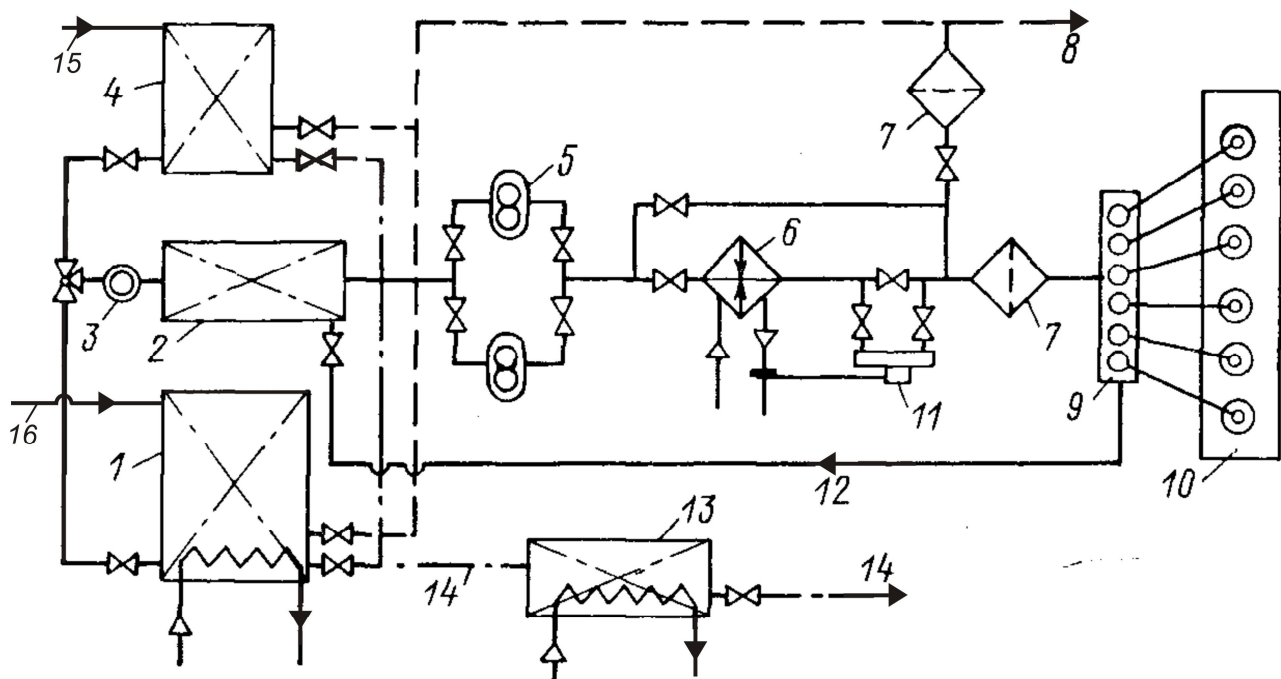
Стремление исключить потери горючих составляющих топлива в сепараторах и создать высокоавтоматизированную систему топливоподготовки привело к решению замены сепаратора высоковязкого топлива фильтрационной установкой. Это позволило снизить потери топлива при его очистке примерно вдвое (до 1,5...2,0 % общего расхода топлива на двигатель). Эффективность этой системы может быть повышена, если после подогревателя установить гомогенизатор.

2.4 Расходно-топливный трубопровод

Расходно-топливный трубопровод составляет часть общей топливной системы СЭУ и служит для подвода топлива из расходных цистерн к топливным насосам двигателей и котлов. В расходных цистернах находится сепарированное и прошедшее топливоподготовку готовое к использованию топливо. Для каждого сорта топлива рекомендуется устанавливать не менее двух расходных цистерн. По Правилам МРС на морских судах со степенью автоматизации А1 и А2, где предусматривается пополнение расходных цистерн с местных постов управления, вместимость каждой из этих цистерн должна обеспечивать работу обслуживаемых ею потребителей на максимальном режиме не менее 20 ч. Цистерны должны быть оборудованы быстрозапорным клапаном для прекращения подачи топлива в трубопровод, управление которым осуществляется как из МО, так и вне его.

Если топливные цистерны размещены в верхней части МО, их необходимо оборудовать поддонами и устройством для быстрого опорожнения в междудонные или переливные цистерны, чтобы не допустить попадания топлива на механизмы.

Участок расходно-топливного трубопровода ГД показан на рисунке 2.4.



трубопроводы: — высоковязкого топлива; -- маловязкого топлива;
— — грязного топлива

- 1 – расходная цистерна тяжелого топлива; 2 – смешительная цистерна; 3 – расходомер;
4 – расходная цистерна маловязкого топлива; 5 – топливоподкачивающий насос;
6 – подогреватель; 7 – фильтр тонкой очистки; 8 – маловязкое топливо к ДГ; 9 – топливный насос высокого давления; 10 – форсунки дизеля; 11 – регулятор вязкости;
12 – отсечное топливо; 13 – грязевая цистерна; 14 – отвод отстоя топлива из расходных цистерн в грязевую цистерну и из 13 на выдачу; 15 – маловязкое топливо;
16 – высоковязкое топливо

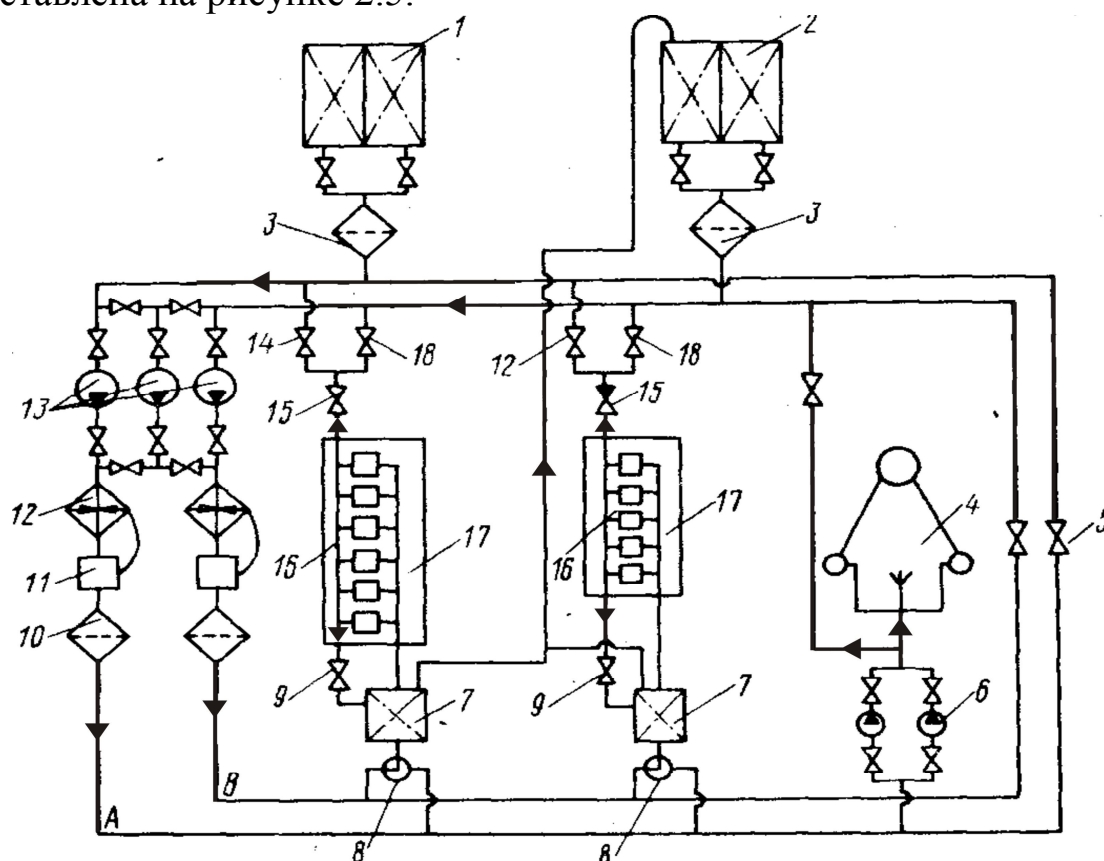
Рисунок 2.4 – Расходно-топливный трубопровод ДУ

Эта система приспособлена для работы отдельно на мало- и высоковязком топливах, а также на их смеси в различных пропорциях. Перед запуском ГД система должна быть заполнена маловязким топливом, не требующим подогрева. Топливо из расходных цистерн 1 и 4 через расходомер 3 подается в смешительную емкость — цистерну 2. Маловязкое топливо из смешительной цистерны поступает к топливоподкачивающему насосу 5 и через фильтр 7 тонкой очистки к насосам высокого давления 9 и форсункам 10 двигателя, минуя ветвь подогревателя 6. На установившемся режиме работы ГД его можно переводить на высоковязкое топливо. Для этого предварительно подогретое топливо из цистерны 1 через расходомер 3 начинают подавать в смешительную цистерну, а подачу маловязкого топлива из цистерны 4 прекращают. По мере увеличения высоковязкого топлива в смешительной цистерне вязкость смеси растет, и смесь подается к двигателю через ветвь подогрева с контролем вязкости регулятором 11. Двигатель переходит на высоковязкое топливо. Отсечное топливо от насосов 9 высокого давления и форсунок 10 ГД возвращается в смеси-

тельную цистерну по трубопроводу 12 (позицией 8 обозначена подача маловязкого топлива к ДГ, а 14 — отвод отстоя топлива из расходных в грязевую цистерну и из грязевой цистерны 13 на выдачу).

