ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 71494— 2024

СИСТЕМА ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ СУДОВАЯ

Правила и нормы проектирования

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Научно-исследовательским институтом стандартизации и сертификации «Лот» Федерального государственного унитарного предприятия «Крыловский государственный научный центр» (НИИ «Лот» ФГУП «Крыловский государственный научный центр»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 005 «Судостроение»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11 июля 2024 г. № 913-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2024

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Назначение и состав 2
5 Правила проектирования 3
5.1 Общие правила и нормы 3
5.2 Теплогенераторы 3
5.3 Циркуляционные насосы 4
5.4 Отопительные приборы 4
5.5 Трубопроводы 4
5.6 Арматура 6
5.7 Расширительная цистерна 6
6 Методика теплового расчета и выбора основных элементов оборудования 9
6.1 Тепловой расчет системы 9
6.2 Выбор отопительных приборов 10
6.3 Выбор теплогенератора 10
6.4 Выбор циркуляционного насоса 11
7 Определение диаметра трубопровода 12
8 Выбор расширительной цистерны 12
Приложение А (рекомендуемое) Типовые схемы системы водяного отопления 14
Приложение Б (рекомендуемое) Форма таблиц для расчета суммарных теплопотерь помещений и выбора отопительных приборов 18
Библиография 19

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СИСТЕМА ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ СУДОВАЯ

Правила и нормы проектирования

Ship water heating system. Rules and standards of designing

Дата введения — 2024—09—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает состав основного оборудования системы водяного отопления (СВО), правила выбора и размещения оборудования и трубопроводов в судовых помещениях, а также методику расчета СВО.

Настоящий стандарт распространяется на двухтрубную СВО помещений морских судов, судов внутреннего плавания и плавсредств (далее — суда).

Стандарт предназначен для проектирования систем отопления с теплоносителем водой или водным раствором.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 5648 Трубопроводы судовые. Правила нанесения отличительных и предупреждающих знаков

ГОСТ 22270 Системы отопления, вентиляции и кондиционирования. Термины и определения

ГОСТ 24389 Системы кондиционирования воздуха, вентиляции и отопления судов. Расчетные параметры воздуха и расчетная температура забортной воды

ГОСТ 31311 Приборы отопительные. Общие технические условия

ГОСТ 32415 Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления. Общие технические условия

ГОСТ Р 58067—2018 Техническое обеспечение строящихся, переоборудуемых и ремонтируемых судов. Системы отопления судовых помещений. Требования

ГОСТ Р 58881 Обозначения условные графические в схемах судовых систем и систем энергетических установок

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

Издание официальное

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 22270, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **теплогенератор:** Установка, в которой тепловая энергия сжигаемого топлива, греющего пара или выхлопных газов двигателей судовой силовой установки передается воде.

3.2 **магистраль:** Главная линия трубопровода системы водяного отопления, по которой распределяется или в которую собирается перемещаемая среда.

3.3 **маломерное судно:** Судно любого типа, с длиной корпуса 20 м и менее.

3.4 **циркуляционный насос:** Насос, искусственно создающий циркуляцию воды в системе водяного отопления (для СВО с искусственной циркуляцией).

3.5 **подкачивающий насос:** Насос, служащий для создания циркуляции воды в период прогрева системы водяного отопления (для СВО с естественной циркуляцией).

3.6 **радиатор:** Отопительный прибор конвективного типа с преобладанием теплоотдачи излучением.

3.7 **расширительная цистерна:** Цистерна, служащая для компенсации изменения объема воды в системе водяного отопления.

3.8 **расширительная цистерна мембранного типа:** Мембранный расширительный бак, который применяется для компенсирования увеличения объема воды вследствие ее температурного расширения в системе водяного отопления.

3.9 **система водяного отопления с естественной циркуляцией воды:** Система, перемещение воды в которой происходит за счет разности плотности отработавшей воды и теплоносителя.

3.10 **система водяного отопления с искусственной циркуляцией воды:** Система, перемещение воды в которой происходит с помощью циркуляционных насосов.

3.11 **система водяного отопления с тупиковой разводкой:** Система, в которой вода в магистралях подвода теплоносителя и магистралях отвода отработавшей воды движется в противоположных направлениях.

3.12 **система водяного отопления с попутной разводкой:** Система, в которой вода в магистралях подвода теплоносителя и магистралях отвода отработавшей воды движется в одном направлении.

3.13 **теплоноситель:** Рабочая среда, осуществляющая передачу тепла судовым помещениям и оборудованию.

Примечание — В качестве теплоносителя СВО применяются горячая вода или водные растворы.

3.14 **открытая система водяного отопления:** Система, в которой расширительная цистерна сообщается с атмосферой.

3.15 **закрытая система водяного отопления:** Система, в которой расширительная цистерна не сообщается с атмосферой (изменение объема воды в системе компенсируется воздушной подушкой в расширительной цистерне).

4 Назначение и состав

4.1 СВО предназначена для подачи теплоносителя к отопительным приборам, установленным в помещениях, с целью обеспечения надлежащей системой отопления помещений в соответствии с требованиями Конвенции [1], а также требованиями сохранности механизмов, приборов и оборудования.

В зависимости от условий эксплуатации судна и типа потребителей тепла СВО в качестве теплоносителя необходимо выбрать рабочую среду. В СВО теплоноситель должен соответствовать требованиям ГОСТ Р 58067—2018 (пункт 5.4.1).

4.2 На судах, где СВО является основным средством отопления помещений, теплоноситель системы может быть использован для подогрева пресной воды, обогрева водяных и других цистерн и для прочих судовых нужд.

4.3 СВО, как правило, состоит из следующего основного оборудования и элементов:

- теплогенератора;
- циркуляционного насоса;
- подкачивающего насоса;
- отопительных приборов;
- трубопровода;

- расширительной цистерны/расширительной цистерны мембранного типа;
- регулирующей и запорной арматуры;
- воздушного клапана.

5 Правила проектирования

5.1 Общие правила и нормы

5.1.1 На судах следует применять СВО с искусственной циркуляцией или с естественной циркуляцией рабочей среды.

СВО с естественной циркуляцией рабочей среды целесообразно применять при следующих условиях:

- на маломерных судах, если расстояние отопительных приборов от теплогенератора составляет не более 30 м и расстояние по вертикали от центра ближайшего отопительного прибора до центра теплогенератора не менее 3 м;
- если давление, создаваемое за счет разности плотности отработавшей воды и теплоносителя, превышает 5 Па (0,50 кгс/м^2) на 1000 мм длины наибольшего циркуляционного кольца.

Примечание — СВО с искусственной циркуляцией воды приведена на рисунках А.1 — А.2, СВО с естественной циркуляцией воды приведена на рисунке А.3.

5.1.2 СВО может быть с попутной или с тупиковой разводкой. СВО с тупиковой разводкой целесообразно применять при числе радиаторов не больше трех. СВО с тупиковой разводкой приведена на рисунке А.4. СВО с попутной разводкой приведена на рисунке А.5.

5.1.3 СВО может быть открытая или закрытая. Открытая СВО приведена на рисунке А.1. Закрытая СВО приведена на рисунках А.2 и А.3. Схема закрытой СВО с искусственной циркуляцией воды и с расширительной цистерной мембранного типа приведена на рисунке А.6.

5.1.4 На судах, эксплуатируемых в районах с холодным климатом, следует предусмотреть установку резервного подогревателя воды.

5.1.5 Для обеспечения полного удаления воды и осушения трубопроводов и всех водяных полостей механизмов, аппаратов и оборудования СВО следует предусмотреть возможность продувки их воздухом от системы сжатого воздуха низкого давления.

5.1.6 В СВО должно быть предусмотрено устройство для подпитки системы пресной водой.

5.1.7 Трубы и арматуру крепят подвесками к ребрам жесткости или к специально приваренным к этим конструкциям опорам. Расстояние между подвесками следует принимать в зависимости от диаметра трубопровода по действующей нормативной документации (НД), но не более 2 м. Трубы должны быть закреплены так, чтобы не было препятствий к их тепловому расширению.

5.1.8 Расчетная температура и относительная влажность наружного воздуха и воздуха в судовых помещениях, а также температура забортной воды — по ГОСТ 24389.

Примечания

1 Допускается уточнение расчетных параметров с учетом технического задания на судно, а также значений, приведенных в [2].

2 Расчетную разность температур теплоносителя и отработавшей воды рекомендуется принимать равной 25 °С.

3 Расчетную температуру теплоносителя на входе в радиатор целесообразно принимать не выше 95 °С.

5.1.9 Предельные скорости движения воды в трубопроводах не должны превышать 1,5 м/с.

5.1.10 В системах отопления с трубопроводами из полимерных материалов по ГОСТ 32415 расчетная температура теплоносителя должна быть не выше 90 °С.

5.2 Теплогенераторы

5.2.1 В качестве теплогенераторов, как правило, применяют отопительные водогрейные котлы, паровые, электрические и пароэлектрические подогреватели воды, утилизационные котлы, камбузные плиты-котлы.

5.2.2 Число теплогенераторов на судне должно быть определено в каждом конкретном случае в зависимости от теплопроизводительности СВО и возможности их размещения.

5.2.3 Приборы и арматура, устанавливаемые на теплогенераторах, должны обеспечивать автоматическое поддержание заданной температуры нагреваемой воды.

Примечания

1 Рекомендуется предусматривать регуляторы, обеспечивающие автоматическое поддержание температуры теплоносителя в зависимости от температуры наружного воздуха.

2 Допускается снижение температуры теплоносителя при температуре *t* наружного воздуха ниже минус 25 °С.

5.3 Циркуляционные насосы

5.3.1 В качестве циркуляционных насосов в СВО с искусственной циркуляцией следует применять низконапорные центробежные насосы. Циркуляционный насос, как правило, включают в магистраль отработавшей воды.

Примечания

1 При необходимости на судах, кроме основного циркуляционного насоса, допускается предусматривать резервный циркуляционный насос.

2 Размещение циркуляционного насоса до или после теплогенератора рекомендуется определять с учетом характеристик уплотнения насоса.

3 Для минимизации работ по техническому обслуживанию в период эксплуатации СВО, а также защиты циркуляционного насоса от повреждения твердыми частицами рекомендуется в СВО устанавливать сетчатые фильтры по действующей НД.

5.4 Отопительные приборы

5.4.1 В качестве отопительных приборов для СВО применяют судовые ребристые радиаторы из цветных металлов по действующей НД, стальные пластинчатые радиаторы и конвекторы, используемые в жилищном строительстве, по действующей НД, а также любые другие радиаторы, обеспечивающие их эксплуатацию в судовых условиях.

Отопительные приборы должны соответствовать требованиям ГОСТ 31311. Конструкция отопительного прибора должна обеспечивать удобную очистку от загрязнений, а также в зависимости от условий размещения его покрытие должно выдерживать многократное воздействие чистящих средств.

Примечание — Высокая коррозионная стойкость и долговечность стальных радиаторов обеспечивается при содержании кислорода в воде не более 0,05 г на 1 $м^3$ воды. При невозможности обеспечить указанное условие рекомендуется применять конвекторы по действующей НД, у которых толщина стенки теплообменной поверхности 2,5 мм против 1,5 мм у радиаторов.

5.4.2 Целесообразно объединять в группы отопительные приборы для помещений пассажиров, экипажа судна, санитарных помещений, пищевого блока и т. д.

Отопительные приборы следует размещать с учетом путей эвакуации пассажиров и экипажа судна.

5.4.3 Отопительные приборы размещают так, чтобы во всем помещении была равномерная температура. В помещениях, граничащих с бортом, отопительные приборы, как правило, располагают у борта, а во внутренних помещениях — у наиболее интенсивно охлаждаемых переборок. Поверхности отопительных приборов должны отстоять от изоляции бортов или переборок, мебели и других предметов не менее чем на 50 мм.

5.4.4 Температура на поверхности отопительных приборов не должна превышать плюс 75 °С, при более высоких значениях температур на поверхности отопительных приборов необходимо предусматривать защитные кожухи, защитные ограждения или теплоизоляцию трубопроводов для предупреждения возможных ожогов работающих.

5.4.5 В архитектурно оформленных помещениях отопительные приборы устанавливают с учетом требований к этим помещениям.

5.4.6 Не разрешается устанавливать отопительные приборы у изголовья коек, под койками, диванами, под приемными патрубками вытяжной вентиляции.

5.4.7 Размещение отопительных приборов в местах хранения баллонов со сжатыми газами необходимо проводить с учетом техники безопасности при хранении газовых баллонов по действующей НД.

5.5 Трубопроводы

5.5.1 Трубопроводы прокладывают с минимальным количеством погибов и резких переходов с одного сечения на другое, с учетом их самокомпенсации при тепловом расширении.

Соединения трубопроводов должны быть расположены в доступных для разборки местах.

5.5.2 Для обеспечения движения воздуха горизонтальные участки магистрали теплоносителя следует прокладывать с подъемом не менее 0,005 м на 1 м длины к устройствам, через которые удаляется воздух. Трубопроводы к отопительным приборам от стояков необходимо прокладывать с уклоном не менее 0,010 м на 1 м длины: теплоносителя — в сторону прибора, отработавшей воды — в сторону стояка.

5.5.3 Магистраль отработавшей воды прокладывают с уклоном не менее 5 мм в сторону теплогенератора.

При наличии на магистрали вертикальных петель должен быть предусмотрен отвод от них воздуха.

Примечание — Допускается прокладывать магистрали теплоносителя и отработавшей воды при скорости движения воды в них 0,25 м/с и более без уклона.

5.5.4 При применении для удаления воздуха проточной расширительной цистерны, через которую проходит вся вода, циркулирующая в системе, магистральный трубопровод от указанной цистерны прокладывают с уклоном по движению воды.

5.5.5 В СВО основные магистральные трубопроводы должны быть полностью изолированы. Изоляция трубопроводов к потребителям производится по необходимости в зависимости от материала трубопровода и его прокладки.

Материал трубопровода должен быть химически стойким к примененному теплоносителю.

Не рекомендуется прокладывать магистральные трубопроводы СВО через неотапливаемые помещения. Если это необходимо, то трубы в таких помещениях должны быть покрыты изоляцией.

Изоляцию труб также следует предусматривать при прокладке их за мебелью и в местах, где имеется вероятность получения ожогов.

Главный стояк от теплогенератора до расширительной цистерны должен быть изолирован, а в системах с естественной циркуляцией следует также изолировать и магистраль отработавшей воды, расположенную ниже центра нагрева теплогенератора.

5.5.6 В архитектурно оформляемых помещениях допускается только скрытая прокладка труб, при этом трубы, по возможности, не должны иметь путевых соединений.

5.5.7 Прокладка трубопроводов через водонепроницаемые переборки, палубы и другие водонепроницаемые конструкции должна быть выполнена с применением переборочных стаканов, привариышей или иных соединений, обеспечивающих непроницаемость конструкции.

5.5.8 Расстояние от поверхности труб (изоляции) СВО до набора корпуса, переборок, палуб должно быть не менее 25 мм.

При нижней разводке труб расстояние от настила палубы до поверхности изоляции трубы принимают не менее 50 мм.