На многих судах используются, как правило, два вида топлива: высоковязкое — для ГД и паровых котлов, и маловязкое — для ДГ. Однако некоторые дизель-генераторы могут работать и на тяжелом топливе (фирм „Вяртсиля“, „Зульцер“ и др.). ГД, работающие на высоковязком топливе, при запуске, остановке и в условиях переменных нагрузок, переводятся на маловязкое дизельное топливо. Эти обстоятельства определяют автономность расходных трубопроводов для маловязкого и высоковязкого топлив, а также наличие участков, необходимых для перевода каждого отдельного дизеля, способного работать на двух видах топлива, с одного вида топлива на другой. Причем смена топлива у одного дизеля не должна оказывать никакого влияния на процессы подачи топлива к другим дизелям и форсункам котлов.

Принципиальная схема такого расходно-топливного трубопровода представлена на рисунке 2.5.



1 — расходная цистерна высоковязкого топлива; 2 — расходная цистерна маловязкого топлива; 3 — фильтры грубой очистки; 4 — ВПК; 5 — подпорные клапаны; 6 — топливоподкачивающий насос ВПК; 7 — смесительная цистерна; 8 — кран трехходовой; 9 — невозвратно-запорный клапан; 10 — фильтр тонкой очистки; 11 — терморегулятор;

12 — топливоподогреватель; 13 — топливоперекачивающий насос; 14, 18 — клапаны; 15 — невозвратный клапан; 16 — сливной коллектор; 17 — дизель

Рисунок 2.5 — Расходно-топливный трубопровод

Особенностью схемы является наличие двух автономных контуров циркуляции маловязкого А и высоковязкого В топлив и включенных параллельно им внутренних участков расходно-топливного трубопровода, обеспечивающих саморегулируемый перевод дизелей с одного сорта топлива на другой. Из расходных цистерн маловязкого 2 и высоковязкого 1 топлив через фильтры грубой очистки 3 топливо поступает к топливоперекачивающим насосам 13 и нагнетается через подогреватель 12 и фильтры тонкой очистки 10 к смесителям 7. Интенсивность теплообмена в подогревателях определяется терморегуляторами 11, которые настраиваются в зависимости от режима работы главного дизеля. Подготовленное к сжиганию топливо через трехходовой кран 8 подается в смесительную емкость 7 и далее к дизелю. Излишки топлива собираются в коллекторах 16 и через невозвратный клапан 15, клапаны 14, 18 отводятся в сливную часть соответствующего контура циркуляции. Для обеспечения необходимой подачи топлива к ДВС 7 и котлам 4 в контуры циркуляции включены подпорные клапаны 5. Подача высоковязкого топлива к форсункам ВПК обеспечивается насосами 6.

Переключение ДВС с одного сорта топлива на другой, например, с маловязкого на высоковязкое осуществляется следующим образом. Открывают невозвратно-запорный клапан 9, благодаря чему организуется внутренний контур циркуляции смесительная емкость 7 – ТНВД – сливной коллектор 16 – смесительная емкость. Циркуляция по внутреннему контуру обеспечивается под действием ТНВД. Затем закрывают клапан 14 и открывают клапан 18, а регулировочный клапан 8 переводят в положение на подачу в смесительную емкость высоковязкого топлива. Благодаря внутренней циркуляции маловязкое топливо перемешивается с более горячим высоковязким. В результате доля высоковязкого топлива в смеси и ее температура постепенно увеличиваются и через некоторое время двигатель будет работать исключительно на высоковязком топливе. Сообразуя объем смесителя с часовым расходом топлива ДВС и температурами маловязкого и высоковязкого топлив, можно обеспечить необходимую скорость изменения температуры топливной смеси.

Если двигатель работает на высоковязком топливе, то перед остановкой (примерно за 1 ч) его переводят на маловязкое топливо. С этой целью прекращают подогрев смеси топлива и в смесительную цистерну начинают подавать маловязкое топливо, которое вытесняет находящуюся там смесь и заполняет весь трубопровод. Это делают постепенно, чтобы снизить температуру топлива в смесительной цистерне и в трубопроводе. Таким образом, система подготавливается для возможности выполнения маневров (запуск двигателя, реверсирование).

2.5 Методические указания по составлению схем топливных систем СДУ

— Составление принципиальных схем топливных систем рекомендуется проводить в следующей последовательности:

— сначала детально рассматривается теоретическая часть раздела и решаются вопросы по компоновке системы (составляется перечень элементов каждого трубопровода системы с указанием количества основных и резервных элементов);

— для обозначения элементов системы используются нормализованные в судостроении условные обозначения (см. Приложение А);

— принципиальная схема топливной системы выполняется на листе формата А1 и располагается вдоль его длинной стороны;

— поле листа условно разбивается на три горизонтально расположенных зоны:

а) в верхней зоне листа наносятся обозначения: приемных станций (правого и левого бортов), расходных цистерн для каждого вида топлива (для высоковязкого топлива цистерны спаренные, снабженные паровыми змеевиками);

б) в средней зоне листа наносятся обозначения: всех ГД, ДГ, ВПК, отстойных цистерн, топливоподкачивающих насосов (включая резервных), снабженные на всасывающей стороне спаренными ФГО, каждого двигателя и ВПК, и подогревателей, регуляторов вязкости, ФГО и другие элементы расходных трубопроводов; затем наносятся условные обозначения элементов трубопровода топливоподготовки мало- и высоковязкого топлив (топливоподогревателей, сепараторов);

в) в нижней зоне листа наносятся обозначения: днищевых цистерн запаса топлив (для высоковязких топлив цистерны снабжаются паровыми змеевиками), переливных и сточных цистерн, цистерны грязного топлива, цистерны отходов сепарации;

— наносятся условные обозначения элементов приемо-перекачивающего трубопровода для всех видов используемых топлив (топливоперекачивающих насосов (включая резервные), снабженных на всасывающей стороне спаренными ФГО, и арматуру);

— элементы системы соединяются трубопроводами, которые изображаются в виде линий, **строго** параллельных нижнему или боковому срезу листа чертежа;

— пересечение линий, изображающих разные трубопроводы, выполняется в виде обвода одной из линий (см. Приложение А).

3 СИСТЕМЫ СМАЗКИ

Системы смазки предназначены для приема, хранения, перекачивания, очистки и подачи масла к местам охлаждения и смазки трущихся деталей механизмов, а также для передачи его на другие суда и на берег. В зависимости от основного назначения различают масляные трубопроводы приемо-перекачивающий, циркуляционной системы смазки, сепарирования масла, дренажный, подогрева масла. Циркуляционные системы смазки подразделяют, в свою очередь, на напорную, гравитационную и напорно-гравитационную.

Кроме замкнутых циркуляционных применяют системы линейного типа, в которых масло подается только к объектам смазки и обратно в систему не возвращается (смазка поверхностей цилиндров ДВС и компрессоров). В линейных системах специальное высоковязкое цилиндрическое масло по трубопроводу направляется к многоплунжерным насосам (лубрикатам), которые приводятся в действие от обслуживаемого ими двигателя. Под давлением 5...8 МПа лубрикаторы подают масло к невозвратным клапанам, установленным в местах смазки (на цилиндрах).

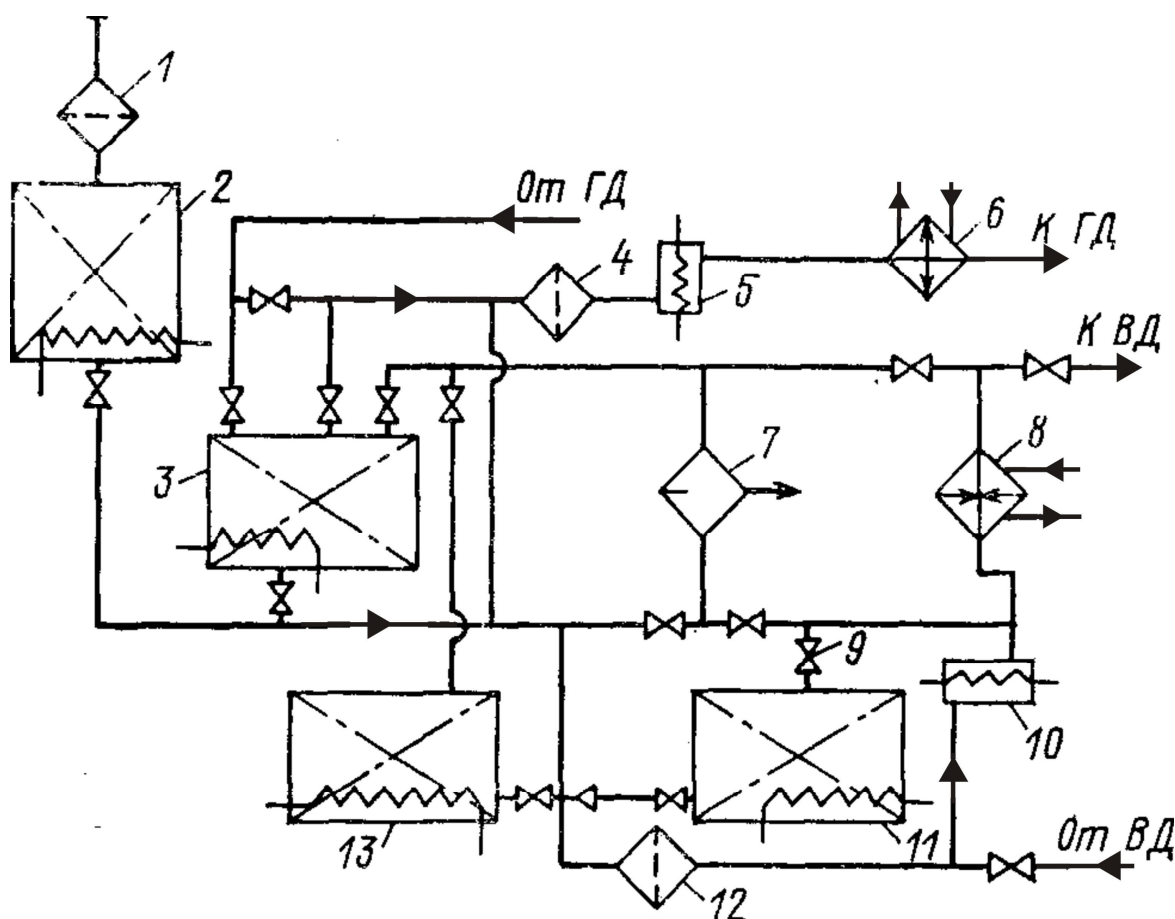
Основным оборудованием, входящим в масляную систему, являются насосы, фильтры, сепараторы, охладители и подогреватели. Применяемые насосы по конструкции бывают шестеренными (при небольшой подаче) и винтовыми (при большой подаче).