5.5.9 В местах возможного повреждения труб или порчи их изоляции трубы должны быть закрыты съемными защитными кожухами.

5.5.10 Над главными и аварийными распределительными щитами, пультом управления гребными электродвигателями и за ними прокладка трубопроводов не допускается.

Допускается прокладка трубопроводов с лицевой и боковой сторон щитов и пультов управления на расстоянии не менее 1500 мм.

На судах, где это требование выполнить невозможно, допускается прокладка трубопроводов с лицевой и боковой сторон щита и пульта управления на расстоянии не менее 500 мм от них при условии, что на расстоянии 1500 мм до щитов и пультов и вдоль них трубопроводы не будут иметь разъемных соединений на всем протяжении или соединения будут защищены оградительными кожухами.

5.5.11 Не допускается прокладка трубопроводов через:

- специальные помещения электрического оборудования (помещения или места, предназначенные исключительно для электрического оборудования, доступные только для обслуживающего персонала), а также через аккумуляторные, гирокомпасные посты, телефонные станции, радиорубки, специальные хранилища и другие подобные помещения;
- топливные, масляные, водяные, креновые и дифферентные цистерны, а также через грузовые трюмы, предназначенные для перевозки легковоспламеняющихся и взрывоопасных грузов;
- помещения, в которых хранятся или применяются вещества, образующие при контакте с теплоносителем или его парами взрывоопасные смеси, или вещества, способные к самовозгоранию или взрыву при взаимодействии с теплоносителем.

5.5.12 На трубопроводах СВО должны быть предусмотрены спускные пробки или спускные клапаны.

5.5.13 Теплоизоляцию труб следует проводить по действующей НД.

Температуру на поверхности изоляции трубопроводов, материал труб и определение пробных давлений при их испытании на прочность и плотность, следует определять по действующей НД.

5.5.14 Изготовление, монтаж и испытание трубопроводов, в том числе из полимерных материалов, в цехе и на судне следует выполнять по действующей НД.

5.5.15 Отличительная окраска трубопроводов СВО — по ГОСТ 5648.

5.6 Арматура

5.6.1 Для удобства регулирования температуры воздуха помещений и ремонта СВО на ответвлениях от магистралей, предназначенных для отдельных групп потребителей, следует устанавливать запорные краны или клапаны. Их устанавливают непосредственно на магистралях, по возможности группируя в удобных для управления местах. Для удаления воздуха из системы следует применять воздушные клапаны.

В разветвленных СВО с большим количеством потребителей следует устанавливать регулирующие или балансировочные клапаны на каждой ветке на коллекторе или на значительной группе потребителей. Арматура устанавливается на возвратном трубопроводе от потребителей.

5.6.2 На трубопроводе подвода воды к отопительному прибору следует установить регулирующую арматуру (вентили или клапаны).

5.6.3 В жилых и общественных помещениях рекомендуется устанавливать автоматические терморегуляторы на входе воды в отопительный прибор. При наличии в помещении нескольких отопительных приборов терморегуляторы устанавливают на магистрали теплоносителя.

При применении декоративных экранов или при неудобном доступе к отопительным приборам терморегуляторы должны иметь термоголовку с выносным датчиком. Датчик температуры следует устанавливать в отапливаемом помещении на высоте около 1000 мм от уровня палубы таким образом, чтобы на него не было воздействия каких-либо источников тепла или холода.

5.6.4 Арматуру для отключения отопительных приборов, расположенных в местах, где возможна отрицательная температура, следует устанавливать в смежном отапливаемом помещении.

5.6.5 Регулирующие клапаны или вентили отопительных приборов, установленных в помещениях радиорубок и их агрегатных, аккумуляторных и других специальных помещениях, должны быть вынесены в смежные помещения.

5.6.6 Запорную арматуру следует устанавливать:

- для отключения и спуска воды от отдельных ветвей и стояков систем отопления;
- перед автоматически управляемыми клапанами;
- для отключения части или всех отопительных приборов в помещениях, в которых отопление используется периодически или частично.

5.6.7 Маховики и рукоятки запорной и регулирующей арматуры у отопительных приборов должны быть изготовлены из нетеплопроводного материала или быть оклетневанными согласно действующей НД.

Температура на поверхности маховиков и рукояток должна быть не выше 60 °С.

5.6.8 Вся регулирующая и запорная арматура, кроме непосредственно устанавливаемой у отопительных приборов, должна иметь отличительные планки с указанием назначения арматуры.

Регулирующую и запорную арматуру на ответвлениях от стояков отопления следует размещать в местах с учетом возможности свободного доступа к ним технического персонала.

Материал арматуры следует определять по действующей НД.

5.6.9 Условные графические обозначения в схемах СВО следует принимать по ГОСТ Р 58881.

5.7 Расширительная цистерна

5.7.1 Расширительную цистерну устанавливают:

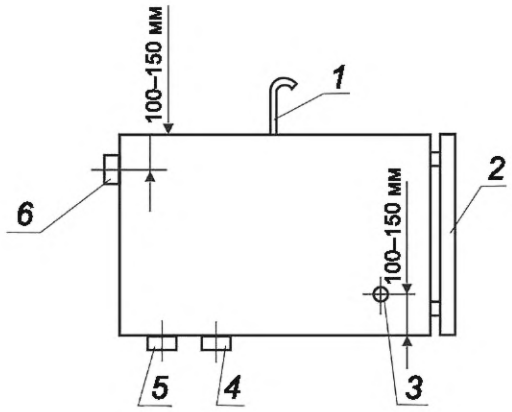
- в открытых СВО — в наивысшей точке системы (рекомендуется размещать ее в кожухе дымовой трубы);
- в закрытых СВО — в любом теплом месте (рекомендуется размещать в районе теплогенератора).

При невозможности размещения расширительной цистерны в теплом месте необходимо предусмотреть ее изоляцию по действующей НД и свободный доступ к расширительной цистерне.

Расширительную цистерну мембранного типа изолировать не допускается.

5.7.2 Расширительная цистерна в открытых СВО должна быть снабжена патрубками для присоединения расширительной, воздушной и переливной трубы.

В зависимости от подключения цистерны к системе она может быть проточной и непроточной. При размещении непроточной расширительной цистерны в местах, где возможна отрицательная температура, для предотвращения замерзания воды в ней должна быть предусмотрена циркуляционная труба. Расширительная цистерна в открытой СВО с патрубками для присоединения труб показана на рисунке 1.

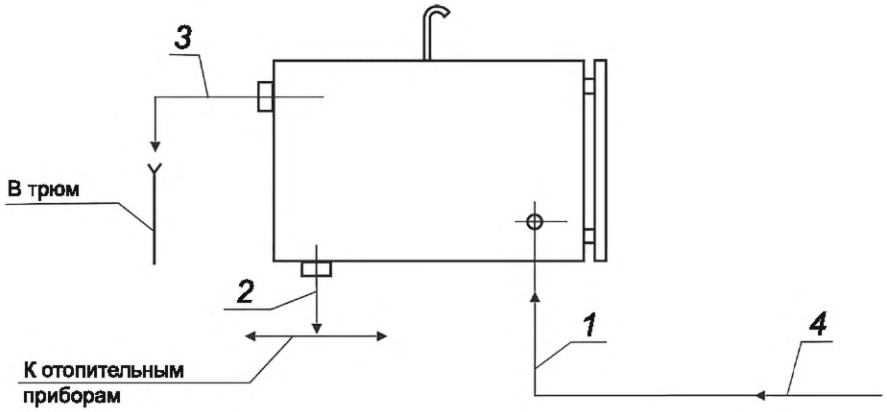


1 — воздушная труба, *2* — водомерное стекло, *3* — патрубок расширительной трубы, *4* — патрубок расходной трубы (для проточной цистерны), *5* — патрубок циркуляционной трубы (для непроточной цистерны), *6* — патрубок переливной трубы

Рисунок 1 — Расширительная цистерна в открытой СВО с патрубками для присоединения труб

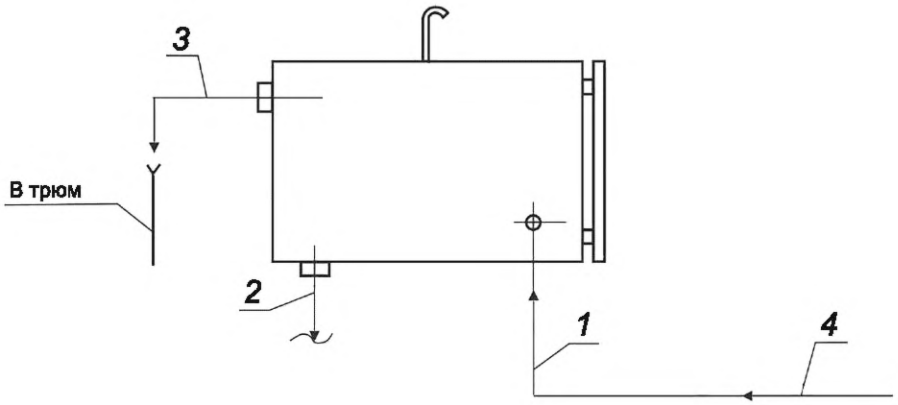
5.7.3 Для открытых систем с искусственной циркуляцией воды расширительную трубу присоединяют к магистрали отработавшей воды перед всасывающим патрубком насоса. Допускается присоединять расширительную трубу к магистрали теплоносителя, при этом давление во всех точках системы должно быть выше атмосферного, что определяется высотой установки расширительной цистерны, и должно быть проверено расчетом согласно 8.5.

5.7.4 Схемы соединений открытой расширительной цистерны к СВО с искусственной циркуляцией воды показаны на рисунках 2 и 3.



1 — расширительная труба; *2* — расходная труба; *3* — переливная труба; *4* — магистраль отработавшей воды

Рисунок 2 — Схема соединения расширительной проточной цистерны к СВО с искусственной циркуляцией воды



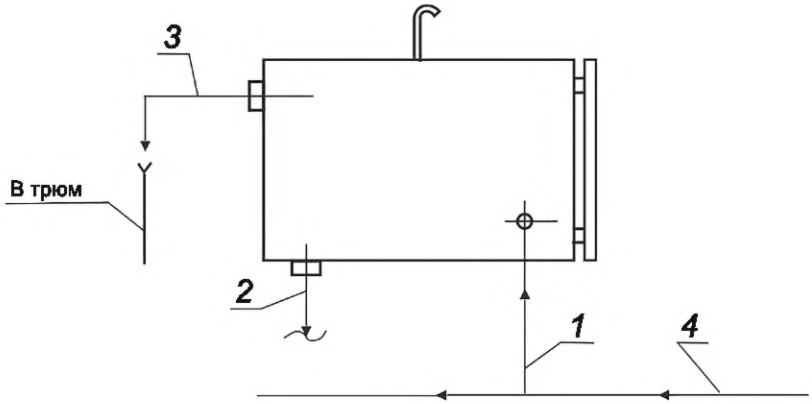
1 — расширительная труба; *2* — циркуляционная труба; *3* — переливная труба; *4* — магистраль отработавшей воды

Рисунок 3 — Схема соединения непроточной расширительной цистерны с СВО с искусственной циркуляцией воды

5.7.5 Циркуляционную трубу следует подключать к магистрали отработавшей воды на расстоянии не менее 1 м от места присоединения расширительной трубы или к ближайшему стояку (магистрали) отработавшей воды.

5.7.6 Для открытых систем с естественной циркуляцией воды расширительную трубу присоединяют к высшей точке магистрали теплоносителя.

5.7.7 Схема соединений открытой расширительной цистерны к СВО с естественной циркуляцией воды показана на рисунке 4.



1 — расширительная труба; *2* — циркуляционная труба; *3* — переливная труба; *4* — магистраль теплоносителя

Рисунок 4 — Схема соединения непроточной расширительной цистерны к СВО с естественной циркуляцией воды

5.7.8 Переливную трубу следует выводить к месту установки арматуры для подпитки системы со сливом воды через воронку в переносную емкость (для уменьшения объема льяльных вод) или в трюм. Площадь сечения переливной трубы должна составлять не менее 1,25 площади сечения расширительной трубы. При диаметре расширительной трубы не менее 50 мм диаметр переливной трубы может не превышать диаметр расширительной трубы.

5.7.9 Запрещается устанавливать запорную арматуру на расширительной, воздушной и переливной трубах. Воздушную трубу следует выводить в атмосферу.

При подсоединении расширительной трубы к магистрали теплоносителя для возможности регулировки на расширительной трубе допускается установка запорного клапана. После регулировки СВО клапан пломбируют.

5.7.10 Если удаление воздуха из системы предусмотрено через расширительную цистерну, то сечение расширительной цистерны должно быть таким, чтобы скорость воды в ней была не более 0,05 м/с.

5.7.11 В закрытых СВО расширительные цистерны должны быть оборудованы расширительной трубой и предохранительным клапаном, если последний не предусмотрен непосредственно на водогрейном котле, а также трубопроводом подвода сжатого воздуха низкого давления для поддержания воздушной подушки.

5.7.12 В закрытых СВО расширительная цистерна должна быть рассчитана на наибольшее возможное давление в системе и может быть установлена на магистрали теплоносителя или отработавшей воды так, чтобы не было утечек воздуха из цистерны в систему при любых условиях плавания.

5.7.13 Расширительную цистерну мембранного типа следует устанавливать и подключать к СВО в точке с самой низкой температурой теплоносителя, на обратной линии СВО перед входом в котел или теплообменник.

6 Методика теплового расчета и выбора основных элементов оборудования

6.1 Тепловой расчет системы

6.1.1 Основой теплового расчета является определение тепловой мощности СВО, необходимой для возмещения потерь тепла (теплопотерь) из отапливаемых помещений.

Тепловую мощность Q, Вт, вычисляют по формуле

$$Q = \Sigma\, Q_1\beta_1\beta_2 - \Sigma\, Q_2, \quad (1)$$

где Q_1 — теплопотери через ограждения помещения (борт, включая иллюминаторы, переборки, настил, подволок), Вт;

β_1 — коэффициент учета дополнительных теплопотерь для помещений с естественной вентиляцией воздуха (равен 1,1);

β_2 — коэффициент учета дополнительных теплопотерь для помещений, имеющих наружные двери (равен 1,15);

Q_2 — часть теплопотерь, возмещаемых поступлением теплопритоков в отапливаемые помещения от неизолированных труб, Вт.

6.1.2 Теплопотери через ограждения помещений (борт, включая иллюминаторы, переборки, настил, палубу) вычисляют, как сумму теплопотерь через отдельные элементы ограждения помещений.

Теплопотери через ограждения помещений Q_1, Вт, вычисляют по формуле

$$Q_1 = \Sigma\, k_i F_i (t_{пом} - t_{нар}), \quad (2)$$

где k_i — коэффициент теплопередачи ограждения, определяют согласно действующей НД или расчетом, Вт/(м^2 · °С);

F_i — площадь ограждения, м^2;

$t_{пом}$, $t_{нар}$ — расчетные температуры в отапливаемом помещении и наружной среде или воздуха в смежном помещении, °С, — по ГОСТ 24389.