3.1 Трубопроводы приема, хранения и подготовки масла

Прием на судно масла, как и топлива, производится по приемо-перекачивающему трубопроводу закрытым способом (по шлангам) внесудовыми средствами через наливные палубные втулки или приемные патрубки, расположенные в станциях приема топлива и масла. Через эти же патрубки производится выдача масла с судна. Небольшие количества масла доставляют на судно в бочках, а затем перекачивают переносным агрегатом в соответствующие цистерны. Цистерны запаса масла изготавливают вкладными и размещают вдоль бортов или переборок судна в МО на некоторой высоте от второго дна, чтобы сточно-циркуляционные цистерны главных механизмов могли заполняться самотеком.

На рисунке 3.1 в качестве примера показана принципиальная схема системы приема, хранения и подготовки масла (без резервирования оборудования и трубопроводов). Циркуляционное масло для двигателя принимается через палубную втулку и фильтр 1 предварительной очистки в запасную цистерну 2, откуда оно самотеком может заполнять циркуляционную цистерну 3 ГД. Из запасной цистерны в циркуляционную масло может подаваться маслоперекачивающим насосом 10 через фильтр 12

или насосом сепаратора 7. В системе предусмотрены подогреватели масла, установленные в цистернах, и внешние подогреватели 6 и 8. В ГД масло подается главным масляным насосом 5 через фильтр 4 и подогреватель 6, а затем возвращается в эту же цистерну по специальному трубопроводу. С помощью сепаратора 7 производится очистка масла в циркуляционной цистерне с возвратом его в эту же цистерну или цистерну 13 сепарированного масла. Такая байпасная система очистки позволяет снизить общий уровень загрязнений масла, находящегося в системе смазки.



1, 4, 12 – фильтр грубой очистки; 2 – запасная цистерна масла; 3 – циркуляционная цистерна ГД; 5 – циркуляционный насос; 6, 8 – подогреватель масла; 7 – сепаратор масла; 9 – клапан; 10 – маслоперекачивающий насос; 11 – цистерна отработавшего масла; 13 – цистерна сепарированного масла

Рисунок 3.1 – Принципиальная схема приема, хранения и подготовки масла

Достоинством байпасной системы очистки является возможность приема масла из нижней части маслосборной цистерны, где концентрируется большая часть загрязнений. Кроме того, очистку масла можно производить и во время стоянки судна, если масляная система двигателя снабжена автономным насосом и подогревателем.

Через фильтр 12 и клапан 9 насосом 10 можно перекачивать масло в цистерну 11 отработавшего масла. Отработавшее масло от вспомогательных двигателей также может быть направлено в эту цистерну или подано на сепарацию с возвратом его в картер двигателя или в цистерну сепарированного масла.

Циркуляционное масло ГД и ВД можно смешивать только в случае использования для них одного сорта масла. Если применяются различные сорта масел, должны быть предусмотрены отдельные емкости для его хранения.

Турбинное масло для газотурбонагнетателей и лубрикаторное масло хранится в отдельных цистернах запаса, откуда его самотеком подают к потребителям двигателя.

В установках различных типов системы приема, хранения и подготовки масла принципиально не отличаются. Может меняться только тип и количество комплектующих механизмов и устройств, емкостей для хранения свежего и отработавшего масла и т. д.

3.2 Подготовка масла

Очистка масла на судах осуществляется отстаиванием, фильтрацией и сепарацией.

Отстаивание масла производится в сточно-циркуляционной цистерне во время стоянок судна. В этом процессе от масла отделяются водные растворы кислот и механические примеси. Хорошие результаты дает отстаивание масла в течение 24...30 ч при одновременном его подогреве до 60...90 °С (в зависимости от сорта). При подогреве из масла выпариваются влага и легкие фракции топлива и снижается его вязкость, что ускоряет осаждение механических частиц. После отстаивания масло сепарируют.

Очистка масла осуществляется с помощью фильтров. Обычно применяют полнопроточные щелевые фильтры различных конструкций. Для отделения металлических частиц используют магнитные фильтры, улавливающие частицы размером до 1 мкм. ФГО отделяют примеси, размер которых 60...80 мкм и более. Фильтры тонкой очистки ФТО отделяют более мелкие частицы включений в масло: 20...30, если фильтр полнопроточный, и 5...10 мкм при частичной (до 15 %) подаче масла на фильтрацию.

Правилами МРС регламентируются требования к фильтрации масла в СЭУ. В циркуляционных системах смазки двигателей рекомендуется устанавливать на приемном трубопроводе циркуляционных насосов один сеточный ФГО, на нагнетательном трубопроводе насоса – два параллельных фильтра или один сдвоенный переключаемый фильтр либо один са-

моочищающийся ФТО. На приемном трубопроводе насосов зубчатых передач и гидравлических муфт ставят магнитный фильтр.

Очистку масла от механических примесей и воды осуществляют сепарацией. Для этого в состав систем включают сепараторы. Обычно каждый двигатель укомплектовывают одним сепаратором масла производительностью 500...1000 л/ч. При мощности ГД более 15 МВт производительность сепаратора принимают 1500... 3000 л/ч.

В установках с двигателями большой мощности могут быть два сепаратора масла, один из которых резервный. Если принят только один сепаратор масла, то его резервирование предусматривается сепаратором легкого топлива. Производительность сепаратора выбирают из расчета пропускания через него всего масла, находящегося в сточно-циркуляционной цистерне, за 1...3 ч. Сепарацию масла осуществляют обычно в течение 50...70 % времени работы ГД.

Наиболее сложные циркуляционные системы смазки имеют судовые установки с МОД. Для смазки подшипников коленчатого и распределительных валов иногда предусматривают автономные контуры циркуляции. Обычно они включают несколько самостоятельных систем: напорную — для смазки механизма движения и для охлаждения поршней; гравитационную — для смазки газотурбонагнетателя; линейную — для смазки цилиндров; напорную — для смазки механизмов привода топливных насосов и системы газораспределения. Последнюю выполняют отдельной, чтобы предотвратить попадание топлива в масло основной циркуляционной системы.

3.3 Напорная система смазки

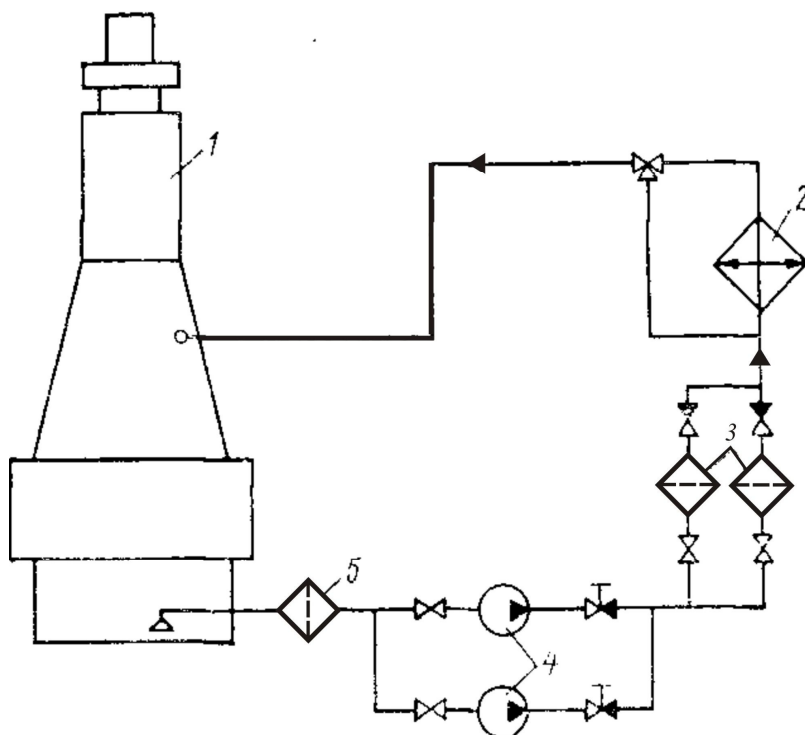
В напорной системе смазки предусмотрена циркуляция масла под давлением, создаваемым главным масляным насосом по замкнутому контуру: сточно-циркуляционная цистерна — ФГО — насос — ФТО — маслоохладитель — потребители — сточно-циркуляционная система. Давление масла в системе 0,3..0,5 МПа. Напорную систему применяют для смазки механизмов с высоконагруженными парами трения в ГД и ВД. Циркуляция масла осуществляется масляными насосами 4, которые обеспечивают прокачку масла через фильтры 5 и 3, маслоохладитель 2 и узлы трения ГД 1. Для поддержания температуры масла параллельно маслоохладителю включена обводная линия с терморегулирующим клапаном.

Циркуляционные масляные системы ВД имеют аналогичные схемы циркуляции масла и набор основных элементов.

На рисунке 3.2 показана принципиальная схема циркуляционной системы смазки МОД, как и на большинстве других рисунков этого ме-



тодического указания, показана упрощенная схема без резервирования элементов системы.



1 – ГД; 2 – маслоохладитель; 3 – фильтр тонкой очистки; 4 – циркуляционный насос

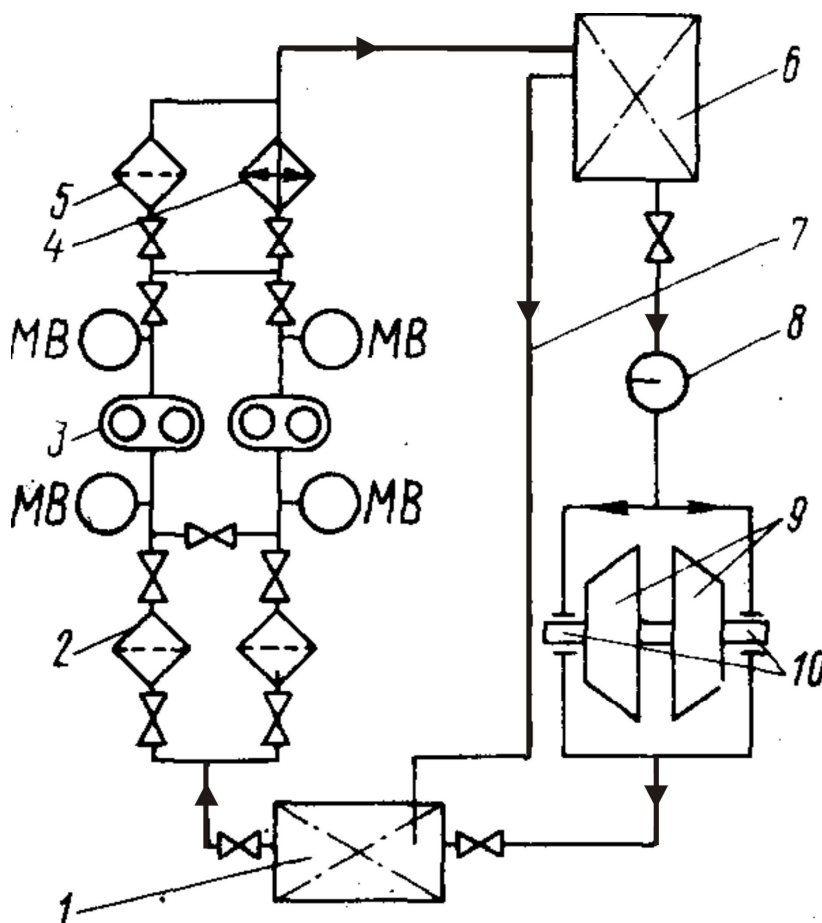
Рисунок 3.2 – Схема циркуляционной системы смазки МОД

3.4 Гравитационные циркуляционные системы смазки

Такие системы смазки применяют для машин, агрегатов и механизмов с относительно высоким маховым моментом и продолжительным свободном выбегом. На дизельных судах к таким агрегатам относятся турбоагнетатели ДВС и турбогенераторы. От напорно-циркуляционных систем гравитационные отличаются тем, что маслоциркуляционные насосы подают масло не к местам смазки, а в гравитационную цистерну, откуда оно поступает к местам смазки под действием гравитации. Гравитационные цистерны, емкость которых рассчитана на подачу масла к объекту в течение 5 мин его работы с полной нагрузкой, представляет собой элемент защиты на случай остановки циркуляционного насоса. Этого времени (5 мин) достаточно для того, чтобы включить в работу резервный насос или остановить работающий агрегат, например, при обесточивании общесудовой электросети.

Принципиальная схема гравитационной смазки турбоагнетателя ГД представлена на рисунке 3.3.

Из сточно-циркуляционной цистерны 1 турбонагнетателя 9 масло через ФГО 2 забирается одним из циркуляционных насосов 3, которые прокачивают масло через маслоохладитель 4 и в гравитационную цистерну 6. Откуда самотеком через смотровой фонарь 8 оно попадает к подшипникам нагнетателя 10. Параллельно к контуру циркуляции подключается фильтр тонкой очистки 5, через который проходит 10 % циркулирующего в системе масла. Гравитационная цистерна снабжена переливным трубопроводом 7.



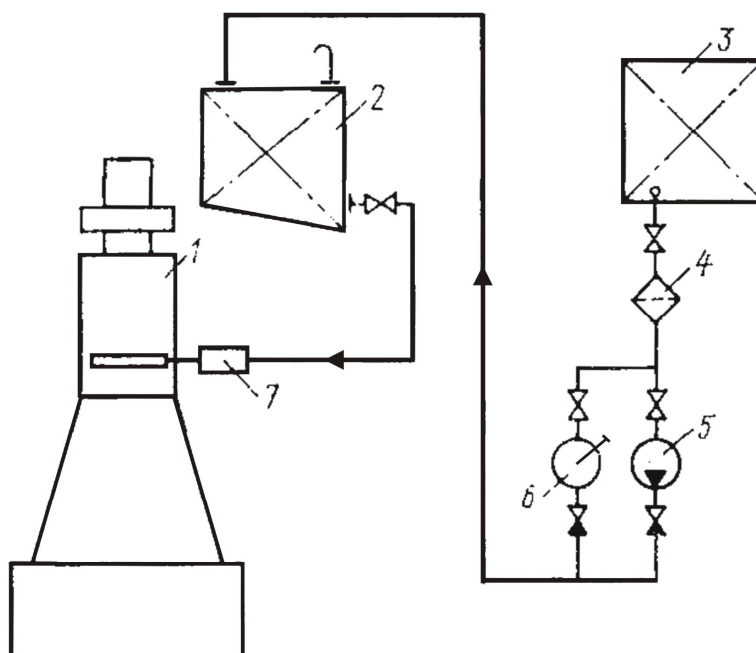
1 – сточно-циркуляционная цистерна; 2 – фильтр грубой очистки; 3 – насос;
4 – подогреватель; 5 – фильтр тонкой очистки; 6 – напорная цистерна; 7 – переливной трубопровод; 8 – смотровой фонарь; 9 – ГТН; 10 – подшипникам нагнетателя

Рисунок 3.3 – Принципиальная схема гравитационной смазки ГТН

3.5 Проточная (лубрикаторная) система смазки

Применяется для смазки цилиндров дизелей и поршневых компрессоров. Специальное высоковязкое цилиндрическое масло по трубопроводу подается к многоплунжерным насосам (лубрикаторам), которые приводятся от обслуживаемого ими двигателя.

На рисунке 3.4 показана принципиальная схема лубрикаторной системы смазки МОД.



1 – двигатель; 2 – расходная цистерна; 3 – запасная цистерна; 4 – фильтр;
5 – электронасос; 6 – ручной насос; 7 – блок лубрикаторов

Рисунок 3.4 – Схема системы лубрикаторной системы смазки МОД

Цилиндровое масло из расходной цистерны 2 самотеком поступает к блоку лубрикаторов 7 и затем под давлением 5... 8 МПа – в цилиндры двигателя 1. Заполнение расходной цистерны 2 из запасной 3 производится с помощью перекачивающего насоса 5 и 6 соответственно с электрическим и ручным приводом через фильтр 4.

В зависимости от диаметра цилиндровой втулки на ней располагают от четырех до восьми точек смазки. Масло, подаваемое в цилиндры, должно быть строго дозировано, чтобы обеспечить надежную смазку зеркала цилиндра и не допустить попадания в цилиндр излишков масла, которое может привести к дополнительному нагарообразованию при его сгорании вместе с топливом в двигателях внутреннего сгорания или к образованию взрывоопасной смеси в цилиндре компрессора. Количество подаваемого масла дозируется лубрикатором (по несколько капель на ход поршня). Удельный расход цилиндрического масла в малооборотных дизелях составляет 0,4...0,7 г/(кВт/ ч).