6.1.3 Теплопритоки от труб без изоляции Q_2, Вт, вычисляют по формуле

$$Q_2 = f_{тр}\, k_{тр}\, (t_{тр} - t_{пом}), \quad (3)$$

где $f_{тр} = \pi\, d_н l$ — площадь наружной поверхности трубы, м^2;

$d_н$ — наружный диаметр трубы, м;

l — длина трубы, м;

$k_{тр}$ — коэффициент теплопередачи неизолированной трубы (принимают равным 12,8 (11,0)), Вт/(м^2 · °С);

$t_{тр}$ — температура воды на поверхности трубы (условно принимают температуру воды в начале участка), °С.

6.1.4 Результаты теплового расчета сводят в таблицы, приведенные в приложении Б.

6.2 Выбор отопительных приборов

6.2.1 Методика выбора отопительных приборов зависит от основного параметра отопительного прибора, приведенного в документации поставщика.

6.2.2 При наличии в документации поставщика коэффициента теплопередачи на выбранный типоразмер отопительного прибора необходимую площадь нагревательной поверхности $f_{пр}$, м^2, вычисляют по формуле

$$f_{пр} = \frac{Q}{k_{пр}(t_{ср} - t_{пом})}, \quad (4)$$

где Q — тепловая мощность, Вт;

$k_{пр}$ — коэффициент теплопередачи отопительного прибора по данным документации поставщика, Вт/(м^2 · °С);

$t_{ср}$ — средняя температура теплоносителя в отопительном приборе, °С.

Среднюю температуру теплоносителя в отопительном приборе $t_{ср}$, °С, вычисляют по формуле

$$t_{ср} = \frac{t_г - t_о}{2}, \quad (5)$$

где $t_г$ — температура теплоносителя, выходящая из теплогенератора, °С;

$t_о$ — температура отработавшей воды, °С.

Температуру теплоносителя и отработавшей воды следует принимать в зависимости от расчетной температуры наружного воздуха.

6.2.3 При наличии в НД номинального теплового потока (теплоотдачи) на выбранный типоразмер отопительного прибора количество отопительных приборов n, шт., вычисляют по формуле

$$n = \frac{Q}{q_{пр}}, \quad (6)$$

где Q — тепловая мощность, вычисляемая по формуле (1), Вт;

$q_{пр}$ — номинальный тепловой поток отопительного прибора, Вт.

6.2.4 Выбор типоразмеров отопительных приборов проводят путем подбора, учитывая возможность оптимального их размещения.

6.2.5 Результаты выбора отопительных приборов приводят в таблицах Б.1 или Б.2.

6.3 Выбор теплогенератора

6.3.1 Для выбора теплогенератора должна быть определена его теплопроизводительность с учетом потребности в тепле как в СВО, так, при необходимости, и других потребителей (нагрева воды для бытовых нужд, воздуха для вентиляции, обогрева цистерн и др.).

6.3.2 Теплопроизводительность теплогенератора $Q_{тг}$, Вт, вычисляют по формуле

$$Q_{тг} = \frac{k(24Q + \sum Q_i \tau_i)}{\tau}, \quad (7)$$

где k — коэффициент, учитывающий уменьшение расхода тепла при охлаждении воды в системе при периодической работе теплогенератора (принимают $k = 1$ при непрерывной работе и $k = 0{,}85$ — при периодической работе);

Q — тепловая мощность, Вт;

Q_i — среднечасовой расход тепла на нагрев, Вт (при необходимости других потребителей);

τ_i — число часов расхода тепла Q_i;

τ — число часов работы теплогенератора в сутки (принимают равным не менее 16).

6.4 Выбор циркуляционного насоса

6.4.1 Для выбора циркуляционного насоса необходимо определить основные расчетные параметры его работы — массовую подачу и давление.

6.4.2 Массовую подачу насоса G, кг/ч, вычисляют по формуле

$$G = \frac{Q}{c\,(t_г - t_о)}, \tag{8}$$

где Q — тепловая мощность, Вт;

c — удельная теплоемкость воды, Дж/(кг · °С);

$t_г$ — температура теплоносителя, выходящая из теплогенератора, °С;

$t_о$ — температура отработавшей воды, °С.

6.4.3 Расчетное давление насоса в СВО с искусственной циркуляцией воды $P_н$, Па (кгс/м^2), вычисляют по формуле

$$P_н = P + 0{,}5\,P_е\,, \tag{9}$$

где P — расчетное давление воды в системе, Па (кгс/м^2), определяемое по методике гидравлического расчета по действующей НД;

$P_е$ — естественное циркуляционное давление, Па (кгс/м^2).

Естественное циркуляционное давление $P_е$, Па (кгс/м^2), вычисляют по формуле

$$P_е = P_{пр} + P_{тр}\,, \tag{10}$$

где $P_{пр}$ — давление от охлаждения воды в отопительных приборах, Па (кгс/м^2);

$P_{тр}$ — давление от охлаждения воды в трубах, Па (кгс/м^2).

Давление от охлаждения воды в отопительных приборах $P_{пр}$, Па (кгс/м^2), вычисляют по формуле

$$P_{пр} = h_i\,(\gamma_о - \gamma_г) \approx \beta\, g\, h_i\,(t_г - t_о), \tag{11}$$

где h_i — вертикальное расстояние от центра нагрева теплогенератора до центра отопительного прибора, м;

$\gamma_о$, $\gamma_г$ — удельный вес теплоносителя и отработавшей воды, Н/м^3 (плотность, кг/м^3, при расчете давления в кгс/м^2);

$t_г$ — температура теплоносителя, выходящая из теплогенератора, °С;

$t_о$ — температура отработавшей воды, °С.

β — коэффициент, равный 0,64 кг/(м^3 · °С) при $t_г$ = 95 °С, $t_о$ = 70 °С;

g — коэффициент, равный 9,81 м/с^2.

Давление $P_{тр}$, Па (кгс/м^2), вычисляют по формуле (без множителя g = 9,81 при расчете в кгс/м^2).

Примечание — В системах с искусственной циркуляцией воды давлением $P_{тр}$ можно пренебречь.

6.4.4 В системах с естественной циркуляцией воды величину давления $P_{тр}$, Па (кгс/м^2), вычисляют по формуле

$$P_{тр} = \sum^{N} h_i\,(\gamma_{i+1} - \gamma_i) \approx \beta g \sum^{N} h_i\,(t_i - t_{i+1}), \tag{12}$$

где h_i — вертикальное расстояние между условными центрами охлаждения и нагревания i-го участка, м;

γ_i, γ_{i+1} — удельный вес воды, Н/м^3, при температуре в начале участка t_i и в конце участка t_{i+1}, (плотность, кг/м^3, при расчете давления в кгс/м^2).

7 Определение диаметра трубопровода

Диаметр трубопровода d, м, вычисляют, задаваясь допустимыми скоростями движения воды.
Диаметр трубопровода d, м, вычисляют по формуле

$$d = \sqrt{\frac{Q_y}{2826\gamma\,\omega\,c\,(t_г - t_о)}}, \quad (13)$$

где Q_y — количество тепла, проходящее через рассматриваемый участок трубы, Вт;

γ — плотность, кг/м^3;

ω — допустимая скорость воды в системе, м/с;

$t_г$ — температура теплоносителя, выходящая из теплогенератора, °С;

$t_о$ — температура отработавшей воды, °С;

c — удельная теплоемкость воды, Дж/(кг · °С);

После выбора диаметра трубопровода необходимо проверить достаточность величины располагаемого давления воды в наиболее протяженном кольце системы путем гидравлического расчета по действующей НД.

8 Выбор расширительной цистерны

8.1 Полезный объем открытой расширительной цистерны $V_{рц}$, л, определяют в зависимости от объема воды в системе $V_с$, л.

Полезный объем открытой расширительной цистерны $V_{рц}$, л, вычисляют по формуле

$$V_{рц} = k_{рц} V_с = 0{,}04\ V_с\,, \quad (14)$$

где $k_{рц}$ — коэффициент теплового расширения теплоносителя, равный 0,04 при температуре теплоносителя 95 °С и температуре теплоносителя при наполнении цистерны от 15 °С до 20 °С;

$V_с$ — объем воды в системе, л.

8.2 Полезный объем расширительной цистерны для закрытых систем $V_{рцз}$, л, вычисляют по формуле

$$V_{рцз} = \frac{0{,}04 V_с P_2}{P_2 - P_1}, \quad (15)$$

где P_1 — нижний допустимый предел давления в системе, при котором вода в цистерне должна быть на нижней отметке, Па (кгс/м^2);

P_2 — верхний допустимый предел давления в системе, при котором вода в цистерне должна быть на верхней отметке, Па (кгс/м^2).

Примечание — Нижний и верхний допустимые пределы давления в системе, как правило, устанавливают в зависимости от технических требований производителя расширительной цистерны.

8.3 Общий объем воды в системе отопления $V_с$, л, вычисляют по формуле

$$V_с = (V_{пр} + V_{тр} + V_{тг}), \quad (16)$$

где $V_{пр}, V_{тр}, V_{тг}$ — объем воды соответственно в отопительных приборах, трубах и теплогенераторе, л, определяется по данным, приведенным в НД, или элементарным расчетом.

8.4 Объем закрытой расширительной цистерны при начальном давлении в ней, равном атмосферному, превышает объем открытой цистерны, т. к. искусственное повышение начального давления воздуха в цистерне позволяет уменьшить ее объем.

8.5 При установке расширительной цистерны на магистрали теплоносителя для исключения вскипания воды, появления разрежения и прекращения ее циркуляции необходимо проверить достаточность давления воды в точке Б, как показано на рисунке 5, с учетом высоты размещения расширительной цистерны над магистралью подачи воды к отопительным приборам.

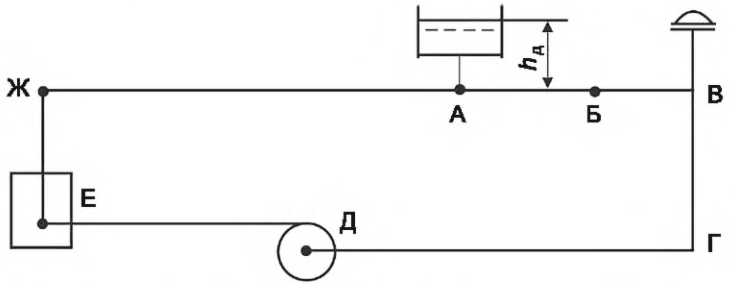


Рисунок 5 — Проверка достаточности давления воды

При работающем насосе в участке открытой системы Д, Е, Ж и А (см. рисунок 5) вода будет нагнетаться, а в участке А, Б, В, Г и Д (см. рисунок 5) — всасываться. Точка А (см. рисунок 5) является точкой постоянного давления; в этой точке как при бездействующем, так и при работающем насосе давление $P_А$, Па (кгс/м^2), остается неизменным.

Давление $P_А$, Па (кгс/м^2), вычисляют по формуле

$$P_А = P_а + g\, h_А\, \gamma_г, \tag{17}$$

где $P_а$ — атмосферное давление, Па (кгс/м^2);

$h_А\, \gamma_г$ — давление столба воды высотой $h_А$ при плотности теплоносителя температурой 95 °С, $\gamma_г$ = 961 кг/м^3;

g — коэффициент, равный 9,81 м/с^2.

Давление $P_А$, Па (кгс/м^2), вычисляют по формуле (без множителя g = 9,81 при расчете в кгс/м^2).

При работающем насосе давление в точке Б $P_Б$, Па (кгс/м^2), вычисляют по формуле

$$P_Б = g\, h_А\, \gamma_г - P_{АБ}, \tag{18}$$

где $P_{АБ}$ — давление насоса, расходуемое на преодоление сопротивления в участке трубопровода АБ, Па (кгс/м^2);

$h_А\, \gamma_г$ — давление столба воды высотой $h_А$ при плотности теплоносителя температурой 95 °С, $\gamma_г$ = 961 кг/м^3;

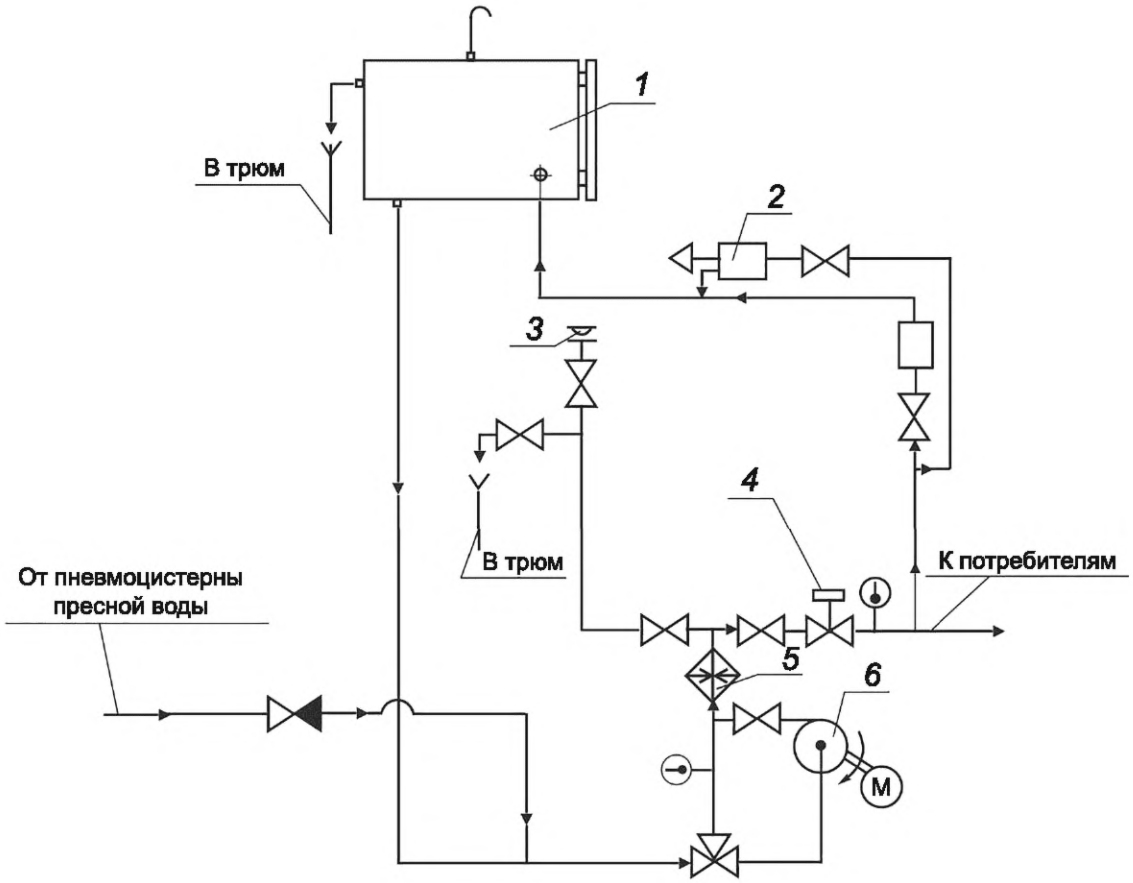
g — коэффициент, равный 9,81 м/с^2.