3.6 Методические указания по составлению схем систем смазки СДУ

Составление принципиальных схем систем смазки рекомендуется проводить в следующей последовательности:

- сначала детально рассматривается теоретическая часть раздела и решаются вопросы по компоновке системы (составляется перечень элементов каждого трубопровода системы с указанием количества основных и резервных элементов);

- для обозначения элементов системы используются стандартизованные условные обозначения (см. Приложение А);

- принципиальная схема системы смазки выполняется на листе формата А1 и располагается вдоль его длинной стороны;

- поле листа условно разбивается на две горизонтально расположенные зоны:

- а) в верхней зоне листа наносятся обозначения: приемных станций (правого и левого бортов), цистерны запаса для каждого вида смазочного масла;

- б) наносятся элементы систем лубрикаторной смазки, смазки ГТН, смазки распределительного вала ГД;

- в) в нижней (большей по ширине) зоне листа наносятся обозначения: всех ГД, ДГ, сточно– циркуляционных цистерн (желательно под изображениями ГД, а для ДГ, обычно, сточно– циркуляционные цистерны не изображают), циркуляционных насосов (включая резервные для каждого ГД, для ДГ циркуляционные насосы могут быть навешенными на двигатель и на схеме не отражаются), снабженных на всасывающей стороне насосов спаренными ФГО, сепараторов, подогревателей, водомаслоохладителей, цистерны отходов сепарации и других элементов трубопровода маслоподготовки;

- элементы системы соединяются трубопроводами, которые изображаются в виде линий, **строго** параллельных нижнему или боковому срезу листа чертежа;

- пересечение линий, изображающих разные трубопроводы, выполняется в виде обвода одной из линий (см. Приложение А);

- направление потока масла в трубопроводах указывается в виде затупленного треугольника со сторонами 3...5 мм.

4 СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ

4.1 Назначение и описание систем охлаждения

Системы охлаждения предназначены для отвода теплоты от различных механизмов, устройств, приборов и рабочих сред в теплообменных аппаратах.

Объектами охлаждения в СДУ являются:

- втулки и крышки цилиндров, выпускные коллекторы и клапаны ГД и ДГ, поршни и форсунки ГД, а иногда и ДГ;
- рабочие цилиндры воздушных компрессоров;
- подшипники судового валопровода;
- циркуляционное масло ГД и ДГ, редукторов главных передач;
- пресная вода, используемая в качестве промежуточного теплоносителя в ГД и ДГ;
- наддувочный воздух ГД и ДГ;
- воздух на выходе из цилиндра низкого давления воздушных компрессоров при двухступенчатом сжатии.

В случае применения главных электрических передач к перечисленным выше объектам охлаждения следует добавить и обмотки гребных электродвигателей и главных дизель-генераторов.

Рабочими средами в СДУ бывают: забортная и пресная вода, масло, топливо и воздух.

Вода по сравнению с другими охлаждающими средами имеет большую теплоемкость и при скорости 0,5...2,5 м/с высокие коэффициенты теплоотдачи. Это легкодоступная охлаждающая среда, которая широко применяется в установках всех типов. Однако в воде содержатся растворимые соли, микроорганизмы и другие примеси, которые при нагревании выпадают в осадок. Особенно много солей и примесей в морской забортной воде, поэтому ее подогрев в теплообменных аппаратах выше 45 °С нежелателен. При необходимости нагрева охлаждающей среды выше указанной температуры на судах применяют двухконтурные системы охлаждения с использованием в высокотемпературном контуре другого теплоносителя, например пресной воды.

Пресная вода допускает нагрев в системах охлаждения при атмосферном давлении до 80... 90 °С, а при повышенном – и более. Пресная вода, циркулирующая во внутреннем контуре, проходит предварительную обработку с целью снижения солесодержания, жесткости и удаления различных примесей. В нее вводят ингибиторы – замедлители коррозии.

В зависимости от типа судна, состава СЭУ и условий эксплуатации подсистемы могут охватывать объекты в самых различных сочетаниях, образуя автономные системы охлаждения. Такие системы удобны в



управлении и способствуют снижению затрат энергии, но при чрезмерном их числе масса и стоимость системы охлаждения в целом могут возрасти так, что их применение окажется экономически нецелесообразным.

Часто автономными выполняют внутренние контуры охлаждения ГД и ДГ, особенно в случаях, когда циркуляционные насосы пресной воды являются их штатными агрегатами.

Систем охлаждения поршней и система охлаждения форсунок, как правило, выполняются автономными даже тогда, когда в качестве охлаждающей жидкости используется пресная вода. При подключении поршней к общей системе охлаждения пресной воды существенно возрастают энергозатраты, поскольку в системе следует поддерживать более высокое давление 0,5...0,6 МПа (вместо 0,2...0,3 МПа). К тому же возникает опасность загрязнения воды маслом, а в случае охлаждения форсунок – топливом.

В ДУ системы охлаждения обычно двухконтурные (пресной и заборной водой). В этих системах охлаждение пресной воды и масла осуществляется заборной водой в водо – и маслоохладителях. Температура заборной воды на выходе не должна превышать 55 °С, чтобы из нее не выпадали соли и не осаждались на стенках теплообменных поверхностей в виде накипи. Температура пресной охлаждающей воды поддерживается на входе в двигатель не ниже 55 °С, а на выходе не более 60...75 °С – в главных МОД и 75...85 °С – в главных СОД и ВОД.

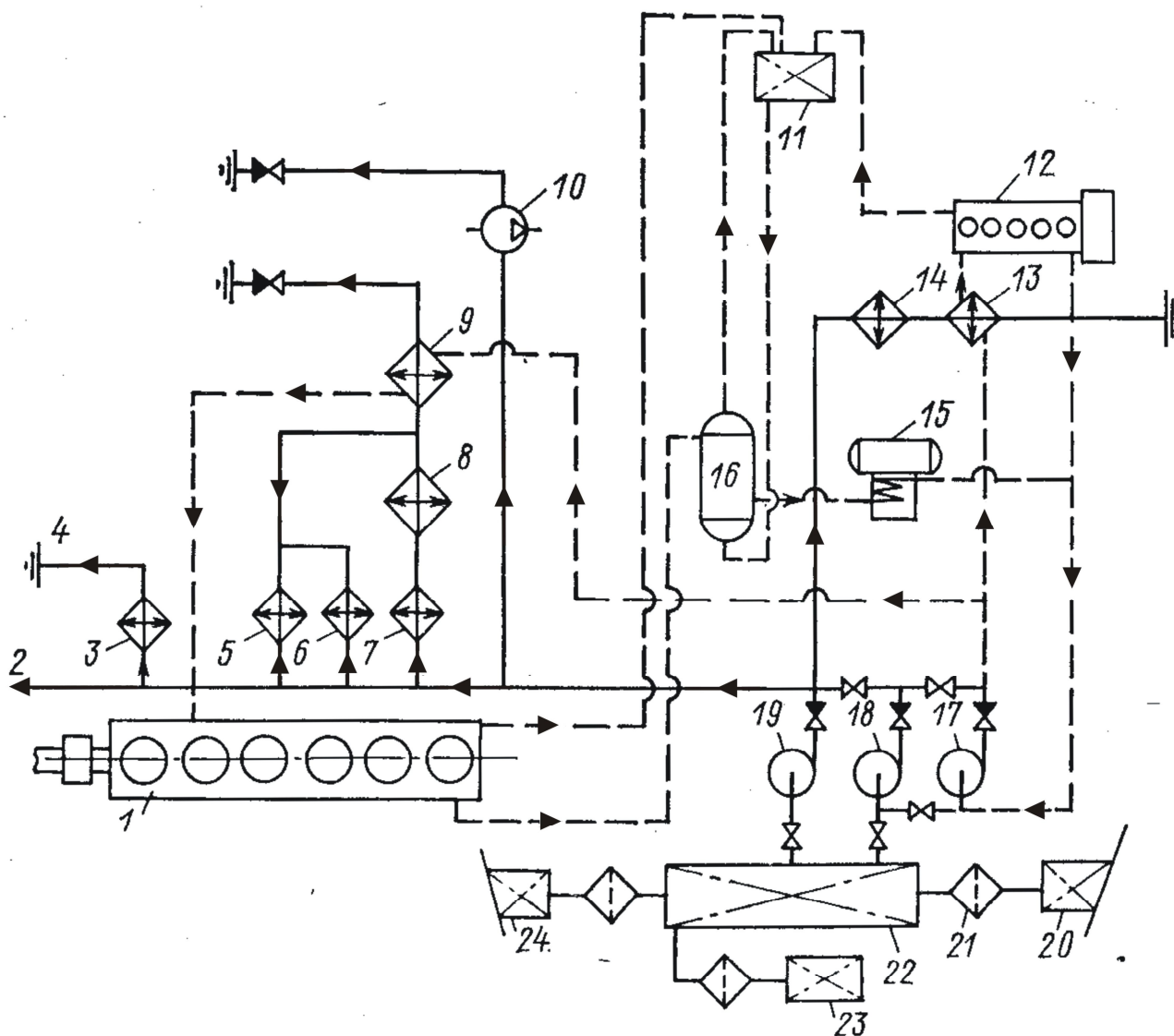
Отдельные узлы ГД охлаждаются маслом и топливом. В зависимости от рода жидкости, охлаждающей цилиндры, поршни и форсунки двигателя, различают следующие системы: с охлаждением цилиндров, поршней и форсунок пресной водой; с охлаждением цилиндров и форсунок пресной водой, а поршней – маслом; с охлаждением цилиндров пресной водой, поршней – маслом, а форсунок – топливом.

В системах водяного охлаждения заборная вода поступает через кингстонные ящики. В соответствии с требованиями МРС в каждом МО должно быть не менее двух кингстонных ящиков циркуляционной или охлаждающей воды, через которые можно принять заборную воду при любых условиях эксплуатации. Как правило, один кингстонный ящик размещают в двойном дне, а другой – у борта. Их оборудуют устройствами для подачи пара давлением 0,5 МПа, горячей воды и сжатого воздуха ($P=0,3$ МПа), применяемых для подогрева воды в ящиках и для продувания приемных решеток. Кроме того, в верхней части кингстонного ящика предусматривается трубопровод для отвода воздуха, попавшего вместе с водой.

Отвод охлаждающей воды за борт осуществляется через невозвратно-запорные клапаны. Для того чтобы нагретая вода в системе охлажде-

ния при отводе не попадала в приемные отверстия, последние располагают в нос от отливных отверстий.

Упрощенная принципиальная схема системы охлаждения ДУ показана на рисунке 4.1. ГД 1 и ДГ 12 (на рисунке 4.1 показан только один) охлаждаются пресной водой, которая подается в магистраль главным насосом пресной воды 17.



трубопроводы: — заборной воды; --- пресной воды

1 — ГД; 2 — к подшипникам валопровода; 3 — маслоохладитель; 4 — за борт; 5 — охладители масла газотурбонагнетателя; 6 — топлива; 7 — надувочного воздуха; 8 — масла; 9 — пресной воды; 10 — компрессор; 11 — расширительная цистерна; 12 — ДГ (один); 13 — водомаслоохладитель ДГ; 14 — охладитель ДГ; 15 — опреснитель; 16 — деаэратор; 17 — циркуляционный насос пресной воды; 18 — резервный насос; 19 — циркуляционный насос заборной воды; кингстонные ящики (20 — ледовой, 24 — бортовой, 23 — днищевой); 21 — фильтр заборной воды; 22 — кингстонно-распределительный канал

Рисунок 4.1 — Принципиальная схема охлаждения ДУ

Через водоохладитель 9 пресная вода поступает на охлаждение ГД, а затем, выйдя из него, проходит через деаэратор 16 и опреснитель 15 и подается к приемному патрубку охлаждающего насоса 17. По второй ветви охлаждающая пресная вода поступает через водомаслоохладитель 13 к ДГ 12 и, выйдя из него, – во всасывающую магистраль насоса. Циркуляция пресной воды осуществляется насосом 17 по замкнутому контуру.

В систему включена расширительная цистерна 11, которая служит для пополнения утечек пресной воды. В нее же отводится паровоздушная смесь из полостей охлаждения двигателей и теплообменных аппаратов.

Система забортной воды состоит из отдельных функциональных участков, соединенных между собой с целью резервирования механизмов. На современных судах забортная вода из кингстонных ящиков (ледового 20, бортового 24 и днищевое 23) поступает через фильтры 21 в кингстонно – распределительный канал 22, который расположен в МО судна между соседними днищевыми шпангоутами в пространстве двойного дна.

Благодаря кингстонно-распределительному каналу можно подсоединять многие потребители на большом участке по ширине судна, что позволяет уменьшить длину трубопроводов забортной воды.

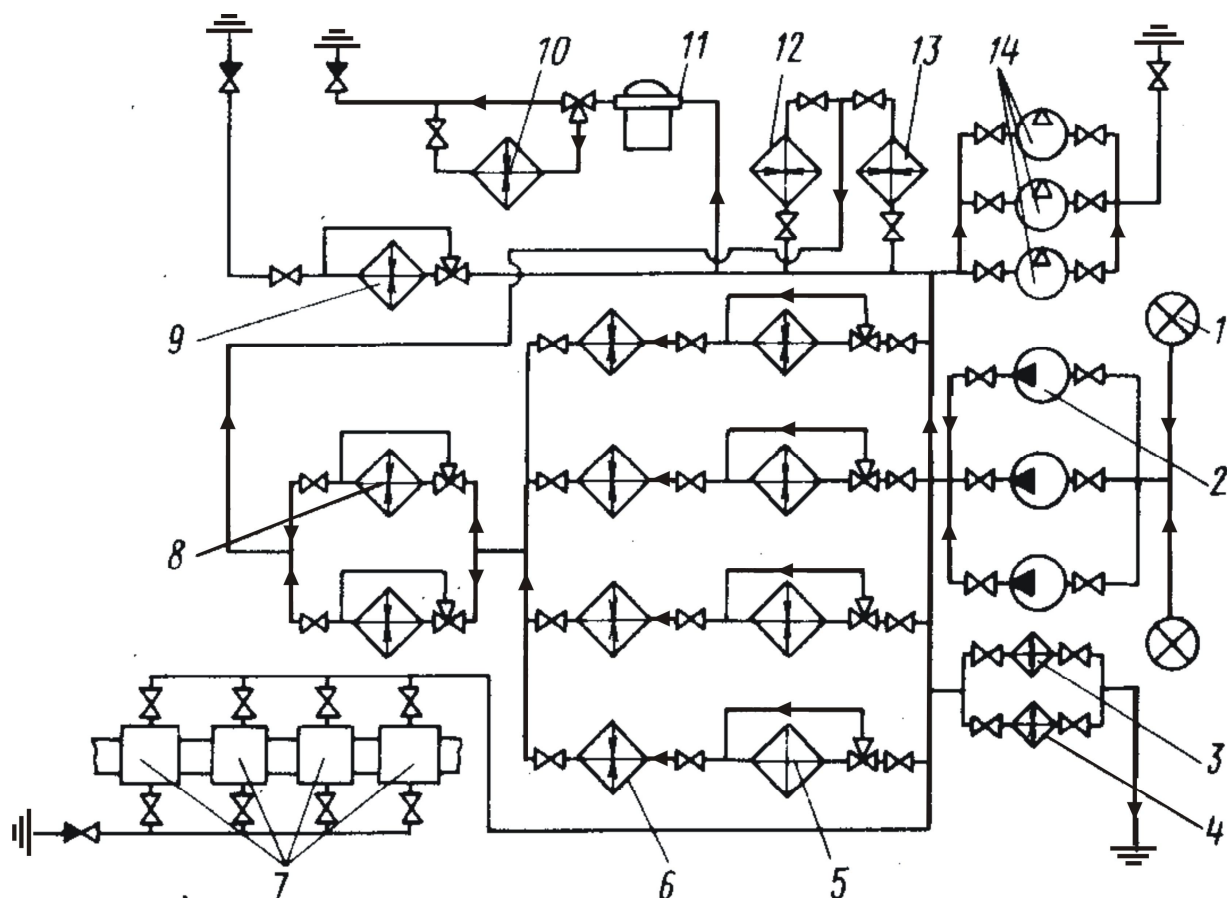
Главный циркуляционный электронасос 19 подает забортную воду в общесудовую магистраль, откуда она поступает на охлаждение теплообменников ГД и ВД, компрессоров 10, подшипников валопровода 2 и маслоохладителя 3 уплотнительной системы дейдвуда, а затем сливается за борт 4.

На ГД забортной водой прокачиваются охладители надувочного воздуха 7, масла 8, пресной воды 9, масла газотурбонагнетателя 5 и топлива 6. В ДГ забортная вода подается на охладители надувочного воздуха 14, масла и воды 13, а затем на слив. Циркуляционный электронасос 18 является резервным для насосов 19 и 17.

На рисунке 4.2 показана принципиальная схема системы, включающая в себя автономные системы охлаждения забортной водой, пресной водой главных и вспомогательных двигателей, форсунок ГД. Система охлаждения забортной водой, единая для всех объектов охлаждения СДУ, обслуживается тремя насосами 2, забирающими воду из магистрали забортной воды, подключенной к днищевому и бортовому кингстоном 1. От напорной магистрали насосов отходит несколько параллельных ветвей. По четырем из них забортная вода подается к маслоохладителям 5 и воздухоохладителям 6 дизель-генераторов, а затем поступает в общий трубопровод и далее в охладители пресной воды 8 главных и вспомогательных ДВС.

По другим ответвлениям от напорного трубопровода забортная вода подается к маслоохладителям ГД 9, конденсатору 10 опреснителя 11, охладителю пресной воды системы охлаждения форсунок ГД 12, охладите-

лю масла палубной гидросистемы 13, компрессорам 14, охладителям чистых и грязных конденсатов 3 и 4, охладителям масла подшипников судового валопровода 7. От всех объектов охлаждения заборная вода отводится через невозвратные клапаны за борт.



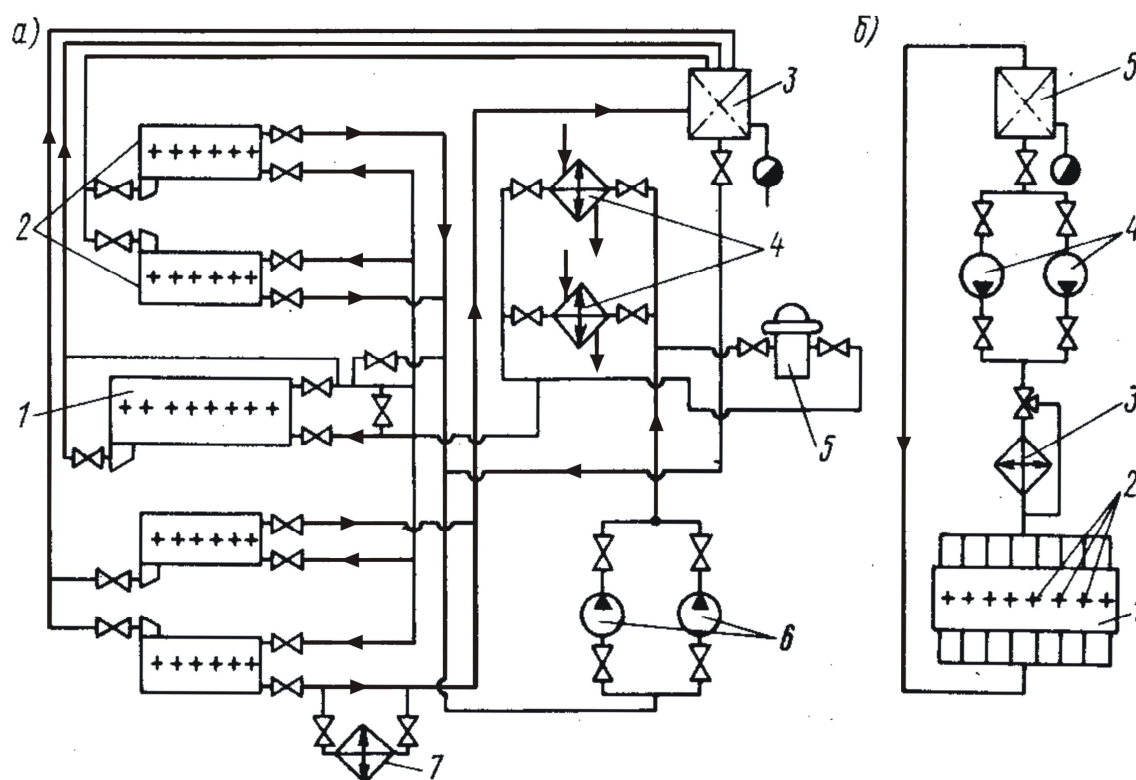
1 – бортовые и днищевой кингстоны; 2 – насос заборной воды; 3, 4 – охладители чистых и грязных конденсатов; 5 – маслоохладитель ДГ; 6 – воздухоохладитель ДГ; 7 – охладитель валопровода; 8 – охладители пресной воды; 9 – маслоохладитель ГД; 10 – конденсатор опреснителя; 11 – опреснитель; 12 – охладитель пресной воды системы охлаждения форсунок ГД; 13 – охладитель масла палубной гидросистемы; 14 – компрессор

Рисунок 4.2 – Принципиальная схема охлаждения заборной водой крупнотоннажного траулера

Количество заборной воды, подаваемой к воздухо- и маслоохладителям, охладителям пресной воды ГД и ДГ, регулируется терморегуляторами, которые в случае недопустимого понижения температуры охлаждающих жидкостей отводят часть заборной воды по байпасным трубопроводам в обход теплообменников.

Система охлаждения пресной водой (рисунок 4.3а), общая для ГД 1 и вспомогательных ДГ 2, включает в себя циркуляционные насосы 6, охладители пресной воды 4, расширительную цистерну 3. Циркуляционные

насосы 6 подают воду к охладителям пресной воды 4 и далее по параллельным трубопроводам на охлаждение главных и вспомогательных ДВС. Нагретая вода от двигателей вновь поступает к приемным патрубкам насосов. В системе предусмотрено использование тепла охлаждающей воды для производства пресной воды в опреснительной установке. С этой целью нагреватель заборной воды опреснителя 5 подключается к системе охлаждения параллельно охладителям пресной воды 4. При полном закрытии клапанов на входе в охладитель пресной воды их роль будет выполнять нагреватель опреснителя. Если при этом пресная вода будет охлаждаться недостаточно, то некоторую ее часть направляют в охладитель пресной воды. Тепло охлаждающей воды вспомогательных ДВС используется и для подогрева мытьевой воды в подогревателе 7, включенным параллельно в систему охлаждения. Контуры системы охлаждения всех двигателей с помощью дренажных трубопроводов связаны с расширительной цистерной 3, которая компенсаторным трубопроводом соединена с приемным патрубком циркуляционных насосов.



а – ГД и вспомогательного ДГ:

1 – ГД; 2 – вспомогательные ДГ; 3 – расширительная цистерна;

4 – охладитель пресной воды; 5 – опреснитель; 6 – циркуляционный насос;

б – форсунки главного ДВС:

1 – ГД; 2 – форсунки; 3 – охладитель воды; 4 – циркуляционный насос;

5 – расширительная цистерна

Рисунок 4.3 – Принципиальная схема охлаждения пресной водой на крупнотоннажном траулере

Циркуляция пресной воды в системе охлаждения форсунок ГД (рисунок 4.3б) осуществляется по контуру: циркуляционные насосы 4; охладитель воды 3; форсунки 2; ГД 1; расширительная цистерна 5; циркуляционные насосы 4.

Такие развитые системы, охватывающие практически все объекты охлаждения, характерны обычно для судов относительно небольшого водоизмещения. На крупных рыбодобывающих судах, рыбообрабатывающих базах и транспортных рефрижераторах большее распространение получили системы, включающие в себя несколько подсистем с автономными контурами циркуляции.

4.2 Методические указания по составлению схем систем охлаждения СДУ

Составление принципиальных схем систем охлаждения рекомендуется проводить в следующей последовательности:

- сначала детально рассматривается теоретическая часть раздела и решаются вопросы по компоновке системы (составляется перечень элементов систем заборной и пресной воды с указанием количества основных и резервных элементов);

- для обозначения элементов системы, её запорной арматуры используются стандартизованные условные обозначения (см. Приложение А);

- принципиальная схема системы охлаждения выполняется на листе формата А1 и располагается вдоль его длинной стороны, выбирая масштаб изображений элементов такой, чтобы поле чертежа было заполнено не менее чем на 80 %;

- рекомендуется начать с построения принципиальной схемы системы охлаждения заборной воды:

- а) в средней зоне листа наносятся обозначения всех ГД, ДГ;
- б) в нижней зоне листа наносятся обозначения: днищевых и бортовых кингстонных ящиков;
- в) наносятся обозначения циркуляционных насосов заборной воды (главных и стояночного), водо-водяных теплообменных аппаратов, воздушных компрессоров, подшипники валопровода (для их охлаждения), вакуумные опреснители и элементы запорной арматуры;
- г) элементы системы соединяются трубопроводами, которые изображаются в виде линий, **строго** параллельных нижнему или боковому срезу листа чертежа;

- затем производят построение контуров системы пресной охлаждающей воды: циркуляционные насосы пресной – ГД и ДГ – деаэратор –

опреснительная вакуумная установка – водоводяной теплообменный аппарат – циркуляционные насосы пресной;

- в верхней зоне листа наносятся обозначения расширительной цистерны, сообщенной с контуром пресной воды;
- завершают построение принципиально схемы системы охлаждения построением контура охлаждения форсунок ГД (см. рисунок 4.3б);
- пересечение линий, изображающих разные трубопроводы, выполняется в виде обвода одной из линий (см. Приложение А);
- направление потока воды в трубопроводах указывается в виде заштрихованного треугольника со сторонами 3...5 мм.

5 СИСТЕМЫ СЖАТОГО ВОЗДУХА

5.1 Назначение и описание систем сжатого воздуха

В СДУ различают системы сжатого воздуха низкого (до 1 МПа), среднего (до 3 МПа). Воздух низкого давления используется для хозяйственных нужд судна и СДУ (продувание механизмов, кингстонов, тифонов), среднего давления – в основном для пуска и реверса ГД.

Обычно в состав системы входят поршневые электрокомпрессоры, водомаслоотделители, баллоны для хранения воздуха, редукционные клапаны, трубопроводы, контрольно-измерительные приборы и устройства автоматического регулирования системы.

Согласно Правилам МРС воздух для пуска ГД должен храниться в двух баллонах одинаковой вместимости. Запас пускового воздуха на судне также определен Правилами МРС, в соответствии с которыми требуется, чтобы он был достаточным для 12 последовательных пусков (попеременно на передний и задний ход) каждого реверсивного ГД. Для пуска нереверсивных ГД запас воздуха должен быть достаточным для шести пусков двигателя наибольшей мощности, а при наличии более двух двигателей – для трех пусков каждого двигателя. Для ДГ допускается применять один баллон, вместимость которого должна быть такой, чтобы обеспечить шесть последовательных пусков одного двигателя. Если ДГ расположены на разных бортах судна, ставят по одному баллону на каждый борт. Между собой баллоны соединяют трубопроводом.

При размещении ГД в двух помещениях, разделенных водонепроницаемой переборкой, в каждом из них устанавливают не менее чем по одному баллону на разных бортах и по одному главному компрессору.

Сжатый воздух на судне расходуется не только для пуска двигателей, но и для других нужд, поэтому если он забирается из баллонов пускового воздуха, то их вместимость должна быть соответственно увеличена. Например, при использовании сжатого воздуха для подачи звукового сиг-

нала с помощью тифона, необходимо увеличить вместимость пусковых баллонов на количество воздуха, требующегося для непрерывной работы тифона в течение 8 мин у буксиров и 6 мин у других судов.

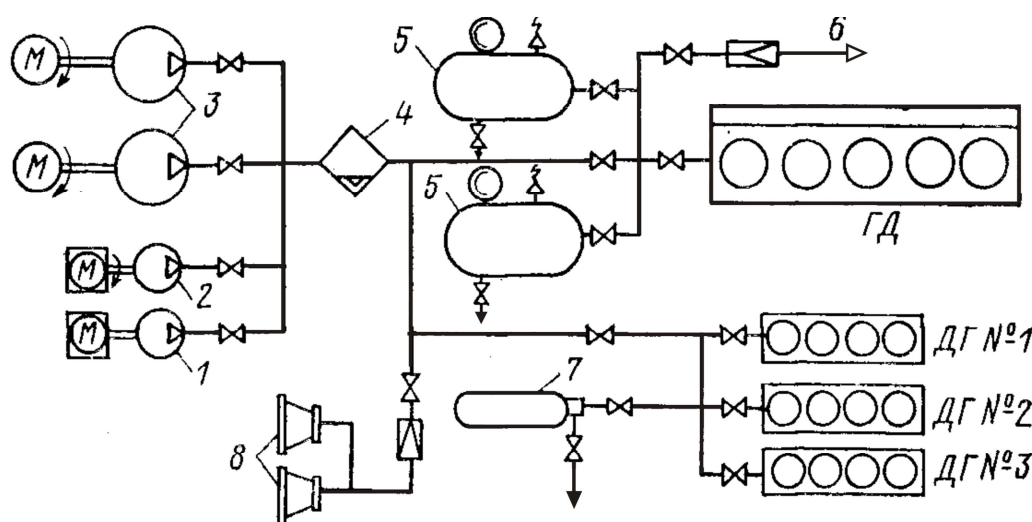
Баллоны пускового воздуха представляют собой крупногабаритные цилиндрические емкости. Их обычно устанавливают в МО по бортам в районе платформы с уклоном в корму для скопления конденсата в местах расположения клапанов продувания. Каждый баллон должен быть оснащен манометром, предохранительным клапаном и другой арматурой.

Запас сжатого воздуха пополняется с помощью главных компрессоров, которых должно быть не менее двух (один резервный), и одного первичного компрессора с автономным двигателем. Последний позволяет создать необходимый запас сжатого воздуха для запуска ДГ («оживления» установки), а затем может быть запущен один из электрокомпрессоров. Компрессорная станция может иметь в своем составе и подкачивающий электрокомпрессор меньшей подачи по сравнению с основным, который позволяет пополнять расход сжатого воздуха при меньших затратах электроэнергии.

Согласно Правилам МРС подача каждого главного компрессора должна быть такой, чтобы обеспечить заполнение пусковых баллонов ГД в течение 1 ч, начиная от давления, при котором возможен последний пуск или маневр, до рабочего начального давления.

При размещении ГД в двух помещениях, разделенных водонепроницаемой переборкой, в каждом из них должно быть размещено по одному пусковому баллону на разных бортах и по одному главному компрессору.

Системы сжатого воздуха на дизельных судах представлена на рисунке 5.1.



1 – автономный дизель – компрессор; 2 – подкачивающий компрессор; 3 – главный компрессор; 4 – водомаслоотделитель; 5, 7 – баллоны сжатого воздуха; 6 – на хозяйственные нужды; 8 – тифон

Рисунок 5.1 – Система сжатого воздуха дизельного судна

Баллоны пускового воздуха 5 и 7 соответственно ГД и ДГ заполняются с помощью одного из главных компрессоров 3 через водомаслоотделитель 4 с автоматическим спуском конденсата. Из баллонов часть воздуха через редуктор направляется на хозяйственные нужды 6 и к тифонам 8. По мере расходования воздуха и снижения давления в баллонах пополнение осуществляется автоматизированным подкачивающим компрессором 2. При большом расходе пускового воздуха, что бывает при маневрировании ГД, включается в работу главный электрокомпрессор. Начальное (или аварийное) заполнение баллона 7 осуществляется автономным дизель – компрессором 1 с ручным пуском.

5.2 Методические указания по составлению схем систем сжатого воздуха СДУ

Составление принципиальных схем системы сжатого воздуха рекомендуется проводить в следующей последовательности:

- сначала детально рассматривается теоретическая часть раздела и решаются вопросы по компоновке системы (составляется перечень элементов каждого трубопровода системы с указанием количества основных и резервных элементов);
- для обозначения элементов системы используются стандартизованные условные обозначения (см. Приложение А);
- принципиальная схема системы сжатого воздуха выполняется на листе формата А1 и располагается вдоль его длинной стороны, выбирая при этом масштаб изображений такой, чтобы поле чертежа было заполнено не менее чем на 80%;
- наносятся обозначения всех ГД, ДГ;
- наносятся обозначения: условные изображения всех компрессоров, баллонов сжатого воздуха, водомаслоотделителей, элементов запорной и регулирующей арматуры системы;
- элементы системы соединяются трубопроводами, которые изображаются в виде линий, **строго** параллельных нижнему или боковому срезу листа чертежа;
- пересечение линий, изображающих разные трубопроводы, выполняется в виде обвода одной из линий (см. Приложение А);
- направление движения воздуха в трубопроводах указывается в виде не затупленного треугольника со сторонами 3...5 мм.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

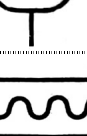
- 1 Судовые энергетические установки/Г.А. Артемов, В.П. Волошин, Ю.В. Захаров, А.Я. Шквар. – Л.: Судостроение, 1987. – 480 с.
- 2 Системы судовых энергетических установок: Учебное пособие/Г.А. Артемов, В.П. Волошин, А.Я. Шквар, В.П. Шостак. – Л.: Судостроение, 1980. – 320 с.
- 3 Коршунов Л.П. Энергетические установки промысловых судов: Учебник/Л.П. Коршунов. – Л.: Судостроение, 1991. – 360 с.
- 4 Маслов В.В. Совершенствование эксплуатации систем судовых дизелей/ В.В. Маслов. – М.: Транспорт, 1984. – 253 с.
- 5 ГОСТ 21. 205 – 930 УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ. Введен в действие с 1 июля 1994 г. в качестве государственного стандарта Российской Федерации Постановлением Госстроя России с 5 апреля 1994 г. № 18—29.

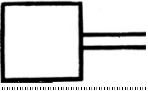
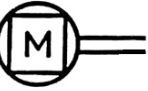
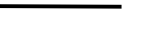
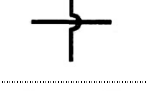
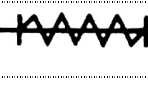
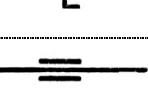
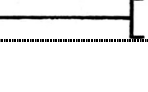
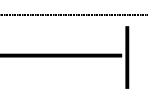
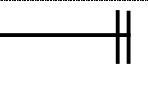
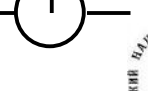
Приложение А

Обозначения условные графические в схемах

Наименование	Обозначение
1. Цистерны	
2. Аккумулятор гидравлический или пневматический:	
а) пневматический (реси-вер, баллон, воздухосборник)	
б) гидравлический (без указания принципа действия)	
г) пневмогидравлический	
3. Фильтр для жидкости или воздуха	
4. Влаго- или маслоотделитель:	
а) с ручным спуском конденсата	
б) с автоматическим спуском конденсата	
5. Сепаратор (водоотделитель)	
6. Конденсатоотводчик (конденсационный горшок)	
7. Охладитель жидкости или воздуха	
8. Нагреватель жидкости или воздуха	
9. Охладитель и нагреватель (снаружи ромба изображается трубопровод охлаждающей или подогревающей среды)	
10. Форсунка	
11. Заливная горловина, воронка, заправочный штуцер и т.п.	

Наименование	Обозначение
Арматура	
1. Клапан (вентиль) запорный:	
а) проходной	
б) угловой	
2. Клапан (вентиль) трехходовой	
3. Клапан (вентиль) регулирующий:	
а) проходной	
б) угловой	
4. Клапан обратный:*	
а) проходной	
б) угловой	
5. Клапан предохранительный:	
а) проходной	
б) угловой	
6. Клапан дроссельный	
7. Клапан редукционный**	
8. Задвижка	
9. Затвор поворотный	
10. Кран:	
а) проходной	
б) угловой	
11. Кран трехходовой	
* Движение рабочей среды через клапан должно быть направлено от белого треугольника к черному.	
** Вершина треугольника должна быть направлена в сторону повышенного давления.	

Наименование	Обозначение
Насосы и двигатели гидравлические и пневматические	
1. Насос постоянной производительности:	
а) с постоянным направлением потока	
б) с реверсивным потоком	
2. Компрессор	
3. Ваккум-насос	
4. Насос ручной	
5. Насос шестеренчатый	
6. Насос винтовой	
7. Насос ротационный лопастной (пластинчатый)	
8. Насос лопастной центробежный	
9. Насос струйный (эжектор, инжектор, элеватор водоструйный и пароструйный):	
а) общее назначение	
б) насос водоструйный	
в) насос пароструйный	
10. Вентилятор:	
а) центробежный	
б) осевой	

Наименование	Обозначение
Элементы привода	
1. Двигатель	
Общее обозначение	
2. Двигатель (мотор) тепловой	
Общее обозначение	
Элементы трубопроводов	
1. Трубопровод (общее обозначение)	
2. Соединение трубопроводов	
3. Перекрещивание трубопроводов (без соединения)	
4. Трубопровод гибкий (шланг)	
5. Изолированные участки трубопровода	
6. Соединение элементов трубопроводов разъемное:	
а) общее назначение	
б) фланцевое	
в) штуцерное резьбовое	
г) муфтовое резьбовое	
7. Конец трубопровода под разъемное соединение:	
а) общее назначение	
б) фланцевое	
в) штуцерное резьбовое	
8. Конец трубопровода с заглушкой (пробкой):	
а) общее назначение	
б) фланцевый	
в) резьбовой	
9. Фильтр магнитный	
10. Фонарь смотровой	

Заказ № _____ от «____» _____ 2010 г. Тираж _____ экз.
Изд-во СевНТУ