Давление $P_Б$, Па (кгс/м^2), вычисляют по формуле (без множителя g = 9,81 при расчете в кгс/м^2).

Для исключения разрежения, приводящего к вскипанию воды при температуре от 85 °С до 90 °С, высота столба воды $h_А$ должна обеспечить давление, превышающее сопротивление воды в участке трубопровода $P_{АБ}$.

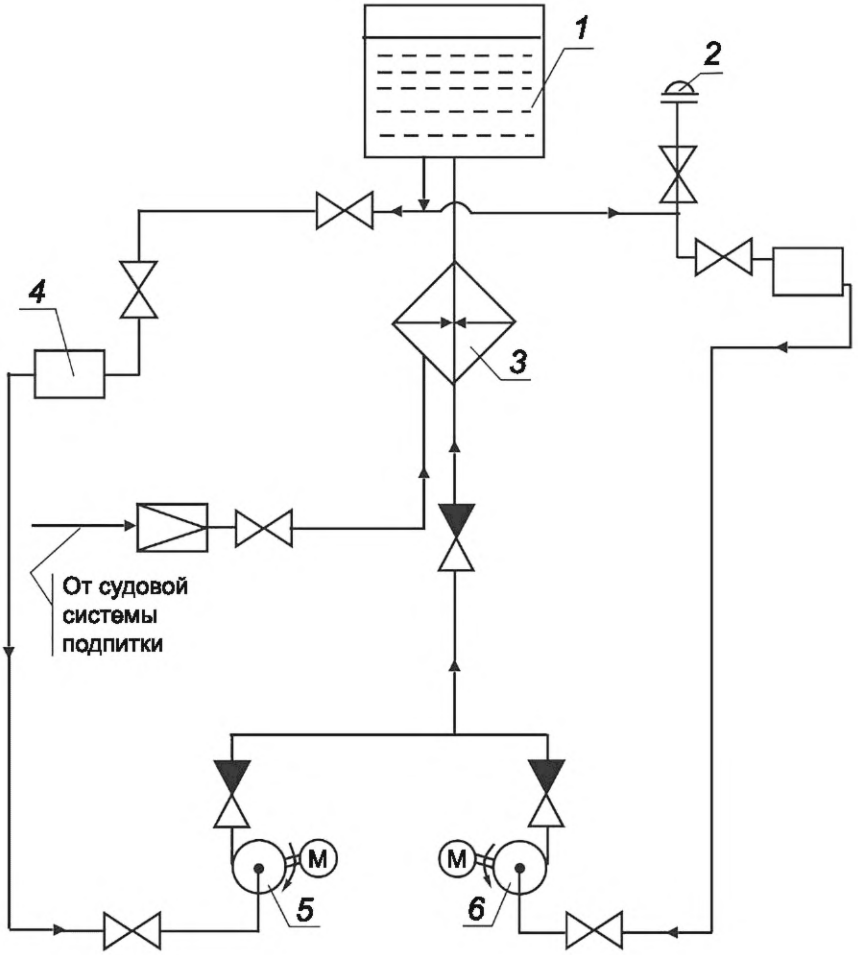
Приложение А
(рекомендуемое)

Типовые схемы системы водяного отопления



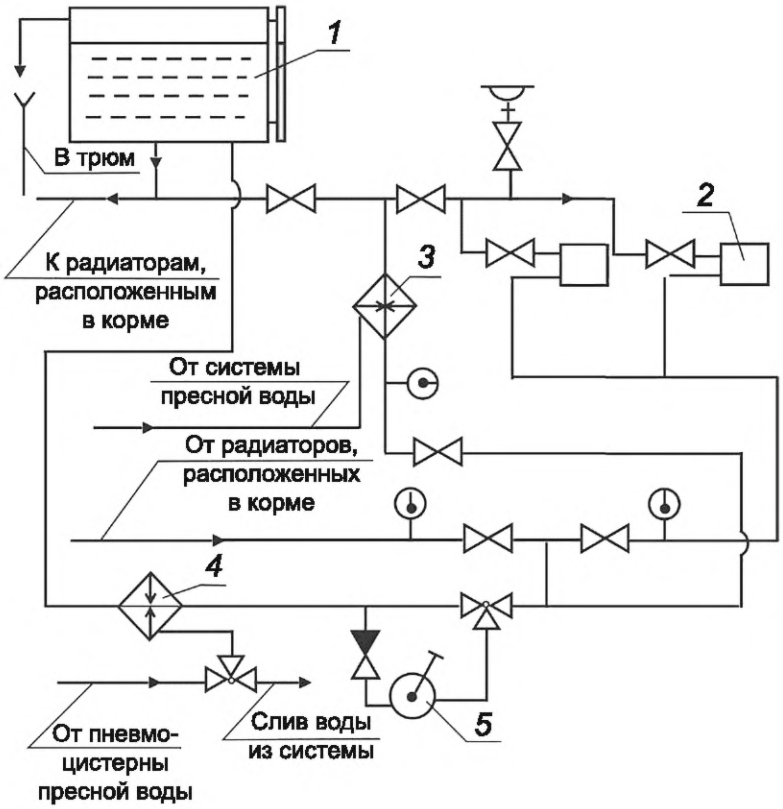
1 — расширительная цистерна; *2* — отопительный прибор; *3* — воздушный клапан; *4* — автоматический терморегулятор; *5* — теплогенератор; *6* — циркуляционный насос

Рисунок А.1 — Схема открытой СВО с искусственной циркуляцией воды



1 — расширительная цистерна; *2* — воздушный клапан; *3* — теплогенератор; *4* — отопительный прибор; *5*, *6* — циркуляционный насос

Рисунок А.2 — Схема закрытой СВО с искусственной циркуляцией воды



1 — расширительная цистерна; *2* — отопительный прибор; *3* — подогреватель пресной воды; *4* — водогрейный судовой котел; *5* — подкачивающий насос

Рисунок А.3 — Схема закрытой СВО с естественной циркуляцией воды

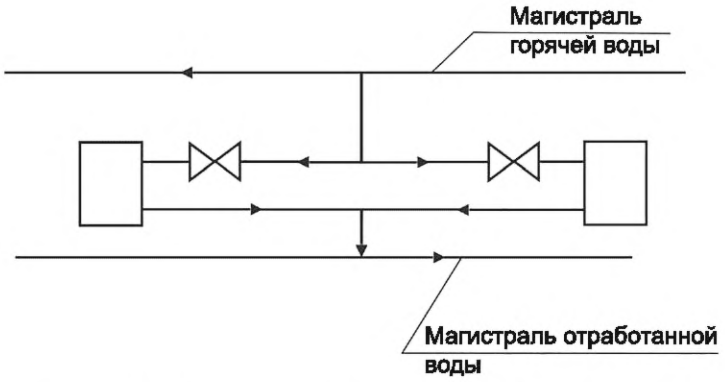


Рисунок А.4 — Схема СВО с тупиковой разводкой воды

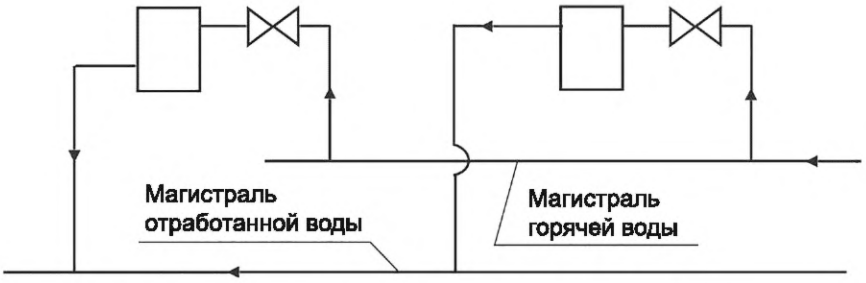
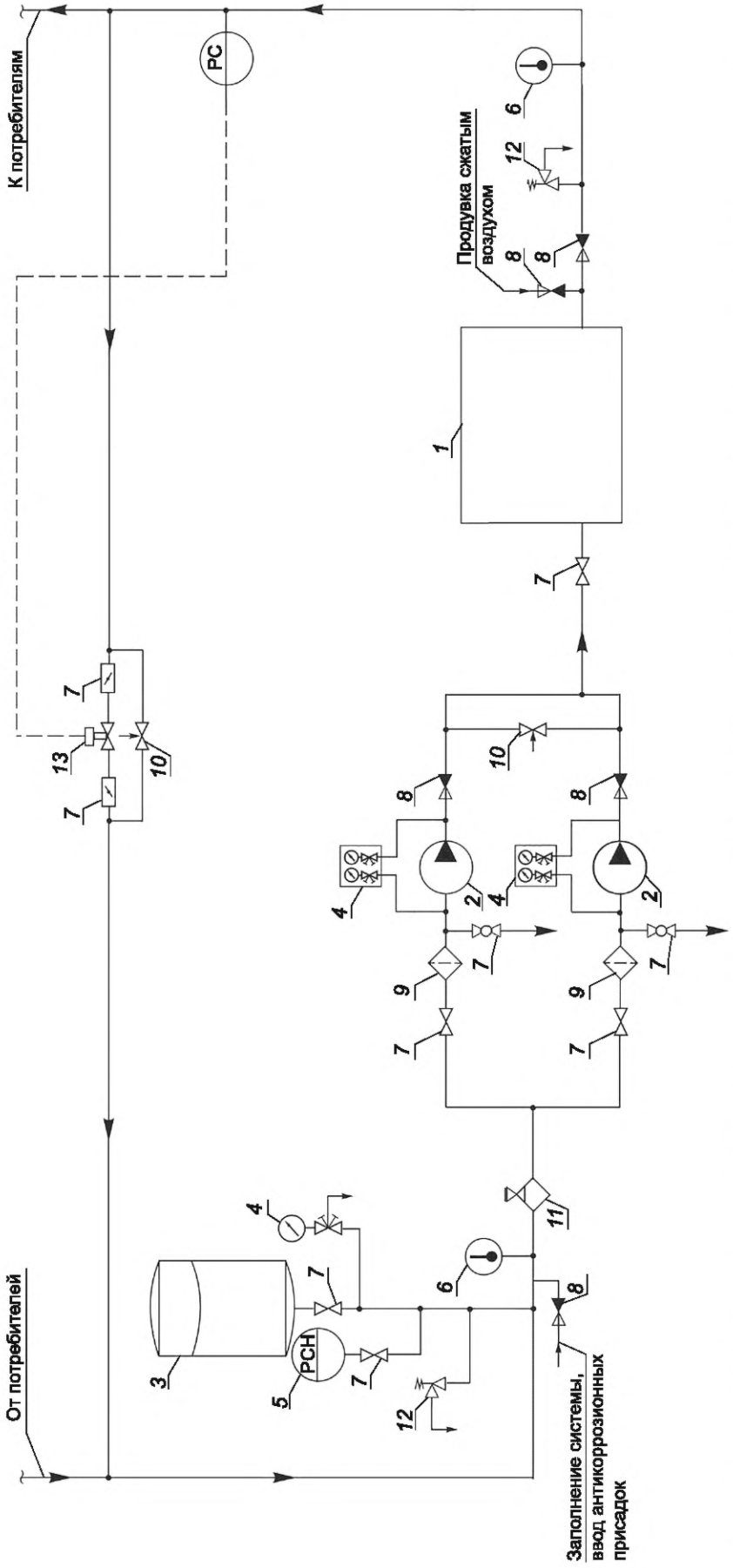


Рисунок А.5 — Схема СВО с попутной разводкой воды



1 — теплогенератор; *2* — циркуляционный насос; *3* — расширительная цистерна мембранного типа; *4* — контрольно-измерительные приборы (манометры); *5* — датчик давления; *6* — термометр; *7* — запорная арматура; *8* — невозвратно-запорная арматура; *9* — фильтр; *10* — запорная арматура с регулирующим диском; *11* — деаэратор; *12* — предохранительный клапан; *13** — перепускной клапан с приводом (обеспечение минимального потока через насосы при отключенной части потребителей)

* В качестве перепускного клапана допускается применять автоматический подпружиненный клапан, работающий по разнице давлений между подающей и возвратной ветками.

Рисунок А.6 — Схема закрытой СВО с искусственной циркуляцией воды и с расширительной цистерной мембранного типа

Приложение Б
(рекомендуемое)

Форма таблиц для расчета суммарных теплопотерь помещений и выбора отопительных приборов

Таблица Б.1 — Расчет суммарных теплопотерь помещений и выбор отопительных приборов при наличии в документации поставщика величины коэффициента теплопередачи отопительных приборов

Наименование помещений и ограждающей поверхности	Расположение			Ограждающая поверхность		Температура воздуха, °С	
	Палуба	Шпангоут	Борт	Площадь, $м^2$	Коэффициент теплопередачи k_i, $Вт/(м^2 \cdot °С)$	в обогреваемом помещении $t_{пом}$	наружного или в смежном помещении $t_{нар}$
1	2	3	4	5	6	7	8

Окончание таблицы Б.1

Теплопотери в помещении через ограждения Q_1, Вт	Теплопритоки в помещение от неизолированных труб Q_2, Вт	Тепловая мощность СВО Q, Вт	Коэффициент теплопередачи отопительного прибора $k_{пр}$, $Вт/(м^2 \cdot °С)$	Необходимая площадь поверхности отопительного прибора $f_{пр}$, $м^2$	Количество отопительных приборов n, шт.
9	10	11	12	13	14

Таблица Б.2 — Расчет суммарных теплопотерь помещений и выбор отопительных приборов при наличии в документации поставщика величины номинального теплового потока

Наименование помещений и ограждающей поверхности	Расположение			Ограждающая поверхность		Температура воздуха, °С	
	Палуба	Шпангоут	Борт	Площадь, $м^2$	Коэффициент теплопередачи k_i, $Вт/(м^2 \cdot °С)$	в обогреваемом помещении $t_{пом}$	наружного или в смежном помещении $t_{нар}$
1	2	3	4	5	6	7	8

Окончание таблицы Б.2

Теплопотери в помещении через ограждения Q_1, Вт	Теплопритоки в помещение от неизолированных труб Q_2, Вт	Тепловая мощность СВО Q, Вт	Номинальный тепловой поток отопительного прибора $q_{пр}$, Вт	Количество отопительных приборов n, шт.
9	10	11	12	13

Библиография

[1] Конвенция о труде 2006 года в морском судоходстве (КТМС)
(НД 2-080101-015 Руководство по внедрению и применению положений Конвенции 2006 года о труде в морском судоходстве (Издание 2023 года))

[2] СП 2.5.3650-20 Санитарно-эпидемиологические требования к отдельным видам транспорта и объектам транспортной инфраструктуры

УДК 629.5.063.4:006.354 ОКС 47.020.30

Ключевые слова: система водяного отопления, правила и нормы проектирования, выбор оборудования, методика расчета

Редактор *Е.Ю. Митрофанова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 12.07.2024. Подписано в печать 17.07.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,37.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru