

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Б.М. Легких, И.А. Оденбах

ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ

Учебное пособие

Рекомендовано учёным советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 08.03.01 Строительство

Оренбург
2019

УДК 696/697(075.8)

ББК 38.76я73

Л38

Рецензент – профессор, доктор технических наук С.Б. Колоколов

Легких, Б.М.

Л38

Горячее водоснабжение : учебное пособие / Б.М. Легких, И.А. Оденбах; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург : ОГУ, 2019. – 112 с.

В учебном пособии изложен материал, необходимый для расчёта и конструирования современных систем горячего водоснабжения, а также сведения о подогревательных и насосных установках.

Изложенный материал сопровождается диаграммами, рисунками и таблицами в необходимом для понимания объёме. Учебное пособие предназначено для изучения дисциплин «Горячее водоснабжение», «Теплоснабжение» и самостоятельной работы обучающимися очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 08.03.01 Строительство.

УДК 696/697(075.8)

ББК38.76я73

© Легких Б.М.,
Оденбах И.А., 2019
© ОГУ, 2019

Содержание

Введение.....	6
1 Основные требования, предъявляемые к горячему водоснабжению	8
1.1 Гигиенические требования	8
1.2 Требования к температуре горячей воды	12
1.3 Контроль за качеством горячей воды	13
1.4 Классификация систем горячего водоснабжения.....	16
1.5 Общая характеристика систем горячего водоснабжения	19
2 Местные системы горячего водоснабжения	20
2.1 Выбор системы горячего водоснабжения	20
2.2 Автономные газовые водонагревательные приборы	23
2.3 Индивидуальная система горячего водоснабжения на базе отопительного котла	25
2.4 Выбор газового оборудования при совмещении системы отопления и горячего водоснабжения	41
2.5 Разновидности одноконтурных газовых котлов.....	42
2.6 Двухконтурный газовый котел.....	47
3 Централизованные системы горячего водоснабжения.....	53
3.1 Подача горячего водоснабжения.....	56
3.2 Особенности открытой системы теплоснабжения (горячая вода)	60
3.3 Закрытая система горячего водоснабжения	60
3.3.1 Расчёт потребления горячей воды	61
3.3.2 Циркуляция горячего водоснабжения.....	62
3.3.3 Давление воды в системе горячего водоснабжения	64
3.4 Устройство гидроаккумулятора	67
3.5 Давление в системе водопровода	69
4 Нормы горячего водоснабжения.....	71
4.1 Температура систем горячего водоснабжения по нормам	71
4.2 Нормы СанПиН горячей воды.....	72

4.3 Системы водопровода горячей воды	72
5 Оборудование и конструирование систем централизованного горячего водоснабжения (ЦГВ)	75
5.1 Определение расходов воды и теплоты в системах горячего водоснабжения..	83
5.2 Определение теплотерь в системах горячего водоснабжения	85
5.3 Гидравлический расчёт подающих трубопроводов систем горячего водоснабжения	87
5.3.1 Основные положения гидравлического расчёта	87
5.3.2 Располагаемый и требуемый напоры в системах ГВС в режиме водоразбора	89
5.3.3 Подбор счётчика воды	89
5.4 Циркуляционный расчёт в системах горячего водоснабжения	90
5.5 Гидравлический расчёт систем горячего водоснабжения в режиме циркуляции	91
5.6 Подбор и схемы включения повысительных и циркуляционных насосов и диафрагм	92
5.7 Закрытые системы теплоснабжения	92
5.8 Аккумуляторы в системах горячего водоснабжения	94
5.8.1 Определение объёма баков-аккумуляторов.....	96
5.8.2 Основные правила установки и обвязки баков	98
5.9 Схемы подключения систем горячего водоснабжения к закрытым водяным тепловым сетям	99
5.10 Схемы подключения систем горячего водоснабжения к паровым тепловым сетям	103
6 Общие требования к системам централизованного горячего водоснабжения	105
6.1 Обработка воды в системах горячего водоснабжения	107
6.1.1 Показатели коррозионной активности горячей воды.....	107
6.1.2 Требования к качеству горячей воды	108

6.1.3 Способы подготовки воды для систем горячего водоснабжения	108
Список использованных источников	111

Введение

Одним из параметров, определяющих качество жизни человека, является наличие горячего водоснабжения. Горячее водоснабжение предназначено для удовлетворения гигиенических и бытовых нужд человека, а также технологических нужд производственных и сельскохозяйственных предприятий.

Системы горячего водоснабжения применяются в различных типах зданий: жилые, гостиницы, больницы и т.д. Проектирование систем горячего водоснабжения должно быть обязательным для основных технических помещений многоэтажных и малоэтажных зданий.

Все системы горячего водоснабжения должны обеспечивать подачу горячей воды потребителю (за исключением технологических нужд) в соответствии требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 [4].

Температура воды на выходе из подогревателя определяется назначением потребления и соответствующими санитарно-гигиеническими требованиями. Для обеспечения дополнительной дезинфекции холодной воды нижний предел температуры принимают 60 °С, так называемая «температура пастеризации». В детских садах сначала нагревают до этой температуры, а потом устанавливают автоматические смесители у детских умывальников и душей. Оборудование для подготовки холодной воды питьевого качества устраивается на источнике водоснабжения. В системах горячего водоснабжения нагревается уже подготовленная питьевая холодная вода. Дополнительное оборудование связано со свойствами горячей воды (выделение солей и газов при повышенной температуре), поэтому применяют устройства типа «Гермит» и т.д.

Для обеспечения требуемых нормативных параметров должно быть предусмотрено дополнительное оборудование подготовки холодной воды, повышающее её качество.

Для зданий общественного питания и другого назначения, в которых требуется вода с высокой температурой, централизованное горячее водоснабжение должно

иметь дополнительный местный источник тепла, где производится догрев воды до требуемой величины.

Уже в конце 19-ого века на долю горячего водоснабжения жилых зданий приходилось до 80 % от расхода тепла на систему отопления. Поскольку расход воды на горячее водоснабжение в течение суток непрерывно изменяется, что вызывает необходимость поддержания устойчивого гидравлического режима тепловых сетей. Это обеспечивается установкой автоматических регулирующих систем [5].

Использование современных строительных материалов и введение энергосберегающих технологий, начиная с 2000 года, теплотехнические требования к ограждающим конструкциям были увеличены почти в три раза [6]. Снижение теплопотерь обусловило изменение соотношения отпуска тепла на горячее водоснабжение, что приводит к превышению расхода тепловой энергии на отопление. В летний период тепло от ТЭЦ расходуется на горячее водоснабжение и технологические нужды, которые могут быть обеспечены котлами, установленными на предприятиях. С целью повышения КПД теплоэнергетических установок необходимо переходить на отбор пара из теплофикационных турбин на горячее водоснабжение.

1 Основные требования, предъявляемые к горячему водоснабжению

1.1 Гигиенические требования

Вода должна иметь не только благоприятные органолептические свойства, но и быть безопасной в эпидемическом отношении и безвредной по химическому составу.

Качество воды определяют при поступлении в водопроводную сеть её составом и свойствами. Их определяют в точках водоразбора наружной и внутренней водопроводной сети.

Микробиологические показатели воды:

– эпидемическое состояние воды определяют общим числом микроорганизмов и бактерий группы кишечных палочек;

– требования к микробиологическим показателям воды приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Требования к воде по микробиологическим показателям

Наименование показателя	Норматив	Метод испытания
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Число микроорганизмов в 1 см ³ воды, не более	100	по СП
Число бактерий группы кишечных палочек в 1 дм ³ воды (колииндекс), не более	3	по СП

Токсикологические показатели качества воды (её безвредность и химический состав) включают нормативы для веществ:

– встречающихся в природных водах;

– добавляемых к воде в процессе обработки в виде реагентов;

– появляющихся в результате промышленного, сельскохозяйственного, бытового и иных загрязнений источников водоснабжения.

Рассмотрим химические вещества, встречающихся в природных водах, а также в процессе её обработки, которые должны соответствовать нормативам, указанным в таблице 2.

Таблица 2 – Нормативы концентрации химических веществ, встречающихся в природных водах или добавляемых к воде в процессе её обработки

Наименование химического вещества	Норматив	Метод испытания
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Алюминий остаточный (Al), мг/дм ³ , не более	0,5	по СП
Бериллий (Be), мг/дм ³ , не более	0,0002	по СП
Молибден (Mo), мг/дм ³ , не более	0,25	по СП
Мышьяк (As), мг/дм ³ , не более	0,05	по СП
Нитраты (СN0 ₃), мг/дм ³ , не более	45,0	по СП
Полиакриламид остаточный, мг/дм ³ , не более	2,0	по СП
Свинец (Pb), мг/дм ³ , не более	0,03	по СП
Селен (Se), мг/дм ³ , не более	0,01	по СП
Стронций (Sr), мг/дм ³ , не более	7,0	по СП
Фтор (F), мг/дм ³ , не более для климатических районов:		по СП
I и II	1,5	
III	1,2	
IV	0,7	

Благоприятные органолептические свойства воды включают нормативы для веществ:

- встречающихся в природных водах;
- добавляемых в виде реагентов к воде в процессе обработки;
- появляющихся в результате промышленного, сельскохозяйственного и бытового и иных загрязнений источников водоснабжения.

Химические элементы и их концентрации, влияющие на органолептические свойства воды, встречающихся как в природных водах, так и при обработке воды, не должны превышать нормативов, указанных в таблице 3.

Таблица 3 – Нормативы концентрации химических веществ, влияющих на органолептические свойства воды

Наименование показателя	Норматив	Метод испытания
1	2	3
Водородный показатель, рН	6,0 –9,0	Измеряется при рН-метре любой модели со стеклянным электродом с погрешностью измерений, не превышающей 0,1 рН
Железо (Fe), мг/дм ³ , не более	0,3	по СП
Жёсткость общая, моль/м ³ , не более	7,0	по СП
Марганец (Mg), мг/дм ³ , не более	0,1	по СП
Медь (Cu), мг/дм ³ , не более	1,0	по СП
Полифосфаты остаточные (PO ₃₋₄), мг/дм ³ , не более	3,5	по СП
Сульфаты (SO ₄), мг/дм ³ , не более	500	по СП
Сухой остаток, мг/дм ³ , не более	1000	по СП
Хлориды (Cl ⁻), мг/дм ³ , не более	350	по СП
Цинк (Zn ²⁺), мг/дм ³ , не более	5,0	по СП
Примечания:		
1. Для водопроводов, подающих воду без специальной обработки по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы, допускается: сухой остаток до 1500 мг/дм ³ , общая жёсткость до 10 моль/м ³ , железо до 1 мг/дм ³ ; марганец до 0,5 мг/дм ³ .		
2. Сумма концентраций хлоридов и сульфатов, выраженных в долях предельно допустимых концентраций каждого из этих веществ в отдельности, не должна быть более 1.		

Кроме этого, органолептические свойства воды должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 4.

Таблица 4 – Требования к органолептическим свойствам воды

Наименование показателя	Норматив	Метод испытания
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Запах при 20 °С и при нагревании до 60 °С, баллы, не более	2	по СП
Вкус и привкус при 20 °С, баллы, не более	2	по СП
Цветность, градусы, не более	20	по СП
Мутность по стандартной шкале, мг/дм ³ , не более	1,5	по СП
Примечание: Для водопроводов, подающих воду без специальной обработки по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы, допускается: сухой остаток до 1500 мг/дм ³ , общая жёсткость до 10 моль/м ³ , железо до 1 мг/дм ³ ; марганец до 0,5 мг/дм ³ .		

Вода не должна иметь на поверхности плёнку, содержащую различные невооруженным глазом водные организмы.

Химические вещества, не указанных в таблицах 2 и 3, но присутствующие в воде в результате загрязнений, должны отвечать уровню ПДК, утвержденному Министерством здравоохранения РФ для воды водоёмов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения по органолептическому и санитарно-токсикологическому признаку, а также нормам радиационной безопасности НРБ-76/87. При наличии в воде таких химических веществ с одинаковым лимитирующим признаком вредности, сумма отношений обнаруженных концентраций в воде и их ПДК не должна быть более 1 [7, 8].

Вода, предназначенная для мытья, должна иметь жёсткость не более 7 мг-экв/л (20 °С) и не менее 2 мг-экв/л (6 °С).

При жёсткости воды более 7 мг-экв/л следует выполнять умягчение в централизованной водоумягчительной установке. В общественных банях вместимостью до 50 мест умягчение воды необязательно.

В банях должны быть отдельные сети холодного водоснабжения: хозяйственно-питьевого с питанием от наружной сети и подачей воды в запасные баки и технологического с питанием от запасных баков.

Хозяйственно-питьевой водопровод, как правило, устраивают с нижней разводкой, а технологический – с верхней разводкой.

При вместимости бань 200 мест и более внутренние сети должны быть присоединены к наружной водопроводной сети не менее чем двумя вводами.

1.2 Требования к температуре горячей воды

Различают следующие две основные разновидности потребления горячей воды:

- бытовое и коммунально-бытовое (умывание, уборка помещений и т.д.);
- производственное различного назначения (технологические процессы, мойка машин и аппаратов и т.п.).

К потребителям на водоразбор должна поступать вода питьевого качества. В местах водоразбора горячая вода должна соответствовать следующим температурным параметрам СанПиН 2.1.4.1074 и СанПиН 2.1.4.2496:

1. В системах ЦГВ с нагревом водопроводной воды в водонагревателях (закрытая система теплоснабжения) – не ниже 60 °С;
2. В местных системах ГВ – не ниже 60 °С;
3. Подаваемая к смесителям умывальников и душей общеобразовательных школ, дошкольных учреждений, детдомов, учреждений соцобеспечения и некоторых лечебно-профилактических учреждений вода не должна иметь температуру выше 37 °С;
4. В любых системах горячего водоснабжения температура воды не должна превышать 65 °С. В случае технологической необходимости предприятий общественного питания и других учреждений требуется вода более высокой температуры, тогда необходимо проектировать местные системы или догрев воды из систем ЦГВ.

Для нормального обеспечения горячего водоснабжения потребителей постоянный свободный напор у водоразборных кранов, душевых сеток, нижних (восходящих) и ребристых душей должен быть не менее 20 м.

Максимальный допустимый свободный напор у кранов и приборов технологического водопровода должен быть не более 45 м., при превышении указанной величины необходима установка регулятора давления.

1.3 Контроль за качеством горячей воды

Учреждения и организации, обеспечивая централизованные системы хозяйственно-питьевого водоснабжения и водопроводы, используемые одновременно для хозяйственно-питьевых и технических целей, обязаны постоянно контролировать качество воды на водопроводе в местах водозабора, перед поступлением в сеть, а также в распределительной сети в соответствии с требованиями настоящего раздела.

Методы отбора проб – по ГОСТ 31862-2012 Вода питьевая. Отбор проб.

Лабораторно-производственный контроль в местах водозабора осуществляется согласно требований указанного ГОСТ, а перечень показателей согласовывается с органами санитарно-эпидемиологической службы с учётом местных природных и санитарных условий.

При использовании подземных источников для водоснабжения анализ воды в течение первого года эксплуатации проводят не реже четырёх раз (по сезонам года), в дальнейшем – не реже одного раза в год в наиболее неблагоприятный период по результатам наблюдений первого года.

При использовании поверхностных источников водоснабжения анализ воды на водопроводах проводят не реже одного раза в месяц.

Лабораторно-производственный контроль качества воды, поступающей в водопроводную сеть, проводят по химическим и органолептическим показателям.

Требуемые химические показатели приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Показатели химического анализа

Хлор остаточный	Концентрация остаточного хлора, мг/дм ³	Необходимое время контакта хлора с водой, мин, не менее
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
1. Свободный	0,3 – 0,5	30
2. Связанный	0,8 – 1,2	60

Примечание: При совместном присутствии свободного и связанного хлора, при концентрации свободного хлора более 0,3 мг/дм³, контроль осуществляется по подпункту 1, при концентрации свободного хлора менее 0,3 мг/дм³ – по подпункту 2.

В случае использования подземных источников водоснабжения должен проводиться анализ воды в водопроводах:

при отсутствии обеззараживания:

- не менее одного раза в месяц – при численности населения до 20000 чел.;
- не менее двух раз в месяц – при численности населения до 50 000 чел.;
- не менее одного раза в неделю – при численности населения более 50000 чел.

При обеззараживании:

- один раз в неделю – при численности населения до 20000 чел.;
- три раза в неделю – при численности населения до 50000 чел.;
- ежедневно – при численности населения более 50000 чел.

При использовании поверхностных источников водоснабжения должен проводиться анализ водопроводной воды:

- не реже одной раз в неделю и ежедневно – в весенне-осенний периоды – при численности населения до 10000 чел.;
- не реже одного раза в сутки – более 10000 чел.

При использовании для обеззараживания воды хлора и озона на водопроводах с подземными и поверхностными источниками водоснабжения концентрацию остаточного хлора и остаточного озона определяют не реже одного раза в час.

При необходимости по указанию органов санитарно-эпидемиологической службы или по согласованию с ними допускается повышенная концентрация остаточного хлора в воде.

Использование озонирования воды с целью обеззараживания концентрация остаточного озона после камеры смещения должна быть 0,1–0,3 мг/дм³ при обеспечении времени контакта 12 минут и более.

С целью предотвращения биологических обрастаний в водопроводной сети места введения и дозы хлора согласовываются с органами санитарно-эпидемиологической службы.

Химический анализ воды проводят согласно указаниям таблиц 2 и 3 (за исключением остаточных количеств реагентов), а также по перечню показателей и частот отбора проб.

Проведение данных работ согласовывают с органами санитарно-эпидемиологической службы с учётом местных природных и санитарных условий.

Контроль за остаточными количествами реагентов и удаляемых веществ при обработке воды на водопроводах специальными методами проводится в зависимости от характера обработки в соответствии с графиком, согласованным с санитарно-эпидемиологической службой, но не реже одного раза в смену.

Анализ всех проб (за исключением проб на остаточный хлор и озон), отбираемых на водопроводах из подземных и поверхностных источников производят согласно таблице 4.

В распределительных сетях лабораторно-производственный контроль проводят последующим показателям: колииндекс (количественный показатель бактериологического загрязнения воды, главным образом фекального происхождения, определяется количеством бактерий группы кишечной палочки *Escherichiacoli*), общее число микроорганизмов в 1 см³, мутность, цветность, запах, вкус и привкус воды.

В случае обнаружения микробного загрязнения, превышающего допустимые нормативы, для выявления причин загрязнения должен проводиться повторный от-

бор проб с дополнительными исследованиями на наличие бактерий-показателей свежего фекального загрязнения, минеральных азотсодержащих веществ, хлоридов.

В домах, имеющих подкачку и местные водонапорные баки, отбор проб проводят из кранов внутренних водопроводных сетей.

Количество проб для анализа в выше указанных местах распределительной сети должно согласовываться с органами санитарно-эпидемиологической службы и соответствовать требованиям таблицы 6.

Таблица 6 – Требования к общему количеству проб для анализа в указанных местах распределительной сети

Количество обслуживаемого населения, человек	Минимальное количество проб, отбираемых по всей разводящей сети в месяц
<i>1</i>	<i>2</i>
до 10000	2
до 20000	10
до 50 000	30
до 100000	100
более 100000	200

После ремонта и переустройства водопровода и распределительной сети в число проб не входят обязательные контрольные пробы.

Контроль за качеством воды централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения осуществляется по программе Федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора и в сроки, установленные местными органами санитарно-эпидемиологической службы.

1.4 Классификация систем горячего водоснабжения

Основные элементы горячего водоснабжения: оборудования для нагрева воды, насосы, трубопроводы, по которым горячая вода поступает к потребителям, регуляторы её параметров и расходомеры. Сложность и разнообразие устройств систем ГВС приводит к необходимости классификации их по многим параметрам.

По месту расположения источника нагрева воды по отношению к потребителям подразделяются:

- местные (децентрализованные);
- централизованные.

В децентрализованных системах ГВС нагрев воды осуществляется в местных источниках тепла, расположенных вблизи водоразборных приборов. В централизованных системах горячая вода поступает к группе абонентов от одного источника нагрева (котельных, ТЭЦ, тепловых пунктов и т.д.). На промышленных предприятиях источником получения горячей воды могут быть использованы любые установки, в которых используются вторичные энергоресурсы.

В зависимости от принятой системы теплоснабжения, открытой или закрытой, централизованное горячее водоснабжение бывает двух видов:

- с непосредственным водозабором из тепловых сетей (открытые системы теплоснабжения);
- с нагревом местной водопроводной воды в специальных водоподогревателях (закрытые системы теплоснабжения).

В открытых системах в качестве горячей воды используется теплоноситель системы теплоснабжения, качество которого должно соответствовать требованиям СанПиН [4] (с 01.01.2013 г. проектирование запрещено, а их эксплуатация должна быть полностью прекращена с 01.01.2022 г.). При использовании систем парового теплоснабжения, горячее водоснабжение подразделяют на два вида:

- с подогревом холодной воды в пароводяных подогревателях;
- смешивание водопроводной воды с паром.

Промышленные предприятия, использующие собственные котельные и котлы утилизаторы, способы получения горячей воды зависят от типов котлов. При наличии водогрейных установок, имеющих большую ёмкость ГВС, может осуществляться с подачей непосредственно в водоразборные устройства. В таких схемах ГВС большой запас воды позволяет обходиться без аккумуляторов, что экономит затраты на их установку. При использовании паровых котлов вода нагревается централизованно в котельной в пароводяных подогревателях (бойлерах).

По назначению потребителей различают системы ГВС производственных, общественных и жилых зданий. Особенностью жилых зданий, а также некоторых типов гостиниц, являются системы горячего водоснабжения, имеющие значительное количество стояков и отводов к водозаборным приборам, размещенным по всему объему зданий. Вместе с тем, для некоторых административных и производственных зданий имеются пункты общего пользования ГВС, такие как санузлы, душевые кабины и ваннные комнаты, мойки и другие потребители, расположенные на различных этажах. В зданиях следующих категорий: коммунальных, спортивных, производственных системы общего пользования горячим водоснабжением располагаются, преимущественно, на первом этаже, либо в подвале.

Для обеспечения необходимого давления в системе ГВС, обеспечивающей требуемое давление слива воды из водоразборных приборов принимается с учётом мест расположения потребителей. С целью обеспечения необходимого давления на отдельных этажах многоэтажных зданий, в местах врезки отводов к отдельным потребителям, на стояках, необходимо установить регуляторы давления после себя, балансировочные клапаны, либо предусмотреть другие способы, обеспечивающие необходимое избыточное давление слива на различных этажах. В случаях недостаточного давления необходимо применить дополнительные повысительные установки. Для малоэтажных зданий любого назначения установка дополнительного оборудования по обеспечению необходимого избыточного давления на разной высоте не всегда требуется.

По месту подготовки горячей воды различают системы:

- индивидуальные, с нагревом воды в местных тепловых пунктах;
- групповые, с подогревом воды в центральных тепловых пунктах или в водогрейных котлах местных котельных;
- централизованные, с подогревом воды непосредственно у источника централизованного теплоснабжения.

Классификация по схемам систем централизованного горячего водоснабжения будет дана в соответствующем разделе.

1.5 Общая характеристика систем горячего водоснабжения

Горячее водоснабжение может быть обеспечено с применением гелиоустановки. Примером местного горячего водоснабжения могут служить газовые водонагреватели и дачные душевые установки с солнечным нагревом.

Применение электроводонагревателей используется в районах с низкой стоимостью электроэнергии должно иметь необходимое технико-экономическое обоснование. Использование систем газовых водонагревателей регламентируется нормами газоснабжения [10].

В системах централизованного горячего водоснабжения нагрев воды производится для потребителей всего здания, группы зданий, квартала, населенного пункта и т.п., а затем по трубопроводам подаётся к водоразборным приборам. Водоподготовка осуществляется в водогрейных котлах, паро- или водоводяных нагревателях.

Здания, не подключенные к системам централизованного теплоснабжения (далее ЦТ), не имеющие собственных котельных, или, если система ЦТ не рассчитана на покрытие тепловой нагрузки горячего водоснабжения, оборудуются местными системами.

Только подключённые к системам ЦТ или имеющие собственные котельные здания оборудуются системами ЦГВ. При малом числе водоразборных точек в здании, то экономически может быть обосновано применение системы МГВ.

2 Местные системы горячего водоснабжения

Потребность в горячей воде актуальна круглый год. При отсутствии централизованной подачи горячей воды следует использовать специальное местное водоподогревательное оборудование. Для этого предназначены водонагреватели (проточные и накопительные), которые по способу установки могут быть:

- автономными;
- встроенными в конструкцию отопительного котла индивидуальной системы отопления (двухконтурные котлы).

2.1 Выбор системы горячего водоснабжения

Выбор современного водонагревательного оборудования для систем местного горячего водоснабжения достаточно широк. Свои плюсы и минусы есть у каждого из типов, поэтому задача потребителя – найти наиболее приемлемый вариант применительно не только к своим потребностям, но и с учётом особенностей инфраструктуры места проживания существуют определенные ограничения, влияющие на выбор прибора.

Автономные устройства для получения горячей воды по типу энергоносителя могут быть:

- электрическими;
- работать на газе.

Наиболее экономичной является установка газового водонагревателя в случае подключения к централизованной магистрали. Существуют модели водонагревателей, работающие на баллонном газе, но стоимость их эксплуатации достаточно высока. При отсутствии возможности использования газа наиболее экономичным является оборудование горячего водоснабжения с использованием электричества.

Кроме этого, существует еще целый ряд факторов, от которых будет зависеть рациональный выбор системы горячего водоснабжения. А именно: расход ГВС и режим её потребления, в зависимости от числа точек водозабора и числа потребителей (см. таблицу 7), производительности приборов, состояния электросетей, проектно-архитектурных решений, экологических аспектов, налаженного сервиса, цены и наличия в доме проточной воды [10].

Электрические водонагреватели делят на:

- проточные;
- накопительные.

В проточных водонагревателях вода нагревается почти мгновенно при прохождении её через корпус с термоэлектронагревателем (ТЭН). Сразу после включения крана горячей воды производится автоматическое включение системы нагрева. К преимуществам данного типа водонагревателей можно отнести: компактность, моментальный водоподогрев, что обеспечивает постоянное наличие горячей воды в системе водопотребления.

Таблица 7 – Потребность в количестве горячей воды и режим её потребления

Среднестатистическая потребность 1 человека в горячей воде, (л)				Расход горячей воды в точке водозабора (ориентировочно), (л/мин)			Мощность проточного водонагревательного оборудования в точках водозабора, (кВт)			
Раковина / умывальник	Мойка на кухне	Душ	Ванна	Умывальник / мойка	Душ	Совмещённые точки	Умывальник / мойка	Душ	Ванна	Джакузи
15	25	70–100	180	1,8–2	около 4	свыше 4	3–6	7	10–20	26–32

Проточные приборы ГВС с мощностью от 3 до 6 кВт и производительностью 2–3 л/мин. горячей воды температурой от 25 °С до 30 °С рассчитаны на стандартное напряжение 220 В. Соответственно, чем меньше воды проходит через теплообмен-

ник, тем она сильнее нагревается. В случае расхода воды выше указанной величины необходима установка более мощного водонагревателя (от 7 до 32 кВт и выше). Поскольку электропроводка в квартирах и домах не рассчитана на подключение прибора такой мощности, необходимой для его электрического питания, необходима отдельная линия с собственным автоматическим выключателем, с сечением проводов и заземлением, рассчитанными на данную нагрузку. При применении водонагревателей более 10 кВт расчёт электроэнергии производят на трёхфазное питание. Данная система используется только в одной точке водозабора, что является сдерживающим фактором использования приборов подобного типа.

Накопительные электрические водонагреватели – накопительные (бойлеры), оборудуются ёмкостью для накопления горячей воды объёмом от 10 до 500 литров и более. В проточных водонагревателях, где нагрев воды начинается в момент её расхода, в накопительных водонагревателях нагрев воды до заданной температуры осуществляется заранее и, как правило, с использованием относительно малой мощности.

Конструкция бойлеров состоит из следующих основных элементов: теплоизолированная ёмкость с нагревательным элементом (далее ТЭН) внутри и эмалированная облицовка снаружи; на которой располагаются автоматизированные системы управления нагревом. Температуру ГВС можно задать на термостате в диапазоне от 7 °С до 85 °С. Нагретая до заданной температуры вода в дальнейшем поддерживается автоматически с помощью термостата. Применение современных теплоизоляционных материалов предотвращает теплопотери системы, что позволяет поддерживать температуру горячей воды.

Скорость нагрева воды зависит от мощности ТЭНа, установленного в бойлере. Водонагреватели небольших объёмов (до 100 л) обычно имеют мощность 2 кВт и питаются от сети 220 В. С целью ускорения нагрева воды объёмом от 50 до 150 л и тем более от 200 до 500 л некоторые фирмы предлагают модели, имеющие, помимо обычного, режим ускоренного нагрева на мощности до 6 кВт.

Из-за небольшой мощности нагревательных элементов и незначительных размеров, что позволяет устанавливать их практически в любом помещении, получили

широкое распространение. Наличие накопительной ёмкости с нагретой водой позволяет обеспечивать одновременно несколько водозаборных точек. При выборе водонагревателя, нужно исходить из того, что приборы объёмом от 5 до 15 л могут обеспечить горячей водой лишь мойку и умывальник. В случае использования душа ёмкость водонагревателя должна быть от 30 до 50 л, а при использовании ванной необходим бак объёмом от 80 до 150 л. При более высокой потребности целесообразно использовать напольный водонагреватель на 200–500 л.

2.2 Автономные газовые водонагревательные приборы

Газовые водонагреватели, также как и электрические, делятся на проточные и накопительные. Газовые проточные водонагреватели называются газовыми колонками. Они состоят из металлического корпуса, внутри которого расположена газовая горелка, нагревающая проходящую через теплообменник воду, и автоматики, которая обеспечивает её безопасную работу и предотвращает от закипания воды. При открытии крана с водой, давление которой соответствует характеристикам работы газовой горелки, открывается газовый клапан, и газ поступает в горелку. Продукты сгорания газа проходят через теплообменник и затем удаляются через дымоход, расположенный в верхней части корпуса. Полученная в теплообменнике вода поступает в водоразборные устройства. Существуют два варианта розжига горелок: пьезо- и электрический. Газовые колонки с использованием пьезорозжига включаются путём нажатия специальной кнопки, расположенной на корпусе, а при отключении колонки остается гореть запальный фитиль, который обеспечивает дальнейший розжиг горелки. В случаях использования колонок с электрическим розжигом от батареек включение происходит автоматически, за счёт возникающей электрической искры. В таких водонагревателях отсутствует запальник с постоянно горящим пламенем, в результате чего экономится газ. Выпускаемые в настоящее время водогрейные колонки имеют защиту от аварийных ситуаций и выключаются при перегреве, недостаточной тяге дымохода, на случай угасания пламени, утечки газа, отсутствия или падения давления воды в теплообменнике и т.п. Данный тип газовых

колонок нашёл широкое применение благодаря своей компактности, производительность этих приборов по горячей воде составляет от 10 до 17 л/мин. при мощности от 17 до 30 кВт и минимальном давлении воды в пределах 1,0 атм.

Сфера применения накопительных приборов, работающих на газе, – газовых накопительных водонагревателей – имеет ограничения за счёт достаточно больших габаритов. При наличии больших площадей лучше использовать именно их. Конструктивно газовые водонагреватели выполняются в виде цилиндрического теплоизолированного бака, сверху которого выведен дымоход, а внизу расположена газовая горелка. Как и газовые колонки, накопительные водонагреватели имеют элементы управления и защиты: индикатор нагрева, основной и дублирующий термостаты, термометр для контроля за температурой нагрева воды. С помощью рабочего термостата можно задать требуемую температуру воды в диапазоне от 40 °С до 72 °С. В приборах данного типа объединены возможности запаса горячей воды впрок с её нагревом при помощи довольно мощной газовой горелки от 7 до 26 кВт. Чтобы обеспечить четыре точки водоразбора квартиры достаточно одного накопительного водонагревателя объёмом 150 л.

Однако необходимо иметь в виду, что объём накопителя горячей воды рассчитывается исходя из запросов отдельного потребителя, количества проживающих в доме, а также видов расхода воды (ванна, душ и т. д.). При этом порядок расчёта необходимой ёмкости горячей воды с температурой 40 °С в перерасчёте на одноразовое пользование одним человеком должно быть следующим. Из таблицы 7 видно, что максимальный расход горячей воды происходит при пользовании ванной. Бойлер способен нагреть воду до 70 °С, однако экономичный режим эксплуатации оборудования данного типа составляет 60 °С.

Достоинством газовых водонагревателей является их устойчивость к перепадам давления воды и газа. Для безопасности работы аппарата имеются четыре степени защиты:

- автоматическое выключение при уменьшении тяги в дымоходе;
- автоматическое выключение при погасании запальной горелки;

– автоматическое выключение при возникновении любой технической неисправности;

– основная горелка включится только при поступлении воды в теплообменник и при наличии запального пламени.

2.3 Индивидуальная система горячего водоснабжения на базе отопительного котла

В индивидуальном домостроении при поквартирном отоплении систему ГВС, как правило, монтируют на базе запроектированного котла. Обычно применяют одно- или двухконтурные газовые теплогенерирующие установки, выпускаемые как в напольном, так и в настенном варианте. Подготовка горячей воды в них может осуществляться как проточным, так и накопительным способом. Данная система наиболее проста и является удобным способом для получения достаточно комфортного для жизни количества тепла и горячей воды.

В домах с площадью до 150 м², а также в современных системах поквартирного отопления применяются двухконтурные котлы с проточной схемой горячего водоснабжения, что позволяет при открытии крана с горячей водой котлу работать как газовая колонка. В этих случаях в таких системах горячее водоснабжение является приоритетным, то есть вся мощность горелки направляется именно на нагрев расходной воды. В случаях большего количества водоразборных точек или высокого потребления воды высокое предпочтение отдают котлам со встроенным накопительным баком.

В таких случаях бак является частью котла, его ёмкость составляет от 40 до 60 л, здесь нагрев отопительной воды и ГВС производится за счёт прохождения её по расположенному внутри бака контуру. Преимуществами таких систем являются компактность и возможность обеспечения горячей водой до 22 л/мин.

В случае необходимости отопления здания большой площадью, возможно использование одноконтурного котла, а для обеспечения необходимого количества

горячей воды, целесообразно применять бойлеры косвенного нагрева. В таких системах через специальные вводы подключается ГВС к отопительному контуру (на выходе из теплогенератора), где производится нагрев теплоносителем, проходящим по внутреннему контуру бака. В этих случаях такой бойлер может иметь встроенный электрический ТЭН.

Для обеспечения жизненного комфорта в условиях перебоев с горячей водой при централизованном снабжении или в условиях индивидуального строительства – задача вполне выполнимая за счёт установки котлов. Для чего необходимо объективно оценить все факторы и сделать взвешенный выбор соответствующей нагревательной техники.

Согласно расчётным и практическим данным, при установке теплогенератора, рассчитанного на суммарную тепловую нагрузку отопления и горячего водоснабжения, установленная мощность окажется значительно завешенной. В периоды отсутствия горячего водоразбора теплогенератор будет работать недогруженным с пониженной экономичностью. Поэтому при использовании теплогенератора для отопления и горячего водоснабжения его теплопроизводительность выбирают, исходя из обеспечения только одной пиковой нагрузки горячего водоснабжения. В этих случаях система отопления отключается и теплогенератор работает лишь на горячее водоснабжение.

Периоды отключения системы отопления определяют необходимым для приготовления порции нагретой воды временем. Наибольшее количество нагретой воды требуется для заполнения ванны. Поскольку максимальный расход ГВС определяют вместимостью ванны 250 л, температура воды 40 °С, для нагрева холодной воды с температурой 5 °С (в зимний период) потребуется теплоты, согласно формуле

$$Q = G * c (t_2 - t_{хол}), \text{кДж/ч}, \quad (1)$$

где G – расход воды, кг/ч;

c – удельная теплоёмкость воды, кДж/кг;

t_2 – температура горячей воды, °С;

$t_{хол}$ – температура холодной воды, °С.

$$250 * 4,19 * (40 - 5) = 36600 \text{ кДж/ч}$$

Для дома с расчётными теплотерями $Q = 8000$ Вт продолжительность отключения системы отопления на период подогрева воды для ванны составит

$$\tau = Q_{зд.} / Q, \text{ ч}, \quad (2)$$

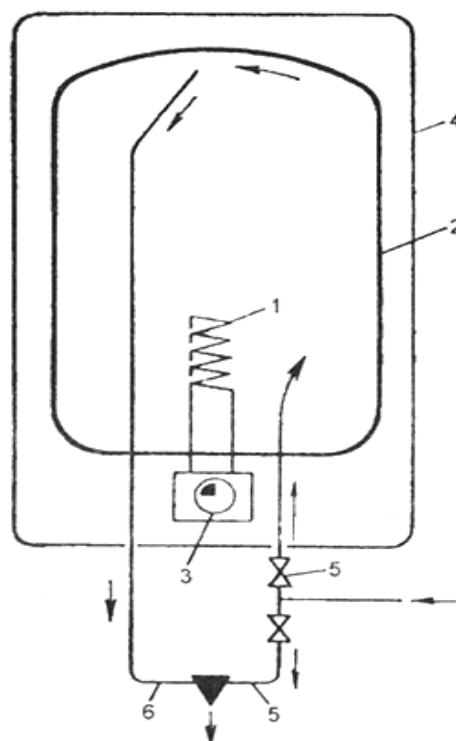
где $Q_{зд.}$ – теплотери здания, Вт;

3,6 – переводной коэффициент.

$$36600 / 3,6 * 8000 = 1,3 \text{ ч.}$$

Как показывают расчёты и практика эксплуатации, температура внутреннего воздуха в помещениях за указанное время снижается на 1–2 °С, что соответствует санитарно-гигиеническим нормам [6, 11]. Поэтому для комфортных условий необходимо периодическое проведение указанных операций по переключению системы отопления, что представляет неудобство для жителей. Поэтому заслуживают внимания системы с отдельными теплогенераторами отдельно для системы отопления и отдельно для системы горячего водоснабжения.

Поскольку эксплуатация одновременно двух теплогенераторов малоэффективно, то для горячего водоснабжения более приемлемо применение в качестве теплогенератора электроводонагревателей (рисунок 1). С целью снижения затрат на электроэнергию целесообразно использовать теплоаккумуляторы, которые хранят нагретую ночью воду, так как действует ночной льготный тариф на электроэнергию.



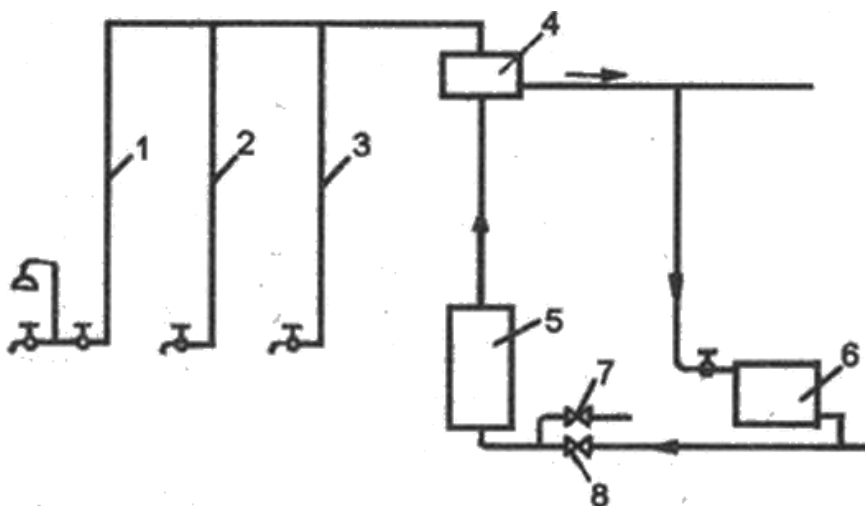
1 – трубчатый нагреватель; 2 – ёмкость; 3 – регулятор; 4 – кожух; 5 – холодная вода; 6 – горячая вода.

Рисунок 1 – Электроподогреватель

При применении теплогенераторов, работающих на твёрдом топливе и водяном отоплении помещений, целесообразно устройство совмещенной системы отопления и горячего водоснабжения (рисунок 2). Для уменьшения устанавливаемой производительности теплогенератора используют расширительный сосуд, являющийся одновременно баком-аккумулятором нагретой воды (рисунок 2).

В периоды, когда система горячего водоснабжения не используется, то подпитка систем горячей водой не производится, и из теплогенератора она поступает только к отопительным приборам, где охладившись, вновь возвращается в теплогенератор. В случаях потребления горячей воды она поступает из расширительного бака, уровень в котором понижается. Поддержание постоянного уровня воды в расширительном баке может осуществляться вручную (по указаниям уровня воды в водомерной трубке) или автоматически за счёт дополнительной подачи воды в теплогенератор из водопроводной сети. Поэтому расширительный бак (бак-аккумулятор) желательно иметь соответствующей ёмкости, поскольку при ма-

лой ёмкости бака-аккумулятора последняя порция воды не успеет нагреться в теплогенераторе до расчётной температуры.

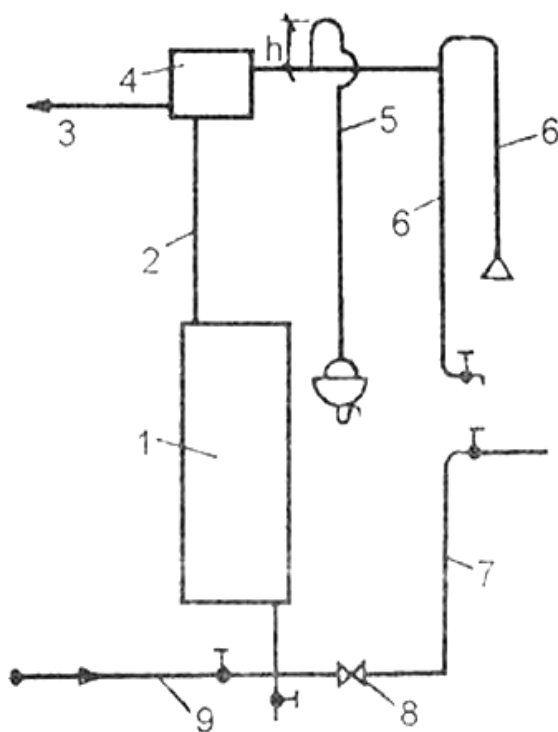


1, 2, 3 – стояки горячего водоснабжения; 4 – воздухоотборник; 5 – котёл; 6 – отопительный прибор; 7 – кран подпитки; 8 – вентиль.

Рисунок 2 – Совмещенная система отопления и горячего водоснабжения

При данной схеме расход горячей воды (с необходимой температурой) необходимо регулировать вручную питательным вентилем на водопроводной линии, что весьма неудобно.

При применении горячего водоснабжения с расширительным баком линия водозабора должны присоединяться к расширительному баку на высоте 100 – 150 мм от уровня дна, чтобы исключить полное его опорожнение при максимальном водоразборе.



1 – генератор тепла; 2 – главный стояк; 3 – разводящая горячая линия системы отопления; 4 – расширительный сосуд; 5 – воздушная линия; 6 – подающая линия горячего водоснабжения; 7 – водопроводная подводка; 8 – обратный клапан; 9 – обратная линия системы отопления.

Рисунок 3 – Схема совмещенного водяного квартирного отопления и горячего водоснабжения с ёмким водонагревателем и одноточечным водозабором

С целью понижения теплотерь необходима тщательная теплоизоляция расширительного бака-теплогенератора, чтобы уменьшить теплотери на излучение.

Широкое распространение получили газовые водонагреватели, работающие на природном газе. Поскольку в конструкцию таких водонагревателей входит ёмкость, которая может использоваться для аккумуляции нагретой воды системы горячего водоснабжения. Поэтому при их эксплуатации нет необходимости дополнительно устанавливать аккумуляторы нагретой воды.

При многоточечном водоразборе (ванна, душ, умывальник, мойка и т.д.) необходимо систему ГВС герметизировать и ставить под напор водоразбор и системно с напорным водоподогревателем. Для чего вместо расширительного сосуда устанавливают закрытый воздухоотборник, к верхней части которого подключается линия

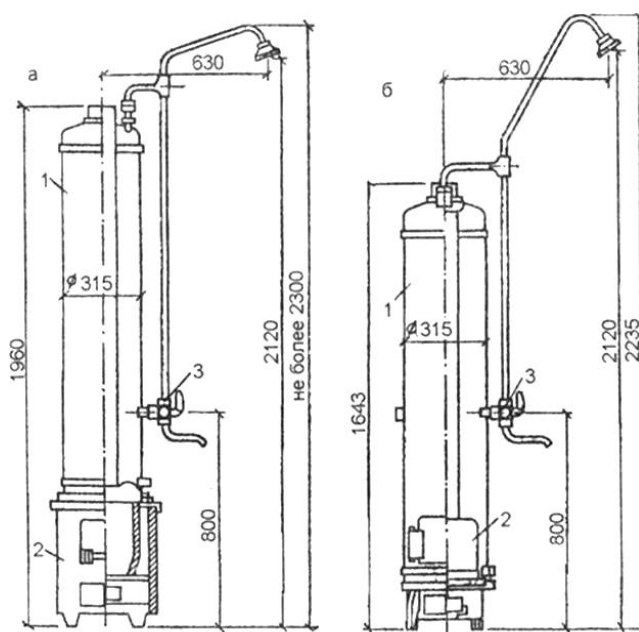
горячего водоснабжения, подающая воду к водоразборным точкам, и через них удаляется воздух из системы.

Данная система всегда находится под давлением водоподогрева. При расходе горячей воды система ГВС заполняется за счёт давления из систем холодного водоснабжения, вытесняя определенный объём горячей воды из верхней части водонагревателя к водоразборным точкам.

При использовании одного теплогенератора для систем отопления и горячего водоснабжения с целью снижения отложений накипи на стенках котла и труб и возникновения опасности ожогов при пользовании горячей водой нагрев её в теплогенераторе не должен превышать 80 °С.

При значительном водоразборе поддержание постоянного давления в водопроводе является вынужденным, только в таком случае будет обеспечиваться бесперебойная одновременная работа всех точек водоразбора. Соответственно при незначительном водоразборе положение меняется, если в доме только одна точка водоразбора. Тогда целесообразно использовать безнапорную систему (рисунок 3). В этих случаях водопроводное давление полностью «срабатывается» в кране на подводке водопровода к теплогенератору. К горизонтальной трубке раздачи горячей воды присоединяется воздушная линия, которая исключает возможное образование разрежения в трубе, возникающее из-за расположения водоразборных точек ниже расширительного сосуда.

К безнапорным водоподогревателям горячей воды относят электрические водогреватели (рисунок 3) и водогрейные колонки для ванных комнат (рисунок 4), которые устанавливаются непосредственно вблизи ванн. Конструктивно такие водоподогреватели представляют собой цилиндрический стальной корпус, внутри которого концентрически размещены топка и вертикальная теплообменная газовая труба. Пространство между кожухом и трубой заполняется водой и служит своеобразной ёмкостью.

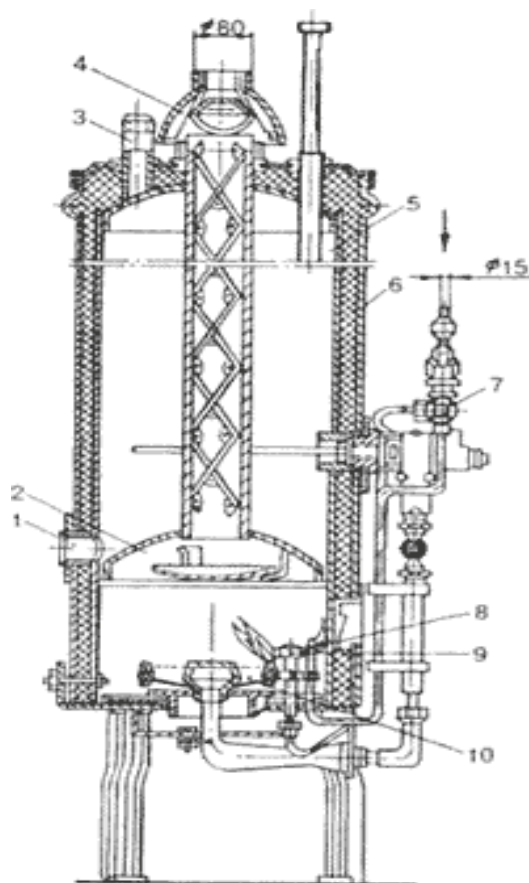


а – типа КВЭ-11; б – типа КВЦ-1; 1 – ёмкость водяная; 2 – топочное устройство; 3 – водоразборные краны.

Рисунок 4 – Водогрейные колонки КВЭ

Холодную воду к водогрейной колонке подключают через смеситель. Отбор полученной горячей воды производится через вентиль горячей воды смесителя. При этом за счёт поступления холодной воды в колонку происходит вытеснение горячей. Для индивидуального домостроения отечественная промышленность серийно выпускает стальные газовые ёмкостные водонагреватели для отопления и горячего водоснабжения.

Газовый ёмкостной водонагреватель (рисунок 5) состоит из вертикального цилиндрического резервуара, кожуха, газовой горелки с запальником, газоотводящего устройства. По центру резервуара расположена теплообменная труба с удлинителем. Пространство между резервуаром и кожухом заполнено теплоизоляцией из шлако- или стекловаты. В нижней части аппарата расположена инжекционная горелка низкого давления, в которой на кронштейне крепится запальник. На запальнике имеется два язычка пламени: от одного происходит зажигание основной горелки, от второго - нагревается спай термопары.

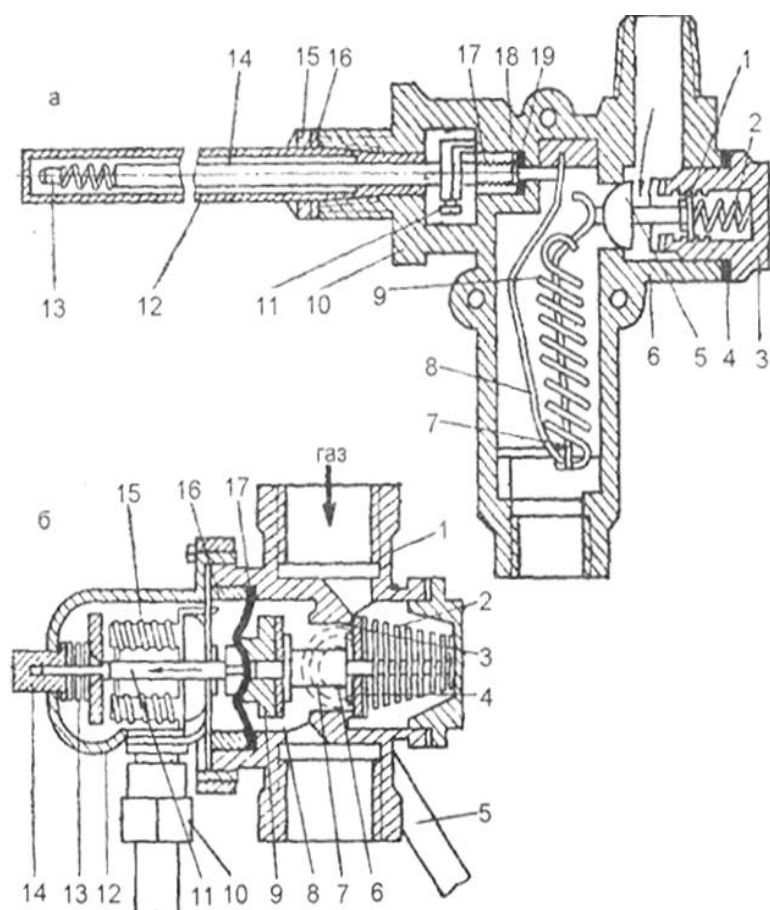


1, 3 – патрубки подвода холодной и отвода горячей воды; 2 – отражатель; 4 – тяго-прерыватель; 5 – резервуар; 6 – кожух; 7 – терморегулятор; 8 – термопара; 9 – запальник; 10 – основная горелка.

Рисунок 5 – Газовый ёмкостный водонагреватель

Горелки с запальником газоотводящего устройства. В центре резервуара расположена теплообменная труба с удлинителем. Пространство между резервуаром и кожухом заполнено изоляцией из шлако- или стекловаты. В нижней части аппарата размещена инжекционная горелка низкого давления, в которой на кронштейне крепится запальник. Запальник имеет два язычка пламени: от одного происходит зажигание основной горелки, от второго - нагревается спай термопары.

Для поддержания температуры воды в заданных пределах водонагреватель снабжен автоматическими системами безопасности и регулирования (рисунок 6а).



а – терморегулятор: 1 – втулка клапана; 2 – пружина; 3 – стакан; 4 - прокладка; 5 – клапан; 6 – седло клапана; 7 – перекидной рычаг; 8 – фигурный рычаг; 9 – перекидная пружина; 10 – корпус; 11 – ручка-указатель; 12 – латунная трубка; 13 – втулка; 14 – стержень; 15 – гайка; 16 – прокладка; 17 – пружина; 18 – шайба; 19 – уплотнительное кольцо; б – электромагнитный клапан: 1 – корпус; 2 – пружина клапана; 3 – седло; 4 – тарелка в камере ввода газа; 5 – трубка запальника; 6 – отверстие в корпусе для подвода газа к запальнику; 7 – шток; 8 – прокладка; 9 – тарелка в камере выхода газа; 10 – накидная гайка контактов термопары; 11 – стержень якоря; 12 – якорь; 13 – пружина якоря; 14 – кнопка; 15 – электромагнит; 16 – нажимное кольцо мембраны; 17 – мембрана.

Рисунок 6 – Приборы автоматики водонагревателя

Автоматика безопасности водонагревателя (рисунок 6б) состоит из электромагнитного клапана и термопары, соединенной с ним проводами. При нормальной работе аппарата запальник нагревает спай термопары, в цепи развивается ЭДС и в обмотке электромагнитного клапана образуется магнитное поле, удерживающее клапан в открытом положении. При этом газ поступает к основной горелке.

В случае если запальник погаснет, спай термопары остынет и электромагнитный клапан закроет доступ газа к основной горелке и запальнику. При необходимости повторного зажигания запальника необходимо производить вручную, но не ранее чем через 3 минуты.

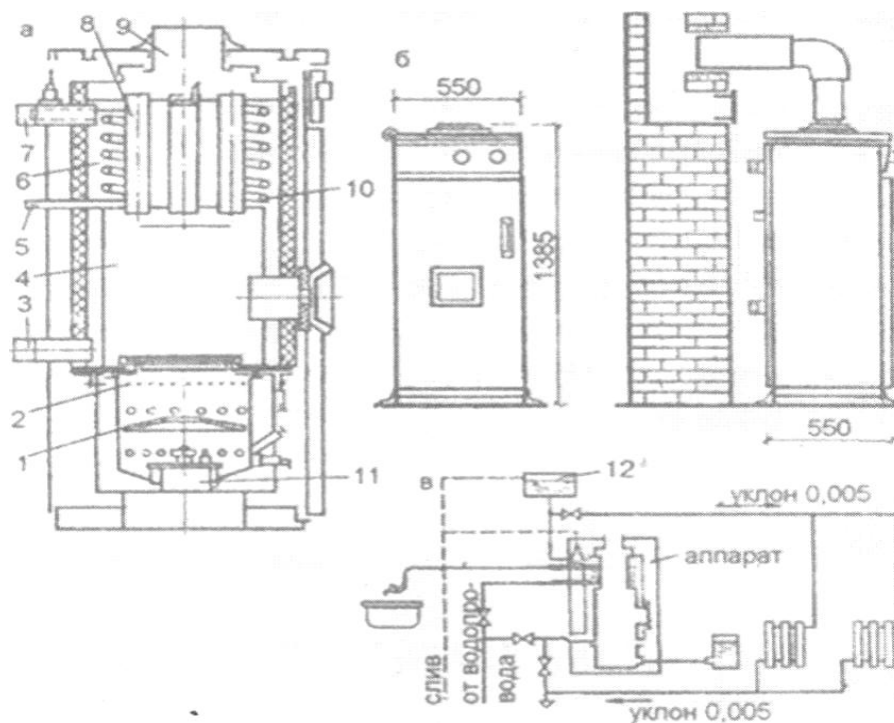
Для запуска в работу водонагревателя он должен быть заполнен полностью водой. Для чего достаточно открыть любой из водоразборных кранов горячей воды и после истекания воды под напором можно считать, что водонагреватель заполнен полностью. После чего можно открывать кран на газопроводе перед аппаратом, для чего вначале подносят зажженную спичку к запальнику и только после этого открывают его кран. Для полного включения системы водоподогревателя через 2–3 минуты после зажигания запальника необходимо оттянуть вниз до отказа кнопку электромагнита, при этом кнопка должна остаться в нижнем положении. После чего необходимо убедиться, что запальник горит, тогда открывают кран основной горелки, и зажигают её. После запуска водонагревателя необходимо закрыть дверцу и проверить наличие тяги в дымоходе с помощью зажженной спички. В случае отсутствия разряжения в дымоходе пользоваться водонагревателем категорически запрещается. При нагреве воды до требуемой температуры терморегулятор отключает подачу газа к основной горелке. При падении температуры воды в нагревателе на 5–10 °С (в результате отбора горячей воды или теплопотерь при отоплении) терморегулятор возобновляет подачу газа к основной горелке. Для регулирования максимальной температуры горячей воды необходимо производить настройку терморегулятора путём вращения правой нижней гайки блока автоматики.

Ёмкостные водонагреватели с отводом в дымоход продуктов сгорания можно устанавливать на кухнях и в ванных комнатах. Необходимая мощность водонагревателей, для данных помещений, приведена в таблице 7.

При отсутствии природного газа широкое распространение нашли водонагреватели, работающие на жидком топливе. Преимуществом данных водонагревателей является более высокая теплопроизводительность, меньшие габаритные размеры и более высокие экономические показатели, кроме того по сравнению с котлами, ра-

ботающими на твёрдом топливе, жидкостные водонагреватели более гигиеничны и компактны.

Такие водонагреватели (рисунок 7) предназначены для водяного отопления помещений площадью до 150 м² и горячего водоснабжения.



2 – испарительная горелка; 4 – цилиндрическая камера сгорания; 6 – водяной теплообменник; 8 – дымогарные трубы; 9 – газоотводящий патрубок; 10 – водогрейный змеевик; 11 – дозатор.

Рисунок 7 – Отопительно-варочный аппарат

Принцип работы отопительно-варочных аппаратов: жидкое топливо через дозатор поступает в горелку, в которой испаряется; образовавшиеся топливные пары в смеси с воздухом, поступающие через отверстия в корпусе горелки, сгорают в камере сгорания. Образовавшиеся продукты сгорания передают воде теплоту через стенки камеры и дымогарные трубы, а затем через газоотводящий патрубок подаются в дымоход. Полученная горячая вода, находящаяся в корпусе аппарата, передаёт часть теплоты змеевику, в котором нагревается вода для системы горячего водоснабжения.

При необходимости в индивидуальных домах можно установить плиту для приготовления пищи и котёл для отопления и горячего водоснабжения (рисунок 8). Конструктивно котёл и плита только внешне оформлены единым агрегатом, но работают они независимо, поскольку сжигание топлива происходит отдельно в топливных и обособленных дымоходах.

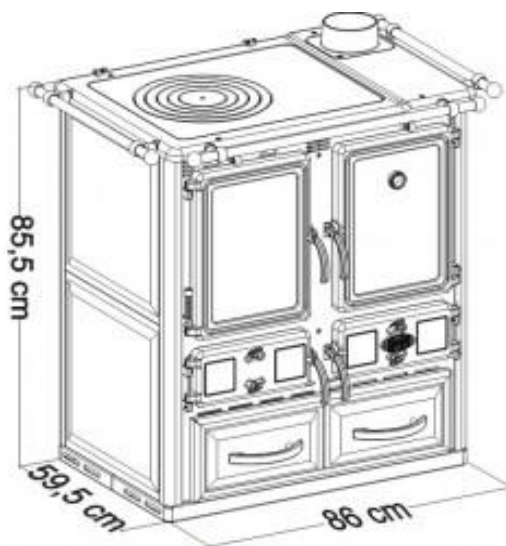
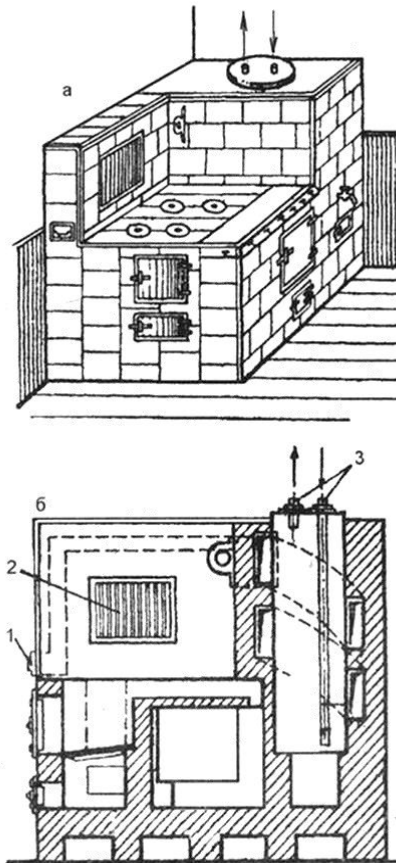


Рисунок 8 – Отопительно-варочная плита

Более выгодно использование комбинированных конструкций для приготовления пищи, водяного отопления и горячего водоснабжения. В этих случаях в аппаратах водогрейные теплообменники в виде водяных коробок и змеевиков встраивают в дымоход печи или плиты (рисунок 9).



а – общий вид; б – разрез: 1 – канал для самовара; 2 – вентиляционная решётка; 3 – циркуляционные трубы.

Рисунок 9 – Водогрейная колонка в общей обмуровке с кухонной плитой

При наличии дешёвой электрической энергии наибольшее распространение имеют электронагреватели системы горячего водоснабжения, которые удобны в эксплуатации, они экономичны, компактны и гигиеничны в эксплуатации.

Они также подразделяются на скоростные (проточные) и ёмкостные. Наиболее экономичными являются ёмкостные, поскольку для них требуется меньшая установленная мощность нагревателя.

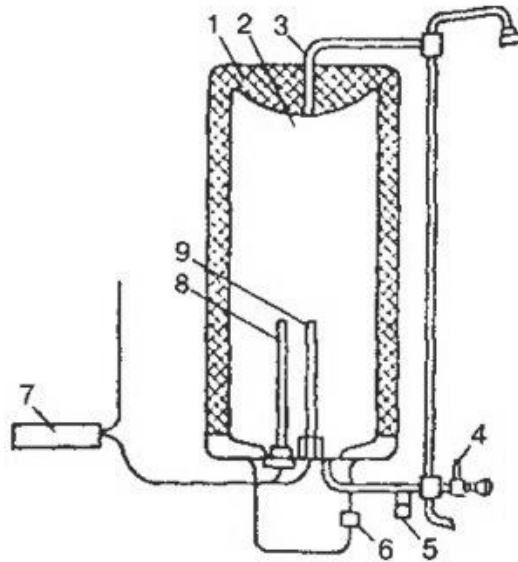
В качестве нагревателей используют ТЭНы с терморегуляторами, поддерживающими температуру горячей воды 85 °С (рисунки 10 и 11). В настоящее время серийно выпускаются электронагреватели мощностью 0,5; 0,7; 1,0; 1,4; 1,6; 2; 4 кВт. С целью увеличения долговечности внутренняя поверхность бака производится эмалированной.



- 1 Металлический корпус
- 2 Изоляция
- 3 Магниевый анод
- 4 Трубка забора горячей воды
- 5 Эмалированный бак
- 6 Погружной ТЭН
- 7 Трубка подачи воды с распределительной насадкой
- 8 Подсоединение G1/2 (подача и забор воды)

Рисунок 10 – Водонагреватель с терморегулятором

К нетрадиционным источникам энергии с большим будущим можно отнести установки, преобразующие солнечную энергию в тепловую. Установки солнечного теплоснабжения, как правило, применяют в южных районах, где преобладают в году ясные солнечные дни. Пример реализации установки для подогрева воды с солнечной батареей представлен на рисунке 12. Солнечные батареи располагают на крыше здания, на стороне, обращенной к солнцу. Для повышения коэффициента полезного действия солнечной батареи сторона батареи, обращенная к солнцу, окрашена в черный цвет, а обратная сторона теплоизоляции.

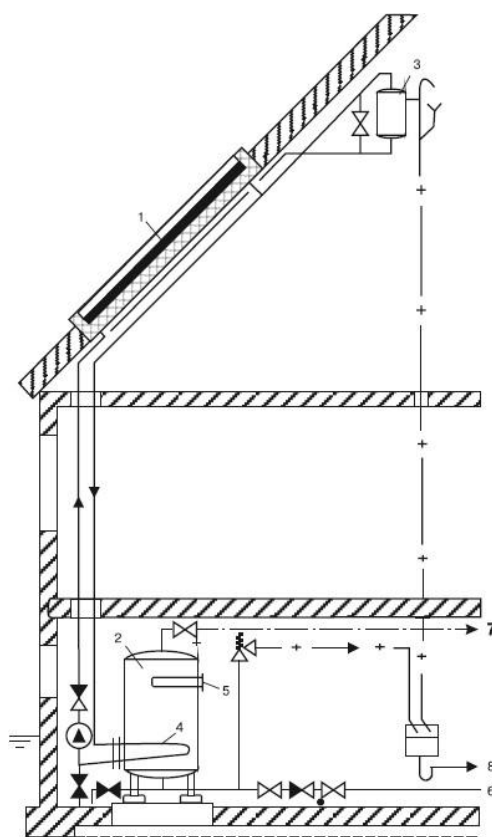


1 – теплоизоляция; 2 – ёмкость водонагревателя; 3 – труба для выхода горячей воды из прибора; 4 – регуляторы подачи горячей и холодной воды; 5 – штуцер; 6 – сигнальная лампочка; 7 – термоограничитель; 8 – нагревательный элемент; 9 – трубка с термоконтактом 7Х.

Рисунок 11 – Аккумуляционный электронагреватель

Поверхности солнечной батареи размером 10 м^2 достаточно для подогрева 250 л воды в сутки.

Применение систем солнечного теплоснабжения позволяет экономить органическое топливо, снижать эксплуатационные затраты на теплогенераторы, а также сокращать ущерб от загрязнения окружающей среды.



1 – солнечная батарея; 2 – аккумулятор горячей воды; 3 – расширительный бачок; 4 – нагреватель; 5 – электрический подогреватель; 6 – водопровод; 7 – трубопровод горячей воды; 8 – сброс в канализацию.

Рисунок 12 – Комбинированная установка для подогрева воды с солнечной батареей и баком-аккумулятором горячей воды

2.4 Выбор газового оборудования при совмещении системы отопления и горячего водоснабжения

Для индивидуального домостроения при выборе отопительных систем часто встаёт вопрос необходимости обеспечения горячей водой. Применение одноконтурных газовых котлов может выполнять только функцию отопления зданий (нагревает теплоноситель в системе отопления). Двухконтурные газовые котлы позволяют помимо нагрева воды в системе отопления обеспечивать горячим водоснабжением весь дом (для хозяйственно-бытовых целей). Выпускаемые двухконтурные

агрегаты и котлы со встроенным бойлером зачастую не способны обеспечить необходимое количество горячей воды, в этих случаях к одноконтурному котлу возможно подключение бойлера косвенного нагрева необходимого объема ГВС (см. рисунок 13).

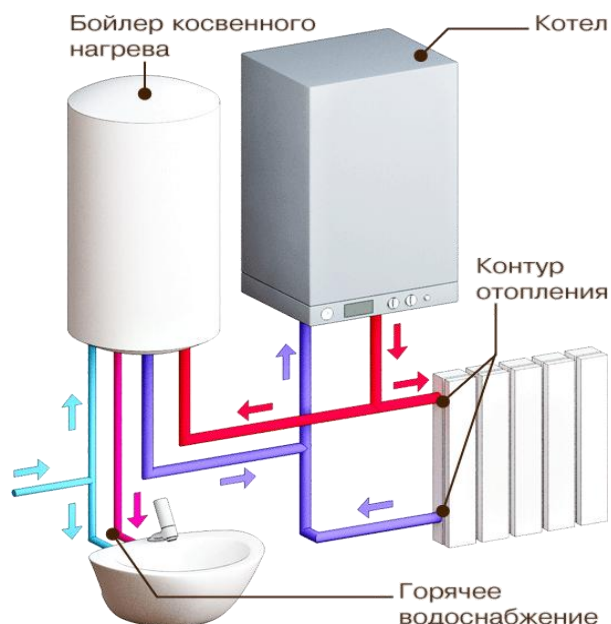


Рисунок 13 – Одноконтурный котёл с бойлером косвенного нагрева

2.5 Разновидности одноконтурных газовых котлов

По месту установки газового котла различают напольные или настенные модели. Напольный одноконтурный газовый котёл по характеристикам теплоснабжения мощнее и долговечнее в работе, чем двухконтурный. Но при его установке необходимо выполнить ряд условий, самое главное из них – это микроклимат помещения, поскольку чугунный теплообменник таких моделей чувствителен к колебаниям температуры.

Одноконтурные настенные газовые котлы имеют меньшую мощность по сравнению с напольными, но для бытовых целей их тепловой мощности вполне

достаточно. Основное их достоинство – размещение на стене, что экономит пространство, а комфортная эксплуатация обеспечивается наличием автоматики.

Следующим критерием отбора котлов является способ розжига: электро- или пьезорозжиг. При пьезорозжиге горение запальника постоянное, при этом расходуется дополнительный газ. Ручной запуск (с помощью кнопки) делает устройство автономным, поскольку предусматривается установка батарейки, и, соответственно, не зависящим от перебоя с электроснабжением. Такой способ розжига экономичнее по расходу газа, поскольку отсутствует запальник постоянного горения.

Рассмотрим подробнее устройство и принцип работы газового котла (см. рисунок 14).

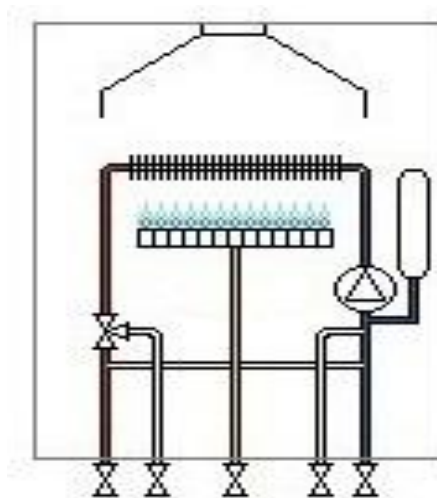


Рисунок 14 – Одноконтурный газовый котел

Принцип работы такого котла, как у двухконтурного газового котла — определяется типом тяги, т.е. способом забора и отвода дымовых газов в системе.

Применение открытой камеры сгорания необходимо оснащать атмосферной горелкой с естественной тягой.

Котлы с открытой топкой («открытого» типа) необходимо устанавливать в помещениях нежилых (воздух для горения забирается из помещения), имеющих стационарный дымоход большого сечения и систему вентиляции, отводящую продукты сгорания.

Котлы, имеющие закрытую камеру сгорания, а также конденсационный газовый котел, оборудован турбо (надувной) горелкой и принудительной тягой. Коаксиальный дымоход (одна труба вложена в другую) выполняет и отвод, и наружный забор воздуха. Что даёт возможность размещение всего оборудования дома или в квартире и не требует переоборудования или специального помещения.

Напольные газовые котлы включают следующие элементы:

- цилиндрический теплообменник (представлен стальными или чугунными трубами);
- камера для сгорания газа (расположена внутри цилиндра);
- горелка (дутьевая или трубчатая).
- автоматика (система управления и защиты).

Конструкция настенного газового котла (его называют мини-котельной) включает:

- теплообменник (медный или стальной);
- горелка;
- бак расширительный;
- циркуляционный насос для воды (теплоносителя);
- измерительное оборудование (тяги, горения, давления газа и воды);
- автоматика (система управления и защиты).

При необходимости одноконтурные котлы комплектуют бойлерами, хотя чаще применяют проточный способ нагрева воды. Благодаря возможности присоединения к одноконтурному котлу бойлера косвенного нагрева нужного объёма, что может обеспечить потребность в горячей воде достаточного количества потребителей.

Бойлер косвенного нагрева отличается от агрегата прямого нагрева, т. к. в нём не используется электроэнергия, газ или твёрдое топливо для получения тепла.

В основе работы бойлеров косвенного нагрева используется теплота, вырабатываемая посторонним источником. Тепло транспортируется первичным (промежуточным) теплоносителем, в качестве которого обычно применяют антифриз или воду.

Установка такого агрегата в квартире или в доме позволяет экономить энергоресурсы (см. рисунок 15).



Рисунок 15 – Бойлер косвенного нагрева

При выборе данного оборудования для обеспечения горячего водоснабжения важно правильно рассчитать мощность основного теплового агрегата – электрического бойлера или котла. Применение водогрейного котла малой мощности приводит к увеличению времени нагрева воды в бойлере.

Расход тепловой энергии на подогрев теплообменника бойлера не должен превышать 50 % общей энергии, вырабатываемой котлом. Иначе это приведет к снижению эффективности отопления.

Максимальная эффективность работы бойлера и поддержание необходимой температуры в системе отопления может быть достигнуто при организации бесперебойной циркуляции воды по водяному контуру. Установка и автоматизация циркуляционного насоса позволяет контролировать температуру теплоносителя в зависимости от её изменения. Автоматика также предохраняет бойлер от поломки при холостой работе насоса (отсутствие воды).

В газовых двухконтурных котлах совмещены две функций в одном устройстве:

- получение тепла для системы отопления;
- приготовление горячей воды для бытовых нужд (ГВС).

Приобретение одного такого устройства, обеспечивающего отопление дома и получение горячей воды, наиболее экономично.

Рассмотрим принцип работы двухконтурного газового котла.

Как теплоноситель для системы отопления, так и вода для ГВС подогреваются с помощью теплообменника. Продукты сгорания от газовой горелки передают своё тепло через стенки трубок, по которым течёт жидкость. Передача тепла может осуществляться как через один, так и через два теплообменника. Котлы отопления настенные двухконтурные зачастую имеют один битермический теплообменник, в котором проходят трубки для теплоносителя системы отопления и трубки подогрева водопроводной воды для горячего водоснабжения. При водоразборе горячей воды подача теплоносителя для отопления прекращается, и всё тепло сгорания расходуется на ГВС. Кран закрыли – горелка греет воду для отопления. Котлы с одной горелкой и одним теплообменником недорогие (см. рисунок 16).

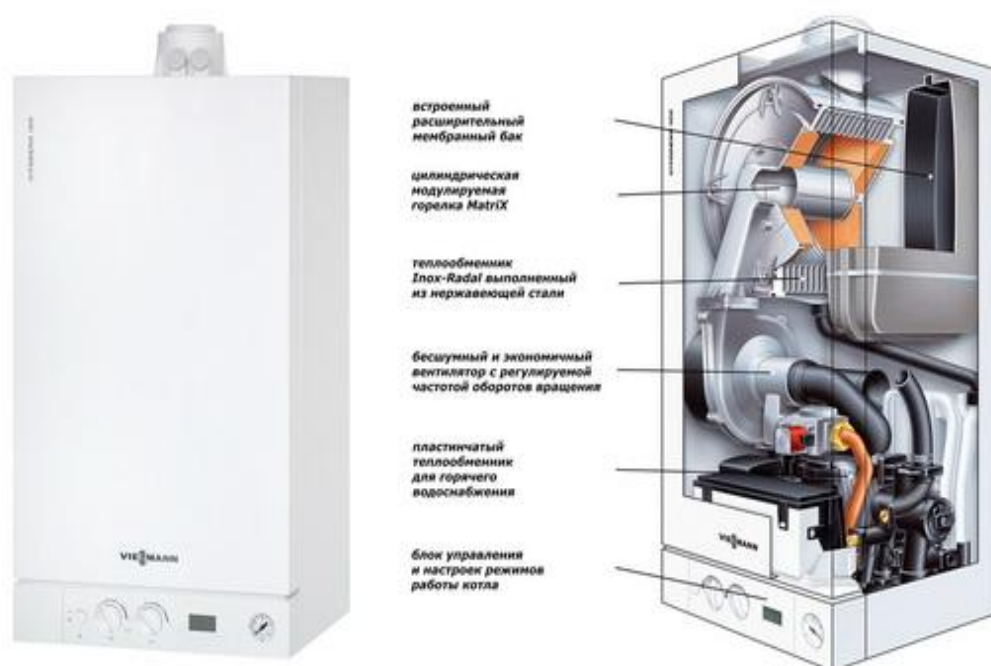


Рисунок 16 – Настенный газовый двухконтурный котёл

В котле с двумя теплообменниками теплоноситель нагревается в первичном теплообменнике. Далее проходит по большому контуру системы отопления подаётся на отопительные приборы (радиаторы, тёплые полы и др.). При открывании крана горячей воды, трёхходовой клапан перекрывает большой контур и направляет движение теплоносителя через малый контур - во вторичный теплообменник. В этом случае тепло передается холодной водопроводной воде через стенки (медных или стальных) трубок, превращая её в горячую. В этих случаях теплоноситель не подаётся в систему отопления и дом не отапливается. Это не очень существенно, если горячей воды нужно не много.

При выборе модели котла предпочтительнее конструкция с двумя теплообменниками. При нагреве воды на внутренних стенках трубок осаждаются накипь, что приводит к их выходу из строя. Наиболее быстро это происходит в контуре приготовления горячей воды, так как поступающая холодная вода оставляет на стенках новый слой солей. В замкнутом контуре отопления вода одна и та же, новая накипь не образуется, и первичный теплообменник служит дольше. Смена нагревателя для горячей воды стоит дешевле, чем битермического теплообменника для всего котла. К тому же оборудование может отапливать дом со снятым на время ремонта нагревателем горячей воды. В случае с одним теплообменником — это невозможно.

При применении котлов с двумя горелками приоритет использования газа (расход) отдаётся приготовлению горячей воды.

2.6 Двухконтурный газовый котел

Рассмотрим принцип выбора двухконтурного газового котла (см. рисунок 17). Учитываются следующие параметры:

- необходимая потребность в теплоснабжении дома;
- суточная потребность в горячей воде;
- место и условия размещения котла.

Выпускаемые промышленностью настенные модели двухконтурных котлов имеют мощность от 12 до 35 кВт. Такой мощности хватает для отопления дома до 400

кв.м., а скорость, комфорт, объём получаемой горячей воды не хуже, чем у газовых колонок. Эти котлы нагревают горячую воду до 30 °С с производительностью 15 литров воды в минуту.

При выборе модели оборудования необходимо знать количество горячей воды, по которому и подбирают модель с нужными параметрами.

Рассмотрим возможность установки газового двухконтурного напольного котла для получения достаточного количества тепла и горячей воды. Применение таких котлов даёт следующие преимущества:

- большой запас мощности обеспечивает потребности в теплоснабжении и в горячей воде;
- отдельные теплообменники, закрытые горелки с регулируемой мощностью увеличивают срок службы оборудования и экономят газ.

Классификация газовых котлов представлена на схеме 1.

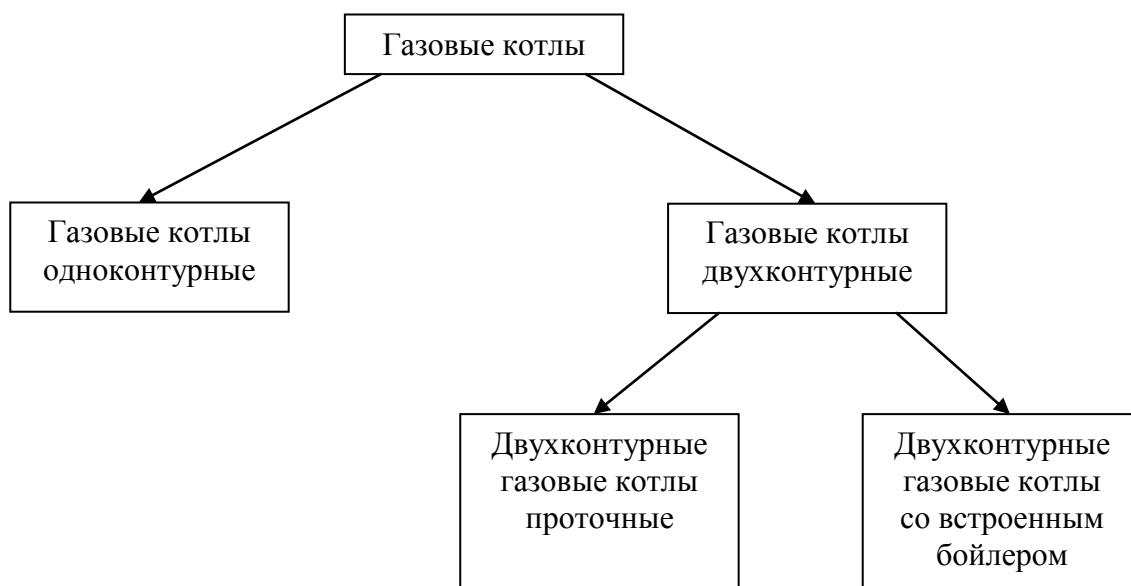


Схема 1 – Классификация газовых котлов

Рассмотрим пример использования двухконтурного газового котла с бойлером (см. рисунок 17).



Рисунок 17 – Двухконтурный газовый котел с бойлером

Как показывает опыт эксплуатации двухконтурных отопителей проточного типа при установленной мощности 24 кВт хватает на две точки ГВС (кухня, ванная) семье из 4 человек. При большем количестве точек водоразбора и пользователей в доме к котлу можно подключить бойлер. Это даёт возможность получения большего количества горячей воды заданной температуры и улучшает режим работы котла. Применение проточных нагревательных приборов приводит к «гулянию температуры» горячей воды и появляется необходимость частого включения и выключения водоразбора (например, на кухне при мытье посуды) – это негативно сказывается на сроке службы газовой горелки и работы всей автоматики. С целью улучшения горячего водоснабжения устанавливают бойлер ёмкостью 40 – 60 литров. При более высоком расходе ГВС необходимо к котлу подключать бойлер косвенного нагрева, как правило, в напольном исполнении, ёмкость которого может составлять до 500 литров.

Для предотвращения попадания мусора в трубки нагревателя и уменьшающие образование накипи при монтаже двухконтурных газовых котлов отопления любого исполнения на контур ГВС устанавливают фильтры грубой и тонкой очистки.

Подача необходимого количества горячей воды для индивидуальной бани может быть осуществлена нагревателем (см. рисунок 18), состоящим из: магистральной сети, собственной газовой колонки и электрического водонагревателя.

Электрические нагреватели могут быть ёмкостными и проточными. При подаче воды в баню более удобными считаются проточные нагреватели. Поскольку требуется большая электрическая мощность для их работы, то применяют трёхфазную систему электроснабжения. В противном случае горячее водоснабжение в бане необходимо осуществлять при помощи ёмкостного водонагревателя. Водонагреватели с большими ёмкостями (от 500 л) в течение 4-х часов греют воду, а затем температура воды автоматически поддерживается на заданном уровне.



а) проточный водонагреватель



б) ёмкостный водонагреватель

Рисунок 18– Источники горячей воды

С целью безопасности при применении электроводонагревателей необходимо обеспечить надёжную электропроводку.

При пользовании баней в холодное время года с целью предотвращения замерзания труб после каждого использования бани воду необходимо сливать. В случаях отдельно расположенных бань, куда затруднительна подводка ГВС, предусматривают нагрев от печи-каменки, с использованием специальных ёмкостей для горячей и холодной воды.

Рассмотрим схему водоснабжения бани. По сравнению с требованиями по проектированию жилых домов банное обустройство требует не меньшего внимания (и понимания). Для обеспечения необходимым количеством пара требуется соответствующая система водоподдачи и водоподогрева.

При отсутствии неподалёку централизованной магистрали ГВС возводят локальный водный источник. Для этих целей возможно использование колодезной шахты либо скважинного шурфа. При равенстве прочих параметров первый вариант обходится дешевле, однако это возможно при залегании водоносного горизонта до 15

метров. При наличии для дома источника водоснабжения можно пользоваться им. В этих случаях к банному домику подводят дополнительную ветку напорного трубопровода. Следует помнить, что потребление гидроконтента здесь предполагается немалое. Схема водоснабжения бани должна гармонично сочетаться с общим проектом локального водопровода с учётом ресурсов колодца или скважины, производительностью насосной станции и т. д. (см. рисунок 19).

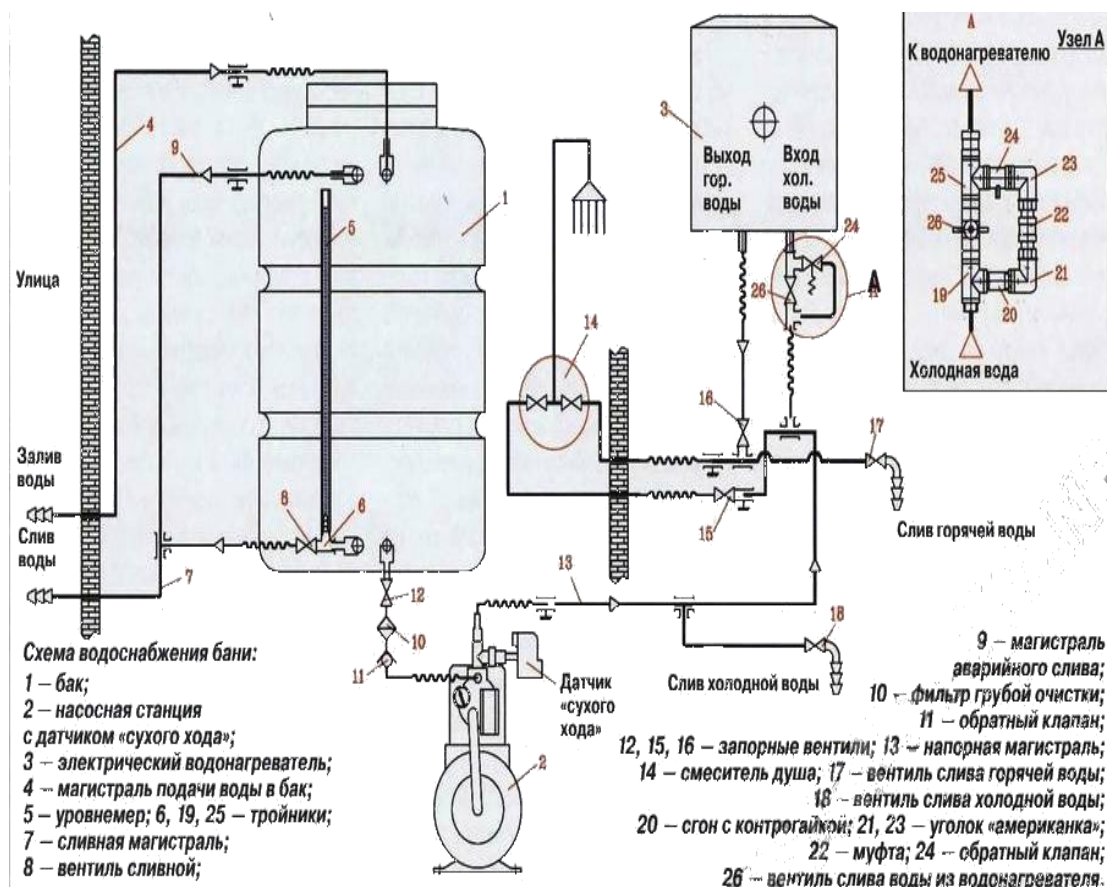


Рисунок 19 – Водоснабжение бани

3 Централизованные системы горячего водоснабжения

Централизованное горячее водоснабжение – это совокупность трубопроводов и расположенных в индивидуальных, групповых или центральных тепловых пунктах устройств для приготовления и распределения горячей воды по абонентам, в качестве которых могут применять индивидуальные, групповые, квартальные тепловые пункты ГВС для нескольких зданий.

Использование горячей воды в технологических процессах связанных с приготовлением пищевых продуктов, а также для удовлетворения санитарных и бытовых нужд, должно соответствовать требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 [4]. Использование горячей воды в других технологических процессах сырую воду при необходимости перед нагреванием подвергают специальной обработке, которая может производиться при значительной концентрации газов в водопроводной воде, что приводит к необходимости её дегазировать, с целью удаления углекислого газа, сероводорода и кислорода. Данная обработка снижает образования накипи и коррозионные свойства горячей воды. Существуют физические (разбрызгивание в вакууме с подогревом) и химические методы дегазации (фильтрование через химически активные материалы).

В системах ГВС температура горячей воды нормируется в зависимости от места её использования: для на санитарно-бытовых нужд – не ниже 60 °С и не более 75 °С во избежание ожогов, в душевых промышленных предприятий – 45 °С – 50 °С. В зависимости от технологических процессов температура горячей воды регламентируется производственными требованиями.

Рассмотрим нормы расхода горячей воды:

- для производственных целей устанавливаются в литрах на единицу продукции или на единицу обрабатываемого сырья;
- для хозяйственно-бытовых нужд – в литрах в час на одно место потребления (например, на одну душевую сетку) или на обрабатываемый объект (на мойку автомашины).

Использование горячей воды для хозяйственно-бытовых нужд во всех отраслях промышленности одинаковы: на одну душевую сетку – 270 л на человека, на мойку столовой посуды – 300 л/ч.

В зависимости от способа перемещения горячей воды в трубопроводах централизованной системы горячего водоснабжения подразделяют на тупиковые и циркуляционные.

В тупиковых системах к водоразборным приборам прокладывают трубопровод, подающий горячую воду к месту её потребления. В этих случаях при отсутствии водоразбора вода в подающем трубопроводе полностью прекращает движение и, следовательно, остывает. После перерыва в использовании горячей воды на водоразборы потребителям поступает вода со сниженной температурой, что ухудшает качество горячего водоснабжения и приводит к необходимости слива тёплой воды из системы ГВС в канализацию до момента, когда вода вновь не будет иметь нормативную температуру.

В циркуляционных системах кроме подающего трубопровода также прокладывают циркуляционный, в результате чего за счёт циркуляции воды поддерживается необходимая температура как при небольшом водоразборе, так и при полном его отсутствии. Что обеспечивает постоянство температуры воды, подходящей к водоразборным приборам и предотвращает необходимость слива воды из системы. В таких системах ГВС потери воды и теплоты сбрасываемые в канализацию отсутствуют.

С увеличением количества воды, циркулирующей в системе, она меньше остывает, но при этом увеличивается стоимость самой системы за счёт установки циркуляционных трубопроводов и повышения мощности циркуляционного насоса. В этих случаях остывание воды (в трубопроводах циркуляционной линии) допускается на 5 °С.

В централизованных схемах системы ГВС предлагается прокладывание в каждой квартире двух стояков: подающего и циркуляционного. В ванных комнатах устанавливают полотенцесушители, которые служат, в том числе, для отопления ванной комнаты. Полотенцесушители присоединяют к циркуляционному стояку.

Основным недостатком применения таких систем является значительный расход труб. Циркуляционные системы ГВС обычно применяют в небольших по протяжённости системах, обслуживающих одно или небольшую группу компактно расположенных зданий.

В жилищном строительстве широкое распространение получила циркуляционная система горячего водоснабжения с секционными узлами. В таких системах несколько подающих стояков (стояки одной секции жилого дома) объединяются кольцевой перемычкой и присоединяются к одному циркуляционному стояку. Водоразборные приборы и полотенцесушители присоединены к подающим стоякам. Несколько подающих стояков, объединенных циркуляционным стояком, образуют водоразборно-циркуляционный узел, что позволяет снизить расход материала трубопроводов по сравнению с предыдущей схемой за счёт уменьшения количества циркуляционных стояков. Такое объединение стояков позволяет уменьшить число циркуляционных колец в системе, что облегчает монтаж (сокращается количество отверстий в межэтажных перекрытиях) и наладку системы.

В квартальных системах ГВС, в которых распределительная сеть выполнена однострубно-тупиковой, то внутридомовая система устраивается циркуляционной. Из теплового пункта горячая вода во внутридомовую систему поступает по подающему трубопроводу. В этих случаях циркуляция воды во внутридомовой системе при отсутствии водоразбора осуществляется за счёт разности плотностей горячей и остывшей воды. Для подогрева воды на главном стояке устанавливают водоподогреватель небольшой мощности. По расположению подающей (разводящей) магистралей внутри здания различают системы ГВС с верхней и нижней разводкой.

В этажности здания свыше 16 этажей горячее водоснабжение выполняют двухзонным. Это связано с тем, что при большой высоте здания статическое давление в нижних точках стояков превышает допустимые пределы – 0,6 МПа и для рабочего давления на водоразборной арматуре – 0,45 МПа.

Каждая зона имеет самостоятельную систему ГВС со своими водоподогревателями и насосами. Применяют двухзонные системы с естественной циркуляцией и подогреваемыми водоподогревателями и насосами. Давление в магистрали должно

обеспечивать горячей водой одну из зон. Давление в других зонах обеспечивается либо регулятором давления, устанавливаемым в нижней зоне, либо повысительным насосом, если давление в магистрали соответствует давлению в нижней зоне.

3.1 Подача горячего водоснабжения

В централизованных системах ГВС используют тепловую энергию с теплоэлектростанций, либо вырабатываемую в котельных.

Существует два типа систем подачи горячей воды потребителю: открытая и закрытая.

В открытых системах теплоснабжения горячая вода подаётся потребителям непосредственно из тепловых сетей. В закрытых системах используется вода из систем холодного водоснабжения, нагрев которой осуществляется горячей водой или паром (из системы теплоснабжения) в водонагревателях, расположенных в зданиях.

Надёжность подачи горячей воды потребителю должна обеспечиваться невозможностью попадания холодной воды в подающие трубопроводы. Это обеспечивается установкой обратных клапанов к водонагревателям на подающем трубопроводе и в обвязке циркуляционного насоса. Подающие и циркуляционные трубы должны иметь тепловую изоляцию.

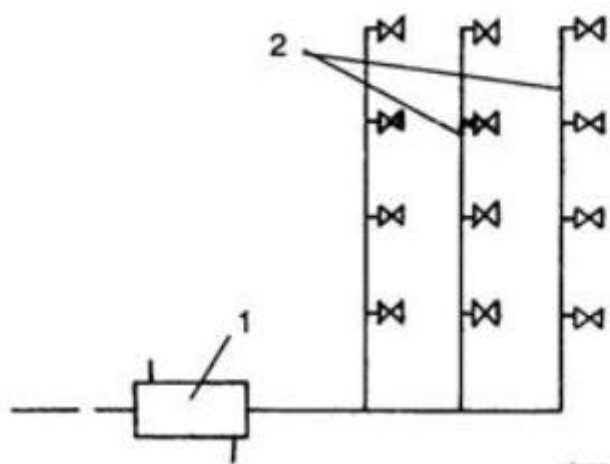
Схема системы горячего водоснабжения состоит из подающих водных магистралей, распределительных стояков. Холодная вода из системы водоснабжения поступает в водонагреватель, где под действием давления проходит через разводящую линию подводки и далее по стоякам попадает к точкам водозабора. В жилые дома горячая вода подаётся к потребителям не ниже 60 °С, в производственные здания норма температуры воды составляет не ниже 45 °С.

Для обеспечения постоянной температуры и давления теплоносителя в системе подачи горячей воды включен обратный трубопровод. Для удаления воздуха необходимо установить выпускающие его устройства, а для опорожнения в нижних точках системы необходимо предусмотреть специальные спускные краны.

Существует четыре способа горячего водоснабжения:

- по простой однотрубной системе водоснабжения с тупиковыми стояками (см. рисунок 20);
- по открытой двухтрубной системе с закольцованными стояками (см. рисунок 20);
- по закрытой трёхтрубной системе;
- по закрытой четырёхтрубной системе.

В малоэтажных зданиях (до 4-х этажей) в основном применяют однотрубную систему, которая состоит из одного трубопровода, водонагревателя и распределительного стояка.



1 – водонагреватель; 2 – распределительные стояки.

Рисунок 20 – Способы подачи горячего водоснабжения

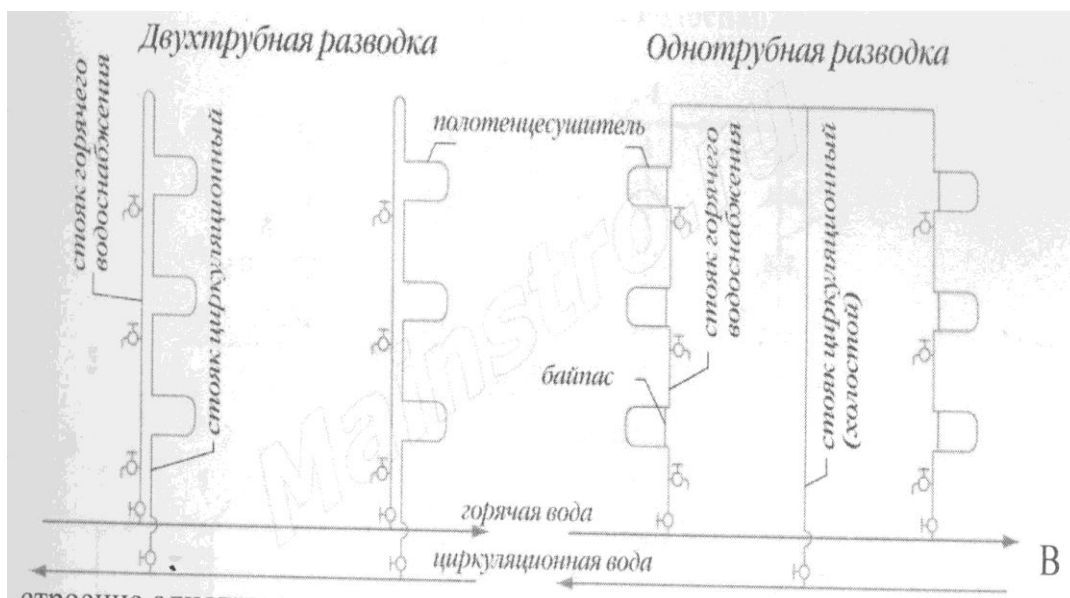


Рисунок 21 – Виды разводки систем водоснабжения

Однотрубные системы чаще используют с холостым стояком, который устанавливается вместе с группой водозаборных стояков. Холостой сток – это трубопровод, на котором отсутствуют водозаборные устройства. Через холостой стояк горячая вода поступает в верхнюю часть перемычки подающей магистрали и далее к водозаборным стоякам.

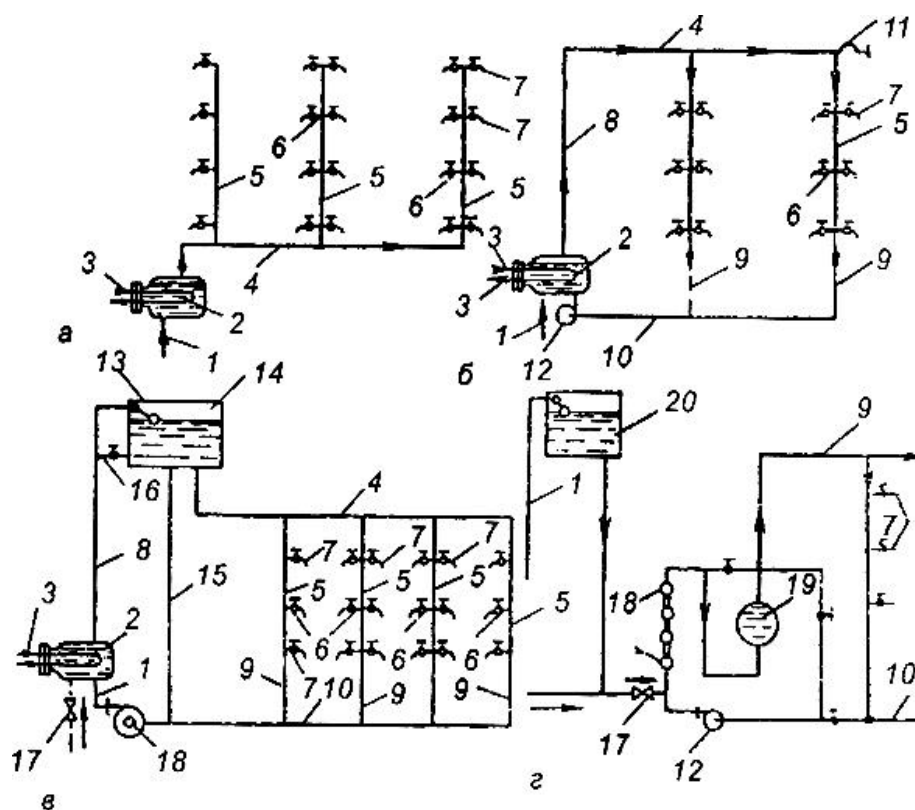
При открытой системе теплоснабжения для обеспечения горячей водой применяют два подающих трубопровода на отопление, из которых один теплоноситель отводится на нужды потребления горячего водоснабжения. В таких случаях точки водозабора присоединяют к подающему стояку, а к обратным стоякам присоединяют полотенцесушители. Данная система с нижней разводкой магистральных трубопроводов (отопления) является наиболее надёжной и удобной в эксплуатации.

В случаях применения верхней разводки магистралей циркуляционный трубопровод замыкается в кольцо. За счёт охлаждения воды в трубах, она, опускаясь вниз, вытесняет вверх воду с более высокой температурой, что создаёт гравитационный напор, обеспечивающий непрерывную циркуляцию в системе за счёт возникающей разности плотностей.

В трёхтрубных системах теплоснабжения к зданию подключены три трубы, две из которых – для подачи и обратного хода отопления, а третья используется для нужд потребления горячей воды.

В четырёхтрубных системах горячего водоснабжения используют две трубы на отопление и еще две – на горячее водоснабжение. Циркуляция теплоносителя в таких системах происходит по подающим стоякам, а также через полотенцесушители.

Примеры схем горячего водоснабжения приведены на рисунке 21.



а – цинковая (простейшая) схема с нижней разводкой; б – схема системы с циркуляционной линией (при естественной циркуляции); в – схема системы с баком-аккумулятором и циркуляционной линией (с механическим побуждением циркуляции); г – схема системы с нижним баком-аккумулятором горячей воды; 1 – водопровод; 2 – подогреватель; 3 – вход и выход теплоносителя; 4 – разводящая линия; 5 – стояк; 6 – подводки; 7 – водоразборные точки; 8 – главный стояк; 9 – циркуляционные стояки; 10 – сборная циркуляционная линия; 11 – воздушник; 12 – насос; 13 – поплавковый клапан; 14 – бак-аккумулятор; 15 – циркуляционная линия между баком-аккумулятором и водонагревателем; 16 – циркуляционная вставка с обратным клапаном (открывается для обеспечения циркуляции); 17 – обратный клапан; 18 – циркуляционный насос; 19 – ёмкость герметическая; 20 – бак с холодной водой.

Рисунок 21 – Схемы систем горячего водоснабжения

3.2 Особенности открытой системы теплоснабжения (горячая вода)

При эксплуатации такой системы стоит необходимо учитывать принцип действия. При наличии нижнего резервуара нужно обеспечить одинаковый напор во всех водоразборных устройствах на всех этажах, для чего необходимо точно рассчитать производительность установленных насосов.

Возникающее динамическое сопротивление в трубах может значительно сократить скорость движения горячей воды и соответственно напор на водоразборе.

Чтобы оптимизировать работу таких систем и для облегчения профилактических и ремонтных работ некоторые участки магистралей перекрываются специальными кранами, что и позволяет слить воду из небольшого отрезка трубопровода, вместо слива всего объёма.

К основным недостаткам относится: вода, которая проходит через тепловые приборы и калориферы, значительно теряет уровень своего качества - вода приобретает неприятный запах и цвет, а также скапливаются осадки и активно развиваются микроорганизмы и бактерии. Такая система ГВС приводит к дополнительным затратам в связи с необходимостью её подготовки к раздаче за счёт применения деаэрации и химводоочистки. Эта обработка воды необходима для устранения накипи и коррозии в котлах, трубах и теплообменниках.

В настоящее время, учитывая недостатки открытых систем горячего водоснабжения, их проектирование запрещено (ФЗ «О теплоснабжении ст.29 п. 8»). Согласно данного Закона с 1 января 2022 года использование централизованных открытых систем теплоснабжения для нужд горячего водоснабжения, осуществляемого путём отбора теплоносителя на нужды горячего водоснабжения, не допускается [15].

3.3 Закрытая система горячего водоснабжения

При закрытых системах ГВС холодная вода питьевого качества из сети водопровода поступает в теплообменник и после нагревания используется потребителя-

ми. Данная система позволяет горячую воду отделить от теплоносителя и, соответственно, обеспечить её качество. Как было ранее сказано, для получения качественного горячего водоснабжения используют одноконтурный или двухконтурный котлы. При необходимости в таких системах могут быть дополнительно установлены бойлеры-накопители. Для получения ГВС могут также использоваться газовые колонки или электрические бойлеры. Закрытые системы предусматривают наличие подающего и обратного трубопроводов, которые обеспечивают непрерывную циркуляцию воды и обеспечивает постоянное давление в системе. За счёт установки автоматики в закрытых системах ГВС упрощается регулировка температуры воды.

Закрытая система горячего водоснабжения представлена на рисунке 23.

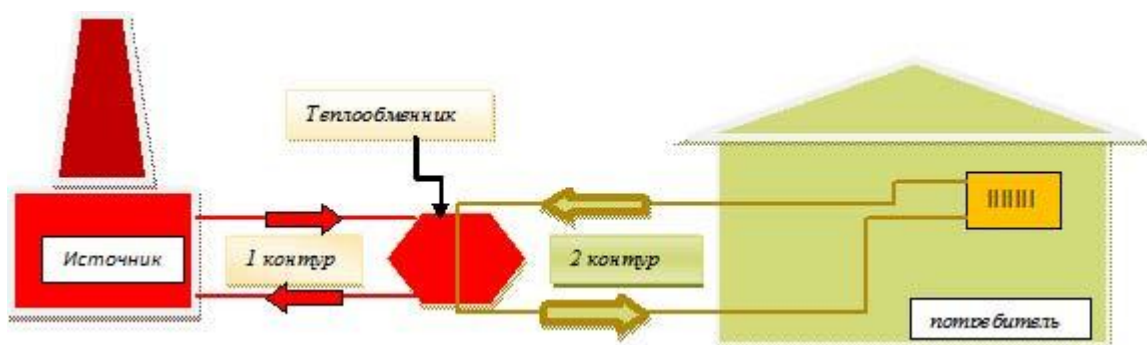


Рисунок 23 – Закрытая система горячего водоснабжения

3.3.1 Расчёт потребления горячей воды

Рассмотрим пример расчёта мощности водогрейного оборудования для горячего водоснабжения. Произведем расчёт для семьи, состоящей из четырёх человек. Считаем, что за 10 минут нужно набрать ванную объёмом 140 л, с одновременным расходом примерно 30 л горячей воды на душ и на кухне вымыть посуду – ещё 30 литров. Следовательно, за 10 минут водонагреватель должен обеспечить 200 литров воды необходимой температуры. Выбранное водогрейное оборудование должно соответствовать указанным параметрам. Затем производят выбор места установки и монтажа системы водоснабжения.

3.3.2 Циркуляция горячего водоснабжения

Для соблюдения степени комфортности считается, что струя горячей воды из крана должна быть обжигающей. Такая опция в системах горячего водоснабжения является обязательной. Для этих целей применяют объёмно-накопительные и проточные, газовые и электрические водоподогреватели, а также отопительные котлы. Отопительные котлы в холодный сезон позволяют осуществлять и горячее водоснабжение.

Экономия на энергоносителях с каждым годом наращивает свою важность. Электрические водонагреватели получили широкое распространение в квартирах и частном секторе. Устройство такого оборудования может встраиваться в отопительный комплекс, либо представлять собой отдельный элемент. В этих случаях водоподготовка должна быть снабжена бесперебойным источником электроэнергии. Как было сказано ранее, проточный водоподогреватель не обладает аккумулялирующим резервуаром, поэтому для непрерывного обеспечения горячей водой жидкость должна нагреваться при протекании через мощный ТЭН. Поскольку за несколько секунд требуется изменить температуру воды на десятки градусов, нужна большая мощность нагревателя и, соответственно, высокое энергопотребление. Для установки такого оборудования требуется использование электрической жилы на ток 30–50 ампер. Однако это позволяет только умыться, принять душ, вымыть посуду, но не более того.

Применение накопительных водонагревателей позволяет уменьшить энергетические затраты. Снижение электропотребления достигается за счёт заполнения холодной водой резервуара, где подогрев осуществляется на протяжении десятков минут. Когда часть горячей воды расходуется на водоразборе, то из холодной напорной магистрали расход возмещается. Это обеспечивает необходимую циркуляцию в системе горячего водоснабжения в реальном временном масштабе (см. рисунок 24).

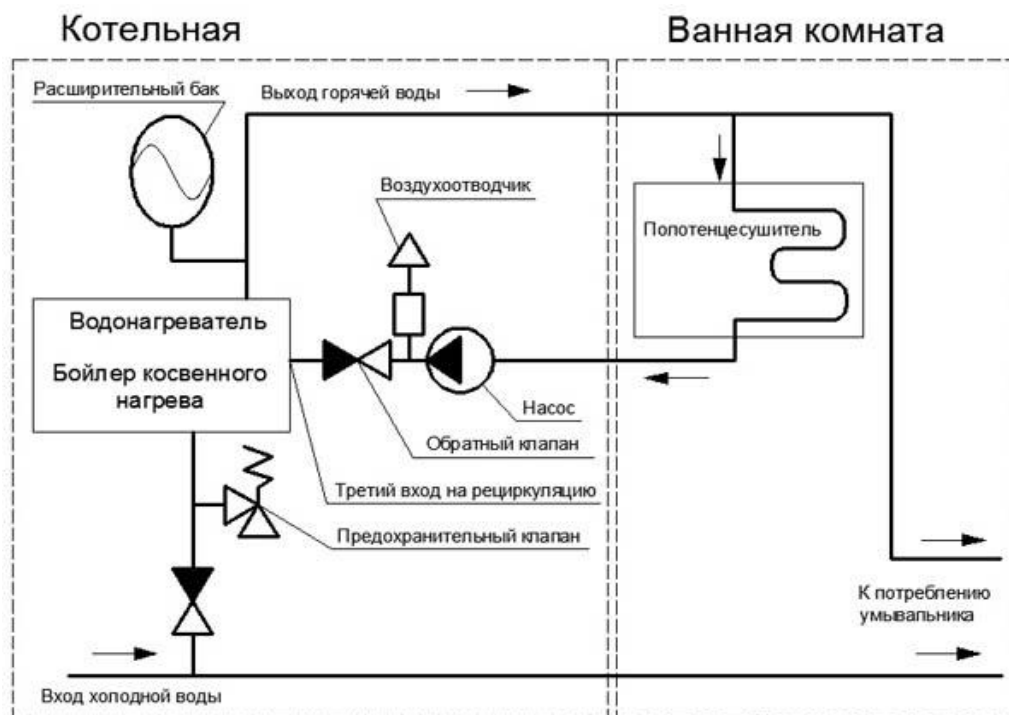


Рисунок 24 – Система водоподогрева

В разогревающем узле производится нагрев воды до заданной температуры, датчики перманентно снимают информацию о температуре контента. При отклонении температуры воды от нормативной, реле либо включает режим «нагревание», либо полностью отключает ТЭН, что позволяет поддерживать постоянную температуру. За счёт термоизоляции ёмкости поддерживается нужная кондиция содержимого, и его температура понижается не очень быстро, что приводит к экономии электроэнергии.

Не менее экономичными являются проточно-нагревательные устройства с газовыми горелками (колонки), поскольку газ дешевле электроэнергии. Установка колонки небольшой мощности не требует наличия специального вытяжного канала. Такое оборудование может обеспечивать нагретой водой в необходимом размере одного-двух потребителей.

3.3.3 Давление воды в системе горячего водоснабжения

В настоящее время широкое распространение при организации горячего водоснабжения в доме или квартире получили пластиковые трубы. Однако отложение солей, либо повышение давления воды в системе водоснабжения могут привести к выходу из рабочего состояния всей системы.

При выборе пластиковых труб необходимо иметь технический паспорт, содержащий информацию о рекомендуемом давлении в системе, которое гарантированно выдержат приобретенные изделия, а также о влиянии на них химических элементов, содержащихся в воде.

Автоматика, установленная на насосах, должна осуществлять регулирование в требуемых пределах давления, расхода и температуры воды, а также обеспечить при аварийной остановке рабочего насоса автоматическое включение резервного. Контроль работы насосной установки осуществляется дистанционно, с применением сигнализации и при необходимости автоматически производится запись температуры, расхода и давления воды.

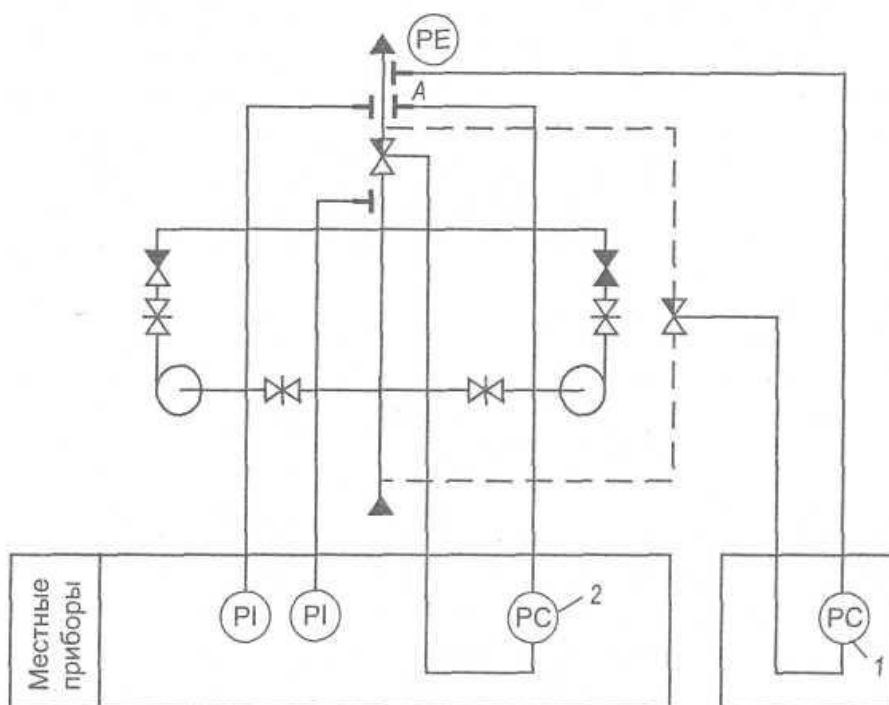
При резком падении давления в системе ГВС из-за остановки рабочего насоса происходит автоматическое включение резервного. Данная зависимость положена в основу работы схемы автоматизации.

После насосов на нагнетательной линии устанавливают позиционный регулятор давления (регулятор давления «после себя»), настроенный на рабочее давление системы отопления. Остановка рабочего насоса приводит к снижению давления теплоносителя, срабатывает регулятор давления, выключаются магнитный пускатель электродвигателя насоса и сигнальная лампа. Одновременно осуществляется включение в работу резервного насоса и на пульте управления загорается соответствующая сигнальная лампа. С помощью ключа осуществляется выбор режима управления работой установки.

В случаях, когда перепад давления при включённом или выключенном насосе меньше чувствительности регулятора давления, необходимо искусственно увеличивать гидравлическое сопротивление в сети ГВС за счёт установки диафрагмы.

С целью обеспечения постоянного давления в нагнетательной линии устанавливают насос и регулятор давления прямого действия (см. рисунок 25).

Регулирующий клапан в зависимости от изменения давления в системе ГВС открывается или закрывается, обеспечивая постоянное давление в точке *A*. Постоянное давление в системе может быть обеспечено и за счёт рециркуляции части теплоносителя в обратную линию. С этой целью между подачей прямой и обратной линиями теплоносителя устанавливают переключку, на которой устанавливают регулятор давления прямого действия. В случае повышения давления в точке *A* срабатывает клапан и часть теплоносителя из подающей линии поступает в обратную, поддерживая постоянное давление в системе. Данный способ регулирования может быть применён только в том случае, если перепуск горячей воды не вызывает нарушения установленного температурного графика теплоносителя в обратной линии.



1 – регулятор давления «после себя»; 2 – регулятор давления прямого действия

Рисунок 25 – Функциональная схема автоматического поддержания постоянного давления теплоносителя

Рабочее давление в системе, в первую очередь, от нескольких показателей, в том числе материала, из которого сделан трубопровод, схемы, которые могут приводить к отклонениям от усреднённого показателя в некоторых её ветвях. После выполнения монтажных работ необходимо проверять систему на соответствие рабочего давления в трубопроводах.

При наличии на загородном участке или в загородном доме систем пожаротушения или горячего водоснабжения возможно наличие других водных систем, помимо водоснабжения.

Возможно устройство полива территории из системы отопления. Системы водоснабжения, пожаротушения и фильтрации предусматривают наличие гидроаккумулятора. В других системах должны быть установлены расширительные баки. В открытых системах теплоснабжения необходима установка расширительных баков в местах забора горячей воды из бака отопительной системы. Такие системы будут предотвращать возможность возникновения гидроудара (см. рисунок 26).

Установка расширительного бака позволяет защитить нагреватель от высокого давления. Осуществление резерва воды в системе пожарной безопасности обеспечивается установкой гидроаккумуляторов.

Обеспечение нормального водопотребления может быть достигнуто при давлении в резервуаре 6 бар.



Рисунок 26 – Система водоснабжения

С целью компенсации изменения объёма воды при изменении температуры обеспечивается за счёт установки расширительного бака, который компенсирует изменение давления в системе.

Поскольку установка баков открытого типа, допускающих испарение жидкости и работу системы при низком давлении, менее управляемая, поэтому необходимо применять только баки закрытого типа.

Установка таких баков снижает коррозию труб, и монтаж возможен в местах, удобных для потребителей, а не только в верхней части системы.

Установка гидроаккумуляторов позволяет создать резерв воды с возможностью её пуска в систему водоснабжения. Гидроаккумуляторы, как и расширительные баки, имеют открытую и закрытую формы.

Все недостатки, характерные для компенсационных изделий, справедливы и для гидроаккумуляторов. Однако их установка позволяет предотвращать гидроудар, который способен нанести непоправимый ущерб всей системе.

Основные причины возникновения гидроудара:

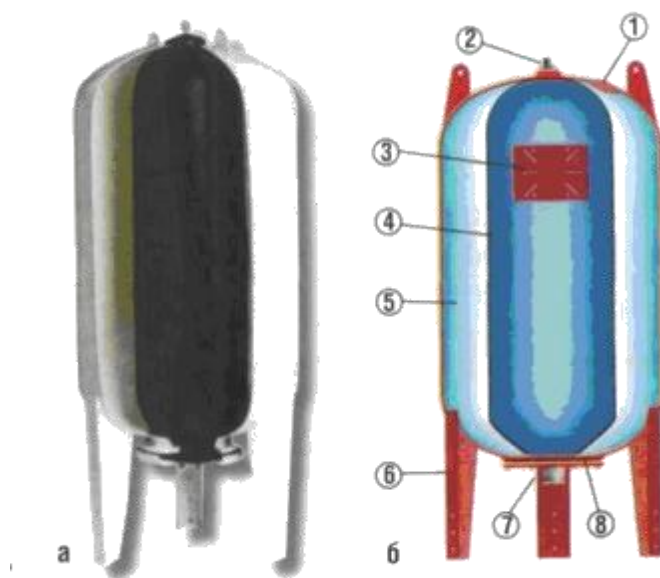
- прекращение электропитания двигателя насоса, возникающее при аварийных ситуациях;
- резкое изменение расхода в точках водозабора.

Резкое открытие и закрытие крана водозабора приводит к значительному повышению нагрузки, не свойственной данной системе, которая может привести к её разрушению. Места для забора жидкости рекомендуется оснащать баками (объёмом не менее 0,2 литра).

3.4 Устройство гидроаккумулятора

Мембранный баллон, расположенный в баке, заполнен воздушным пространством. При увеличении давления в системе объём воздуха в баллоне уменьшается и возрастает давление внутри. Изменившееся давление приводит к срабатыванию реле,

которое при снижении давления включает насос, а при давлении, выше заданного, отключает его (см. рисунок 27)



а) расширительный бак б) гидроаккумулятор

1 – ниппель для закачивания и стравливания; 2 – штуцер для стравливания воздуха; 3 – место крепления навесного оборудования; 4 – мембрана; 5 – корпуса бака; 6 – опора; 7 – штуцер для подключения трубопроводов; 8 – фланец.

Рисунок 27 – Конструкции расширительного бака и гидроаккумулятора

При водоразборе происходит снижение давления в резервуаре, и реле подаёт сигнал на запуск насоса. Снижение давления внутри системы, возникающее по причине разгерметизации конструкции, приведёт к отключению компрессора.

В зависимости от объёма водоснабжения подбирают гидроаккумулятор. Правильность выбора его объёма оказывает влияние на количество срабатываний реле мембраны, значит, и на срок его службы.

При наличии трёх точек водоразбора может быть применён гидроаккумулятор с объёмом 24 литра, а большем их количестве необходимо применять ёмкости 50 литров. В некоторых случаях обязателен индивидуальный расчёт ёмкости резервуара.

3.5 Давление в системе водопровода

Необходимое давление в баллоне, поддерживаемое мембранами, должно обеспечивать подачу воды на самую высокую точку водопроводной системы помещения с давлением, превышающем расчётное статическое минимум на 0,2 бара. Для нормальной работы это превышение должно составлять 0,5 бара.

Давление в системе зависит от характеристик и параметров самого насоса, сопротивления всей системы и возможных изменений напряжения в сети электропитания (см. рисунок 28).

В системах непромышленного назначения обычно принимают значение максимального давления, полученного путём сложения результатов давления, необходимого для запуска насоса, и показателя, необходимого для доставки воды на самую высокую точку системы. Например, в случае подачи воды на высоту 10 метров минимальное давление будет равно 1,2 бара, а максимальное с учётом превышения составит 1,5 бара. Необходимое максимальное значение давления определяют путём сложения приведённых выше результатов давления, необходимого для запуска насоса, и показателя, необходимого для доставки воды на самую высокую точку системы. Для данного примера необходимое давление, равное сумме 1,2 бар и 1,5 бар, то есть 2,7 бар.

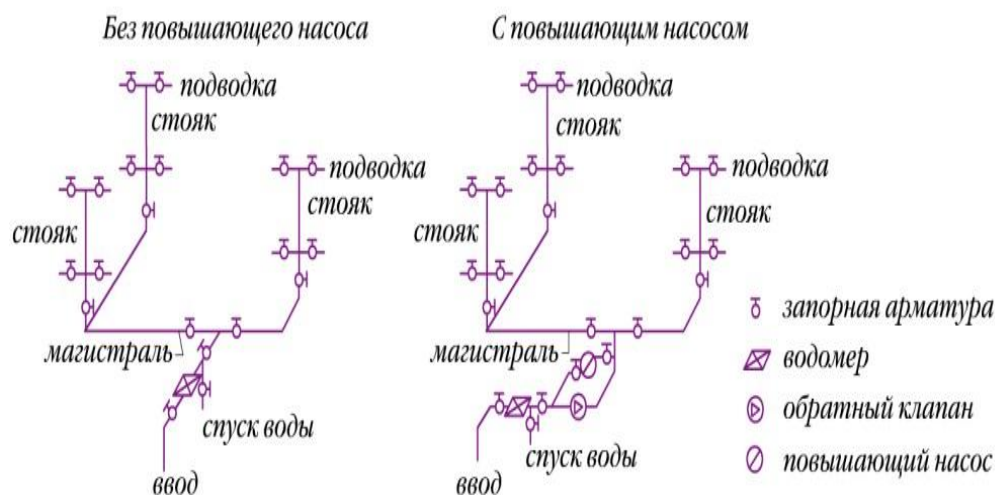


Рисунок 28 – Схемы водопровода с повышающим насосом и без него

Исходя из значения максимального давления, насос подбирают с запасом по давлению на 30 % с учётом расхода воды.

4 Нормы горячего водоснабжения

При определении норм горячего водоснабжения различают две основные разновидности потребления горячей воды:

- коммунально-бытовые и бытовые;
- производственные различного назначения.

К коммунально-бытовым и бытовым относятся банное мытьё, умывание, приготовление пищи и мытьё посуды, питьё, стирка, уборка помещений и бассейны. К производственным можно отнести технологические процессы, а также мойку аппаратов и машин и т.п.

4.1 Температура систем горячего водоснабжения по нормам

К потребителям в местах водоразбора должна поступать вода питьевого качества с соответствующим температурным режимом, отвечающим следующим санитарно-гигиеническим нормам:

1. Из тепловой сети центрального горячего водоснабжения, имеющего водоразбор, вода должна поступать с температурой не ниже 60 °С.
2. Если вода в системе центрального горячего водоснабжения нагревается при помощи водонагревателя, то её температура должна быть не менее 50 °С.
3. Местные системы горячего водоснабжения должны выдавать горячую воду, температура которой должна быть выше 60 °С.
4. Температура воды, которая поднимается к смесителям душей и умывальников общеобразовательных школ, детдомов, дошкольных учреждений, лечебно-профилактических учреждений и учреждений соцобеспечения предусматривается не выше 37 °С.
5. Температура воды в любом случае не должна превышать отметки в семьдесят пять градусов. В случае несоответствия данным температурным параметрам, догрев её осуществляют местным водоподогревателем.

Данные требования к горячему водоснабжению регламентированы СанПиН «Горячее водоснабжение».

4.2 Нормы СанПиН горячей воды

Помимо температуры также нормируется и расход горячей воды и должны составлять от 85 до 100 литров в сутки на одного человека.

Санитарные нормы горячего водоснабжения указывают и другие цифры, которые предусмотрены для различных ситуаций.

Кроме упомянутых нормативных документов необходимые требования, которые предъявляются к качеству горячего водоснабжения, как питьевого, так и производственного назначения, регламентируются СП «Горячее водоснабжение». Помимо требований к горячему водоснабжению предусматриваются правила слива горячей воды в канализацию. При проектировании необходимо основываться на требования СП «Горячее водоснабжение».

4.3 Системы водопровода горячей воды

Исходя из режима и объёма потребления горячей воды на нужды (хозяйственно-питьевые) зданий и сооружений различного назначения следует предусматривать системы централизованного водоснабжения или местные водонагреватели. При применении горячей воды питьевого качества на технологические нужды допускается подача её одновременно на хозяйственные и технологические нужды.

Запрещено соединять трубопроводы систем ГВС с трубопроводами, подающими горячую воду непитьевого качества на технологические нужды, а также непосредственный контакт с технологическим оборудованием и другими системами горячего водоснабжения, подающими потребителю с возможным изменением её качества.

Выбор схемы водоподготовки систем централизованного горячего водоснабжения необходимо производить согласно СП 124.13330.2012 Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003 [12].

В системах централизованного горячего водоснабжения пункты водоподогрева размещают в центре района потребления горячей воды.

Данные схемы не предусматривают циркуляцию горячей воды с регламентированным по времени потреблением горячей воды ниже нормативной в местах водоразбора.

В лечебно-профилактических учреждениях, дошкольных и жилых зданиях в ванных комнатах и душевых необходимо предусматривать установку полотенцесушителей, присоединяемых к системам горячего водоснабжения, что будет обеспечивать постоянный обогрев их горячей водой. В открытых системах теплоснабжения централизованного горячего водоснабжения осуществляется с непосредственным водоразбором из системы теплоснабжения, возможно присоединение полотенцесушителей к самостоятельным системам отопления. Для отключения полотенцесушителей в летний период следует предусматривать установку запорной арматуры.

В жилых и общественных зданиях с этажностью выше 4-х следует объединять группы водоразборных стояков кольцующими перемычками в секционные узлы с присоединением каждого секционного узла одним циркуляционным трубопроводом, который присоединяют к сборному циркуляционному трубопроводу системы. В секционных узлах обычно объединяют до семи водоразборных стояков. Кольцующие перемычки можно прокладывать по тёплому и холодному чердаку под слоем теплоизоляции, а также под потолком верхнего этажа при подаче воды в водоразборные стояки снизу или по подвалу при подаче воды в водоразборные стояки сверху. В случаях протяжённости кольцующей перемычки, превышающей суммарную протяжённость циркуляционных стояков, допускается не закольцовывать водоразборные стояки.

В малоэтажных зданиях (до 4-х этажей), а также в зданиях, в которых невозможна прокладка кольцующих перемычек, допускается устанавливать полотенцесушители:

– на циркуляционных стояках системы горячего водоснабжения;

– на системе отопления ванных комнат круглогодичного действия. В этом случае водоразборные стояки и разводящие трубопроводы необходимо прокладывать совместно с трубопроводами отопления в общей изоляции.

Установка водоразборных приборов к циркуляционным стоякам и циркуляционным трубопроводам не допускается.

При проектировании систем горячего водоснабжения в сельских населённых пунктах выбор её типа производят согласно технико-экономическому расчёту.

Допустимое давление в системах ГВС непосредственно у санитарных приборов не должно быть более 0,45 МПа (4,5 кгс/см²) [3].

5 Оборудование и конструирование систем централизованного горячего водоснабжения (ЦГВ)

Рассмотрим основные виды классификации схем систем ЦГВ.

1. По обеспечению давления системы горячего водоснабжения могут быть работающими:

- под давлением холодного водопровода;
- под давлением тепловой сети;
- под давлением, создаваемым насосом, установленным на холодном или горячем водопроводе;

- под статическим давлением, создаваемым баком холодной или горячей воды.

2. По месту прокладки распределительных трубопроводов системы могут быть:

- с нижней разводкой;
- с верхней разводкой.

3. По наличию и способу обеспечения циркуляции:

- без циркуляции;
- с естественной циркуляцией;
- с насосной циркуляцией.

4. По наличию и месту расположения баков-аккумуляторов горячей

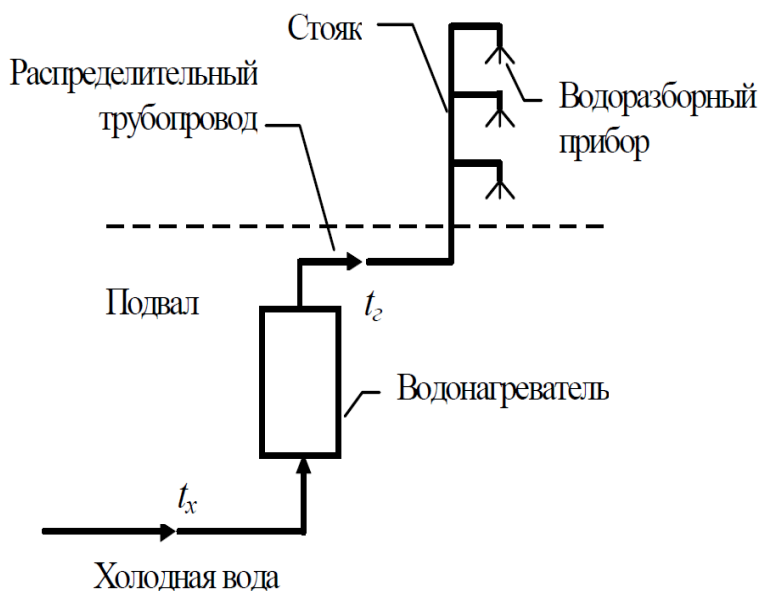
воды:

- без аккумулятора;
- с нижним баком;
- с верхним баком.

Рассмотрим характерные примеры схем построения систем ЦГВ.

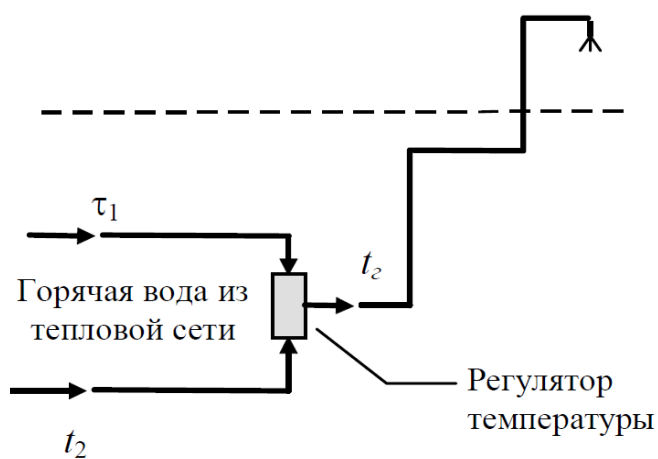
Схема 2 иллюстрирует основные элементы систем горячего водоснабжения.

При непосредственном водоразборе вместо водонагревателя в схеме присутствует регулятор температуры, обеспечивающий смешение воды из подающего и обратного трубопроводов тепловой сети для получения необходимой температуры на водоразборе (см. схему 3).



t_x – температура воды из холодного водопровода, °С; t_2 – температура горячей воды, °С.

Схема 2 – Система горячего водоснабжения с нижней разводкой и нагревом воды в водонагревателе

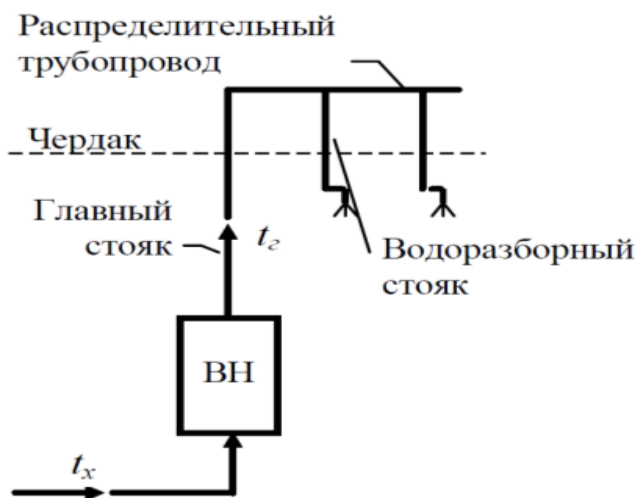


τ_1 – температура горячей воды из тепловых сетей, °С; t_2 – температура воды из холодного водопровода, °С; t_2 – температура горячей воды, °С.

Схема 3 – Система горячего водоснабжения с нижней разводкой и непосредственным водозабором

Схемы систем ЦГВ с нагревом водопроводной воды более сложны и рассматриваются далее подробнее. При переходе к схеме с непосредственным водоразбором достаточно заменить водонагреватель на регулятор температуры и демонтировать трубопроводы холодной воды.

Поддержанию постоянной температуры воды в раздающих трубопроводах при отсутствии водоразбора (в ночное время) служит циркуляция. А в дневное время непрерывное обеспечение горячей воды осуществляется за счёт применения баков-аккумуляторов.



ВН – водонагреватель

Схема 4 – Системы горячего водоснабжения с верхней разводкой

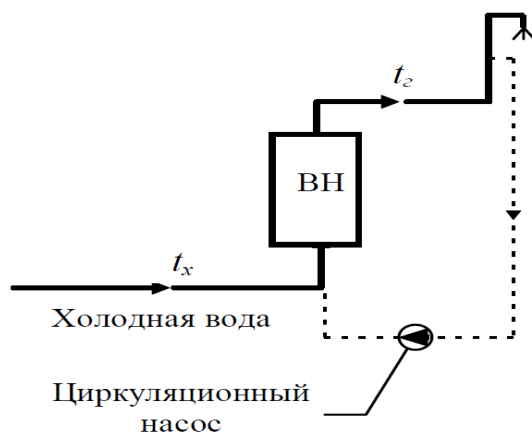
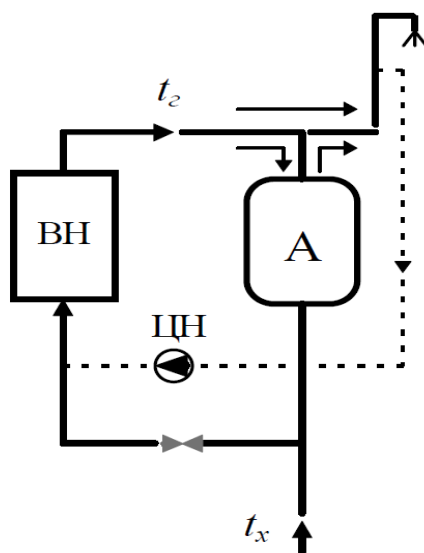


Схема 5 – Насосная циркуляция (искусственная)

Приведённая на схеме 6 система горячего водоснабжения может работать в следующих режимах:

- с водоразбором через водонагреватель;
- с водоразбором из бака-аккумулятора;
- с работой водонагревателя на заполнение бака;
- смешанные режимы нагревателя и бака-аккумулятора.

Установка герметичного бака-аккумулятора позволяет обеспечивать использование давления водопровода для работы системы ГВС. При эксплуатации данной схемы с сосудами под давлением необходимо соблюдение соответствующих требований «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением» [13].



А – бак-аккумулятор; ЦН – циркуляционный насос.

Схема 6 – Нижняя разводка с насосной циркуляцией и нижним баком

Если в здании по требованиям безопасности запрещено размещать сосуд под давлением водопровода (0,5 МПа и более), то устанавливают бак-аккумулятор атмосферного типа. Они более просты, безопасны и дешевле, чем баки под давлением. Верхнее расположение бака позволяет организовать подачу воды на водоразборные

приборы самотёком. Заполняется бак за счёт системы водоснабжения. Уровень заполнения бака регулируется простыми механическими способами: шаровой или поплавковый клапан (аналогичный клапану смывного бачка унитаза) (см. схему 7).

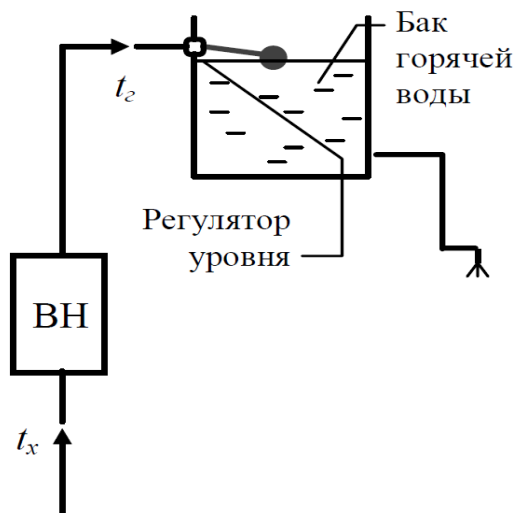
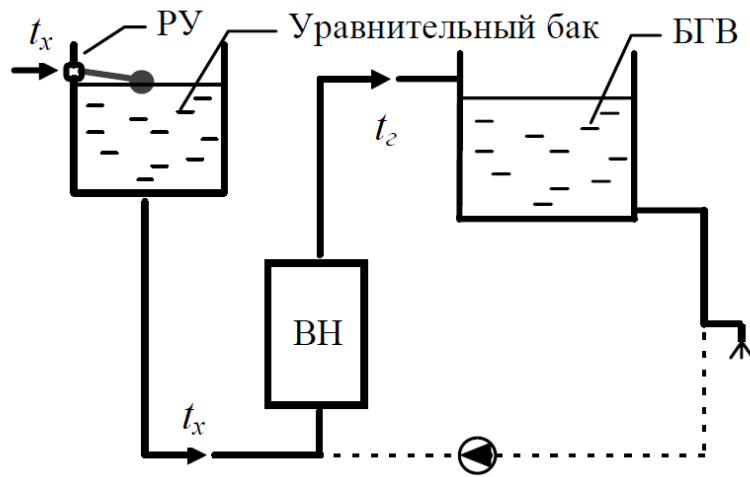


Схема 7 – Верхняя разводка с верхним баком

В случае установки регулятора уровня для организации циркуляции горячей воды устанавливается так называемый уравнивательный бак, снабжённый шаровым клапаном, либо автоматический регулятор на линии подачи холодной воды с датчиком уровня в баке горячей воды (см. рисунок 30),

Верхняя разводка бака позволяет поддерживать температуру воды как за счёт циркуляции её через бак (см. рисунок 31), так и минуя его за счёт циркуляции в трубопроводах (см. рисунок 32).



БГВ – бак горячей воды; РУ – регулятор уровня.

Рисунок 30 – Схема с верхней разводкой и верхними баками холодной и горячей воды

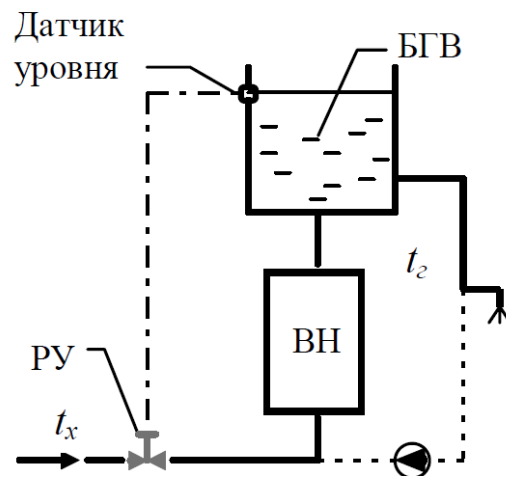


Рисунок 31 – Схема с верхней разводкой и верхним баком

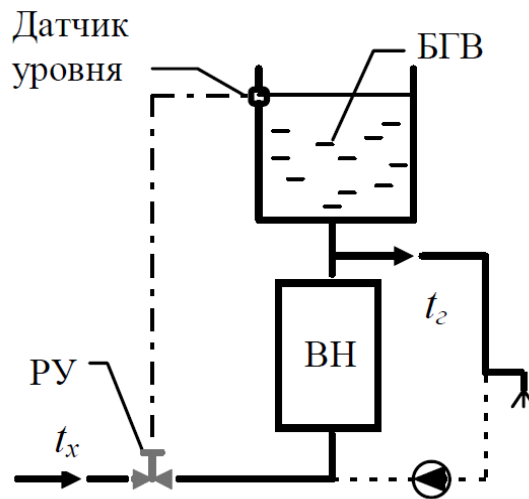


Рисунок 32 – Схема с циркуляцией в трубопроводах горячего водоснабжения

При нижнем расположении атмосферного бака-аккумулятора конструкция системы проще, но в этом случае невозможна самотечная организация подачи горячей воды. С целью обеспечения расчётного расхода и необходимого давления в системе ГВС в такие системы должны устанавливаться циркуляционные насосы (см. рисунок 33). Для поддержания необходимой температуры при водоразборе или его отсутствии насосы устанавливают на линии подающего трубопровода горячей воды.

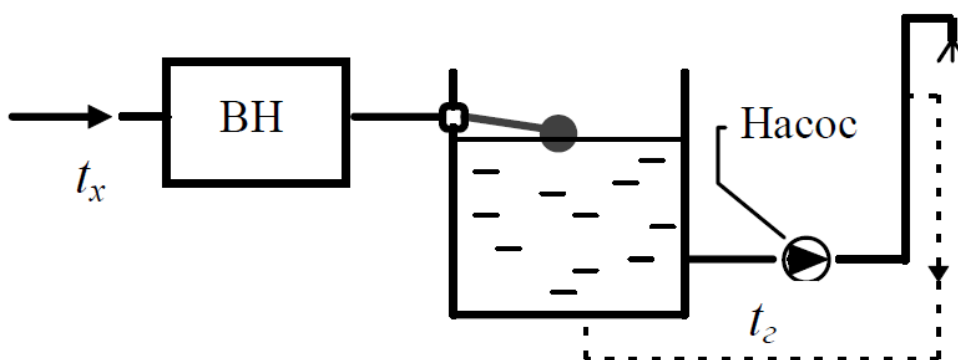
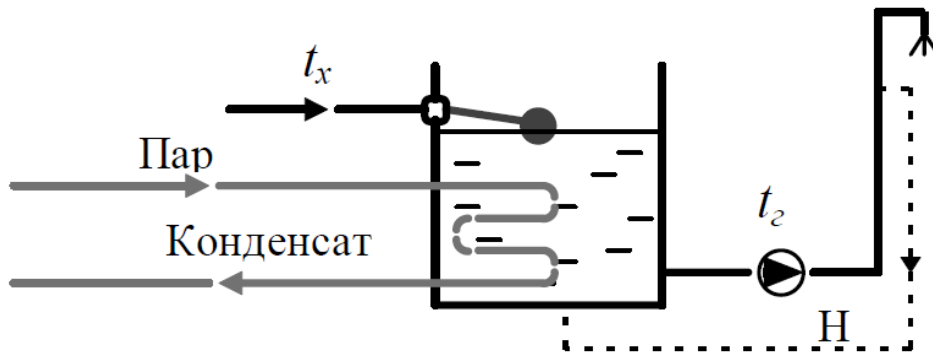


Рисунок 33 – Схема с нижним баком атмосферного типа

Бак-аккумулятор, снабжённый теплообменником, служит одновременно ёмкостным водонагревателем. При наличии тепловых сетей для обеспечения бытового горячего водоснабжения промпредприятий в качестве теплообменника применяют змеевик в качестве парового теплообменника (см. рисунок 34).



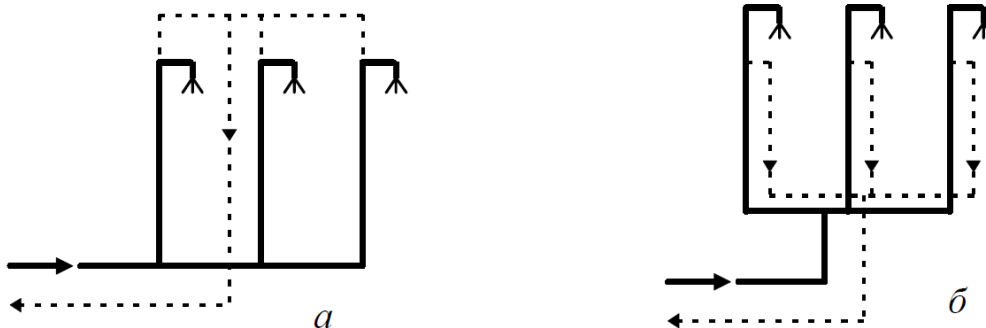
Н – насос

Рисунок 34 – Схема с ёмкостным нагревателем атмосферного типа

Рассмотрим схемы объединения кольцевых переключек с присоединением их к общему циркуляционному стояку с верхней и нижней разводкой (см. рисунок 35). Стояки, объединенные переключкой, называют секцией.

Для удобства управления и регулировки систем группа водоразборных и циркуляционных стояков при нижней разводке может объединяться понизу переключками с присоединением к разводящему трубопроводу в одной точке.

Следует отметить, что вариант (а) позволяет экономить трубы, а полное секционирование по варианту (б) обычно приводит к их перерасходу.



а) только по циркуляционной линии;

б) полное секционирование

Рисунок 35 – Варианты секционирования систем горячего водоснабжения

5.1 Определение расходов воды и теплоты в системах горячего водоснабжения

Секундный расход воды, отнесенный к одному прибору, q_o^h , л/с, осуществляют в зависимости от типов приборов, установленных у потребителей [1].

При установке неодинаковых приборов, обслуживающих группы различных потребителей, секундный расход определяют по выражению

$$q_o^h = \frac{\sum N_i P_i q_o^h}{\sum N_i P_i}, \text{ л/с} \quad (3)$$

где N_i – число водоразборных приборов в группе потребителей;

P_i – вероятность их одновременного действия.

Если потребители в здании одинаковые, то вероятность действия приборов определяют без учёта изменения отношения числа потребителей U к числу приборов N по участкам системы по формуле

$$P = \frac{q_{kr}^h U}{3600 N q_o^h}, \quad (4)$$

где q_{kr}^h – норма расхода горячей воды потребителем в час наибольшего водопотребления (принимается по [1]). При различных группах потребителей в здании

$$P = \frac{\sum N_i P_i}{\sum N_i}. \quad (5)$$

При отсутствии данных о количестве приборов разрешается принимать $N = U$. По зданиям, где отсутствуют данные о расходах воды и характеристики приборов принимают $q_o^h = 0,2$, л/с.

Максимальный секундный расход на любом участке системы горячего водоснабжения определяются

$$q^h = 5\alpha q_0^h, \text{ л/с}, \quad (6)$$

где $\alpha = f(N \cdot P)$ – коэффициент, определяемый по таблице 1 или 2 [1]. Разрешается определять q по номограммам [1].

Часовой расход воды прибором $q_{0,kr}^h$ при одинаковых потребителях в здании определяют по [1]. При различных потребителях в здании – по формуле

$$q_{0,kr}^h = \frac{\sum N_i P_{kr_i} q_{0,kr_i}^h}{\sum N_i P_{kr_i}}, \text{ л/час}. \quad (7)$$

где $\alpha = f(N \cdot P)$ – коэффициент, определяемый по таблице 1 или 2 [1]. Разрешается определять q по номограммам [1].

Часовая вероятность одновременного действия приборов для системы в целом или группы потребителей составляет

$$P_{kr} = \frac{3600P \cdot q_0^h}{q_{0,kr}^h}. \quad (8)$$

При отсутствии данных разрешается принимать $q_{0,kr}^h = 200$ л/час.

Расходы теплоты на систему ГВС (расчётные тепловые потоки) определяют по известным расходам воды следующим образом. Средний за сутки максимального водопотребления

$$Q_T^h = \frac{q_T^h \cdot \rho \cdot c_p (55 - t^c)}{3600} + Q^{ht}, \quad \text{кВт} \quad (9)$$

где $55 \text{ }^\circ\text{C}$ – средняя температура горячей воды;

t^c – средняя температура холодной водопроводной воды (5 °С зимой и 15 °С – летом);

Q^{ht} – потери теплоты трубопроводами системы ГВС.

Максимальный часовой расход теплоты

$$Q_{hr}^h = \frac{q_{hr}^h \cdot \rho \cdot c_p (55 - t^c)}{3600} + Q^{ht}, \quad \text{кВт} \quad (10)$$

Принимая теплоёмкость воды $c_p = 4,1868$ кДж/(кг · К), а её плотность $\rho = 1000$ кг/м³, получим

$$Q_T^h = 1,16q_T^h (55 - t^c) + Q^{ht}, \quad \text{кВт} \quad (11)$$

$$Q_{hr}^h = 1,16q_{hr}^h (55 - t^c) + Q^{ht}, \quad \text{кВт} \quad (12)$$

5.2 Определение теплопотерь в системах горячего водоснабжения

При движении горячей воды через стенки трубопроводов, арматуру и другие элементы конструкции происходит потеря тепла. В случае непрерывного водоразбора величина этих теплопотерь незначительна и не практически не влияет на температуру горячей воды. При незначительном водоразборе или его отсутствии теплопотери приводят к быстрому остыванию воды в трубах, что требует дополнительного подогрева за счёт циркуляции воды. Для определения общей теплопотери в системе определяют суммарную потерю тепла на каждом участке в системе горячего водоснабжения

$$Q_i^{ht} = k\pi d_{H_i} l_i (1 - \eta_u) (t_{m_i}^h - t_o), \text{Вт}, \quad (13)$$

где $k = 12 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ – коэффициент теплопередачи для неизолированного трубопровода;

d_{H_i} – наружный диаметр трубопровода;

l_i – длина участка, м;

$\eta_u = 0,6 \div 0,8$ – КПД (эффективность) тепловой изоляции (в горячем водоснабжении изолируют только магистрали в пределах подвальных и чердачных помещений);

величину $l = l(1 - \eta_u)$ обычно называют приведённой длиной участка;

$t_{m_i}^h$ – средняя температура горячей воды на участке;

t_o – температура окружающей среды по отношению к трубопроводу (для стояков – температура воздуха в помещениях, для магистралей - в подвале или на чердаке).

Приняв падение температуры по длине системы условно линейным, температуру на участке определяют

$$t_{i,m}^h = t_{i,max}^h - (\Delta t^h \sum l_i) / (\sum l_i), \quad (14)$$

где $t_{i,max}^h$ – температура горячей воды в начале системы ГВС;

Δt^h – падение температуры воды до наиболее удаленного прибора;

$\sum l_i$ – сумма приведённых длин всех участков, на которых определяют теплопотери;

$\sum l_m$ – то же до середины расчётного участка.

По мере удаления от теплоцентра из-за падения средней температуры воды теплопотери стояков несколько уменьшаются, однако разрешается принимать $Q_{ст}$ равными. При наличии на стояках полотенцесушителей их теплопотери $Q_{пс}$ считают как потери через гладкотрубные приборы. Конструкцию полотенцесушителей (в виде змеевика) можно принимать в соответствии с рисунком 36.

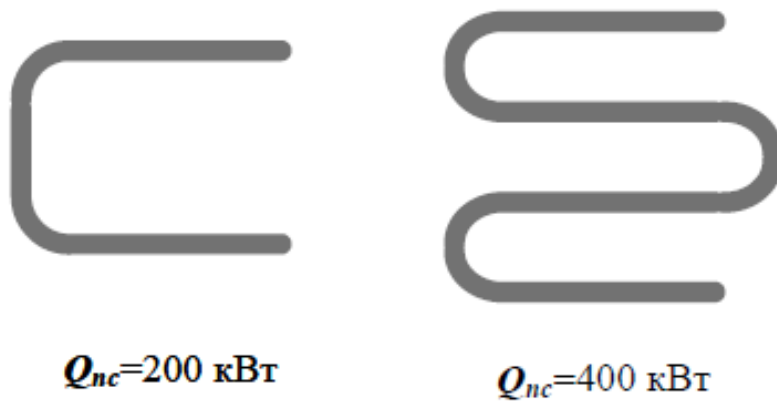


Рисунок 36 – Теплотери полотенцесушителей на стояках ГВС

Таким образом, суммарные теплотери системы ГВС (при числе одинаковых стояков n) составят

$$Q^{ht} = \sum Q_i^{ht} + n \cdot Q_{cm} + \sum Q_{nc}. \quad (15)$$

5.3 Гидравлический расчёт подающих трубопроводов систем горячего водоснабжения

5.3.1 Основные положения гидравлического расчёта

Основной задачей гидравлического расчёта является подбор диаметров подающих трубопроводов, исходя из требуемого расхода и располагаемого напора. Расчётным расходом воды для определения потерь напора на участке трубопровода является секундный расход с учётом остаточной циркуляции

$$q^{h,cir} = q^h (1 + k_{cir}) \cdot \frac{\text{л}}{\text{с}}. \quad (16)$$

где k_{cir} – коэффициент остаточной циркуляции.

Величину коэффициента остаточной циркуляции определяют в зависимости от соотношения секундного и циркуляционного расходов в системе ГВС [1]

$$k_{cir} = f\left(\frac{q^h}{q^{cir}}\right). \quad (17)$$

Данный коэффициент k_{cir} не может быть равен нулю, поскольку на участке до первого водоразборного стояка при $\frac{q^h}{q^{cir}} > 2$. Во всех остальных случаях $k_{cir} = 0$. При проектировании ГВС жилых зданий гидравлический расчёт выполняют до расчёта циркуляции и обычно принимается величина $\frac{q^h}{q^{cir}} > 2$, для остальных типов зданий проектировщику приходится делать обоснованное предположение о величине соотношения $\frac{q^h}{q^{cir}}$.

В системах с водоразборными стояками, объединённых кольцующей перемычкой в секционные узлы, определяют расход воды с коэффициентом 0,7. При расчёте самих кольцевых участках принимают расход воды не менее максимального секундного для одного из обслуживаемых приборов [2].

В системах горячего водоснабжения, как и в системах отопления, при скорости воды более 1,5 м/с начинается шумообразование. Однако при проектировании предлагается расчёт производить со скоростью воды до 3 м/с [1].

При неодинаковом сопротивлении стояков диаметр стояка определяют, исходя из расчётного расхода и располагаемого напора у основания данного стояка. При одинаковом сопротивлении стояков их диаметры принимают по диаметру последнего стояка.

В основе гидравлического расчёта лежит уравнение Дарси-Вейсбаха. Поскольку в системах ГВС набор местных сопротивлений стандартный, поэтому нет необходимости определять потери напора в них поштучно.

Потери напора на участках системы ГВС определяют по выражению

$$H = i \cdot l(1 + k_l), \text{ мм.} \quad (18)$$

где i – удельные линейные потери напора, мм/м;

l – длина участка;

k_l – коэффициент, учитывающий потери напора в местных сопротивлениях, и зависящий от арматуры на трубопроводах.

Значение i принимают по справочным данным. В закрытых системах теплоснабжения, когда на нужды ГВС нагревают водопроводную, обычно не умягченную воду, необходимо учитывать зарастание стенок трубопроводов солями жесткости. В этом случае величину i определяют по номограмме [1].

5.3.2 Располагаемый и требуемый напоры в системах ГВС в режиме водоразбора

Гарантированным называют располагаемым на вводе в здание напор из системы водоснабжения, который может быть использован для подачи воды на горячее водоснабжение. Требуемым называют напор, который должен обеспечивать преодоление всех гидравлических сопротивлений к наиболее удалённому и высоко расположенному прибору.

Для закрытых систем горячего водоснабжения располагаемым напором является давление на холодном водопроводе в точке подключения к нему системы ГВС.

В самотёчных системах ГВ, работающих под давлением воды в верхних баках-аккумуляторах, располагаемым напором является сама геодезическая разность отметок уровня воды в баке и наиболее высоко расположенного прибора.

5.3.3 Подбор счётчика воды

Счётчик воды (водомер) служит для коммерческого учёта расхода воды на систему горячего водоснабжения. Подбор счётчика производят по условному проходу (типоразмеру) счётчика, подбирая по среднечасовому расходу воды на систему,

величина которого не должна превышать так называемый эксплуатационный расход [1]. Затем счётчик проверяют на возможность пропуска максимальных секундого и суточного расходов. Причём потери давления при пропуске максимального расхода, м³/час, не должны превышать 2,5 м для крыльчатых и 1,0 м для турбинных счётчиков.

5.4 Циркуляционный расчёт в системах горячего водоснабжения

Для предотвращения остывания воды в раздающих трубопроводах систем при отсутствии водоразбора (например, в ночное время в жилых зданиях) служит циркуляция. По уровню охвата циркуляцией систем ГВС различают: системы без циркуляции, с циркуляцией только в магистральных трубопроводах, с циркуляцией как в распределительных магистралях, так и в стояках.

Разрешается в системах ГВС при температуре воды в точках водоразбора не предусматривать циркуляцию, если при регламентированном по времени водоразборе она не будет снижаться ниже минимально допускаемой.

Циркуляционный расход на головном участке системы распределяется по участкам пропорционально их теплотерям, определённым в соответствии с положениями в подразделе 1.5.

Рассмотрим пример, где очередной узел №6 подлежит распределению циркуляционного расхода горячей воды по направлению воды от теплоцентра к наиболее удалённому стояку (рисунок 37). В данном узле произведено подключение к магистрали циркуляционного полукольца очередного стояка №3 (полукольцо – это сам стояк и его циркуляционная часть).

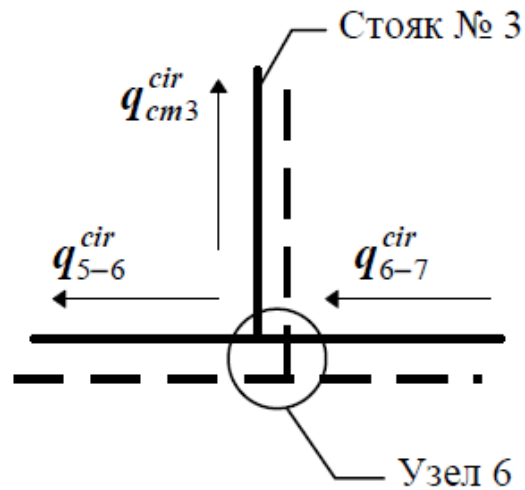


Рисунок 37 – Пример распределения циркуляционных потоков в системе горячего водоснабжения

5.5 Гидравлический расчёт систем горячего водоснабжения в режиме циркуляции

АксонOMETрическая схема системы отопления выполняется с учётом распределения циркуляции по расчётным участкам. Гидравлическая увязка системы выполняется в режиме «чистой» циркуляции (без учёта водоразбора) в следующей последовательности.

Предварительно принимают диаметры циркуляционных трубопроводов на 1–3 типоразмера меньше соответствующего подающего трубопровода. Потери давления на расчётных участках ведут по тем же формулам и номограммам, что и при гидравлическом расчёте подающих трубопроводов, но при условии циркуляционных расходов. Расчёт ведут параллельно по подающим и циркуляционным трубопроводам с суммированием до очередного узла разветвления. Аналогично определяют потери напора в подключаемом к тому же узлу полукольце, образованном стояком, секционным узлом или ветвью системы.

Полученные потери напора в полукольцах, стыкующихся в данном узле, не должны отличаться более чем на 10 %. В случае не выполнения этих условий, производят увязку узла в следующей последовательности:

1. Изменяют диаметры трубопроводов.
2. На циркуляционном трубопроводе полукольца с меньшими потерями давления устанавливают диафрагму, сечение которой должно быть не менее 10 мм.
3. Изменяется циркуляционный расход, но не более чем на 30 %. Изменение расхода необходимо учитывать на всех последующих (к теплоцентру) участках.
4. Устанавливается дополнительный кран для регулировки системы в процессе наладки. Кран устанавливается на циркуляционном трубопроводе в дополнение к обычному отключающему крану.

Каждый последующий метод применяют, если не даёт нужного результата предыдущий.

5.6 Подбор и схемы включения повысительных и циркуляционных насосов и диафрагм

Распространённым случаем является недостаток располагаемого (минимального гарантированного) напора H_g в точке подключения по сравнению с определённым требуемым, необходимым для нормальной работы системы горячего водоснабжения (см. п. 5.3.2). Назначение повысительного насоса – восполнять недостающий располагаемый напор до величины не меньше требуемого.

5.7 Закрытые системы теплоснабжения

Ввод холодного водопровода (при закрытой системе теплоснабжения) в здание обычно общий для систем холодного и горячего водоснабжения. Если требуемый напор для горячего водоснабжения превышает аналогичную величину для холодного водоснабжения не более чем на 10 м, то устанавливают общую повысительную насосную установку (см. рисунок 38а). Расчёт насоса производят с учётом суммарного расхода на холодное и горячее водоснабжение.

Требуемый напор повысительного насоса определяется по величине большего из недостающих давлений.

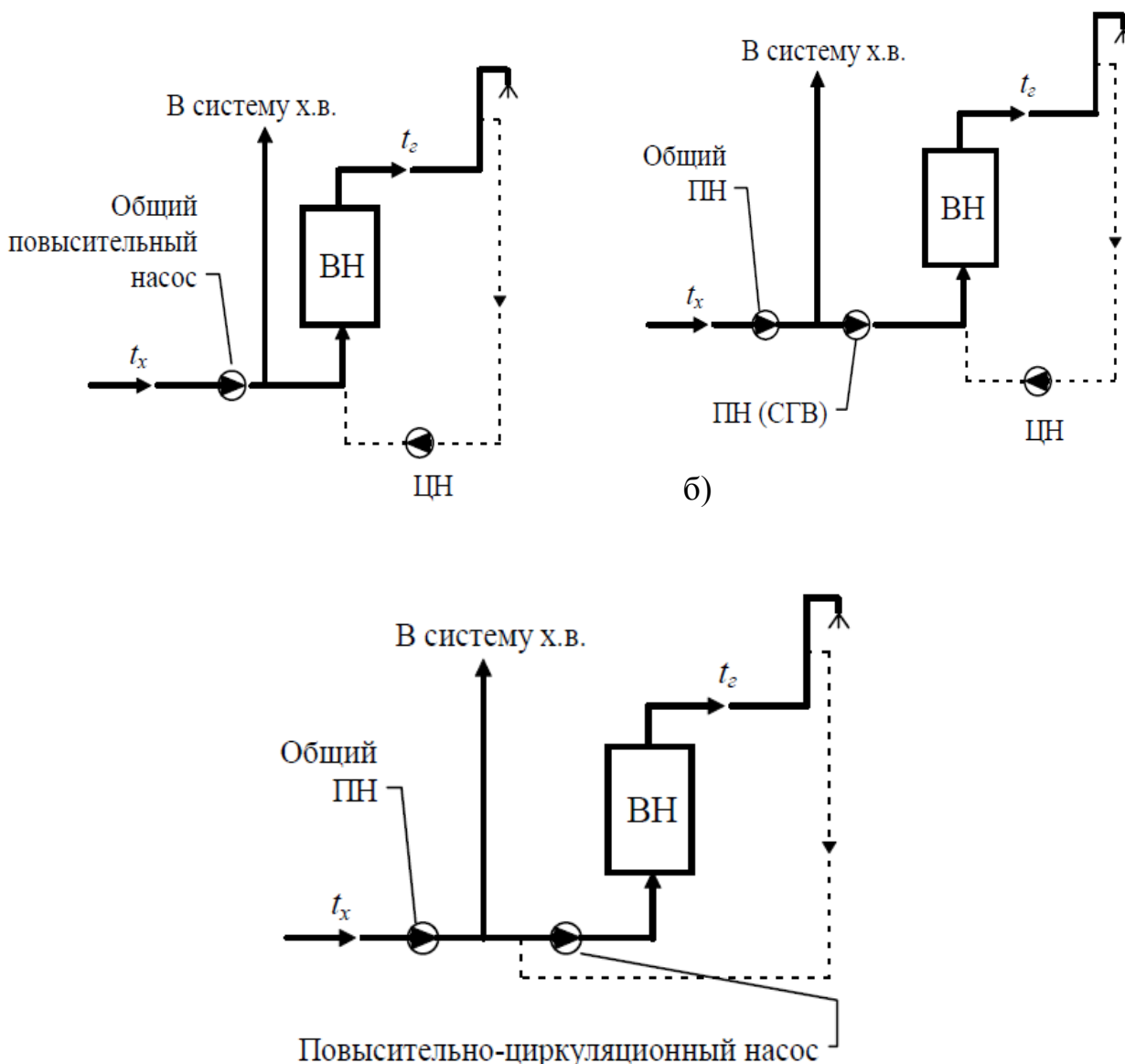


Рисунок 38 – Схемы включения повысительных и циркуляционных насосов в закрытых системах теплоснабжения: а) с общей повысительной установкой; б) с общей повысительной установкой и дополнительным циркуляционным насосом СГВ; в) с повысительно-циркуляционным насосом СГВ.

Если разница между требуемыми напорами систем горячего и холодного водоснабжения составляет более 10 м, то общий насос подбирается на тот же расход, но в качестве требуемого напора принимают недостаток напора для системы холодного водоснабжения.

Для нормальной работы СГВ устанавливают отдельный повысительный

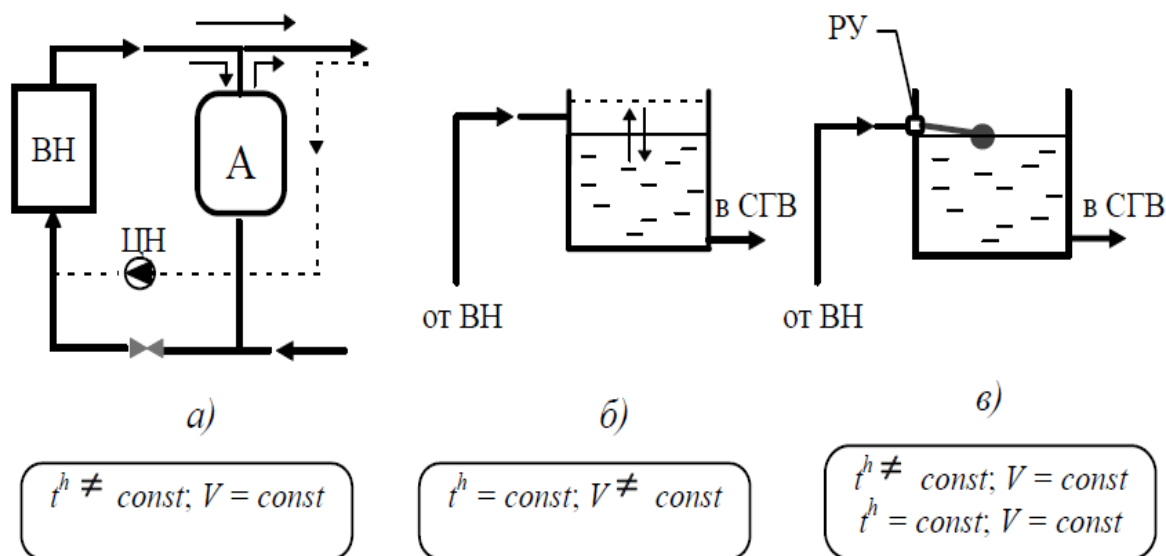
насос (см. рисунок 38б). Его подбирают на расчётный расход горячего водоснабжения и на оставшуюся величину недостатка напора.

Из рисунка 38б видно, что перемещение дополнительного повысительного насоса за точку присоединения циркуляционного трубопровода, т. е. в циркуляционное кольцо, даёт возможность использовать повысительный насос одновременно и как циркуляционный. Такой насос (см. рисунок 38в) называют повысительно-циркуляционным. Его подбирают на расчётный циркуляционный расход воды на головном участке.

5.8 Аккумуляторы в системах горячего водоснабжения

Аккумуляторы предназначены для устранения и сглаживания эксплуатационного противоречия между неравномерным режимом потребления горячей воды и предпочтительным для тепловой сети.

Ранее были рассмотрены характеристики и назначение баков-аккумуляторов для систем горячего водоснабжения. По режиму работы различают баки-аккумуляторы: с переменной температурой и постоянным объёмом и с постоянной температурой и переменным объёмом, которые могут предназначаться только для аккумуляции (см. рисунок 41), а могут одновременно служить ёмкостным водонагревателем (см. рисунок 42).



СГВ – система горячего водоснабжения

Рисунок 41 – Варианты организации режимов работы баков-аккумуляторов: а) нижнего закрытого; б) открытого без регулятора уровня; в) открытого с регулятором уровня.

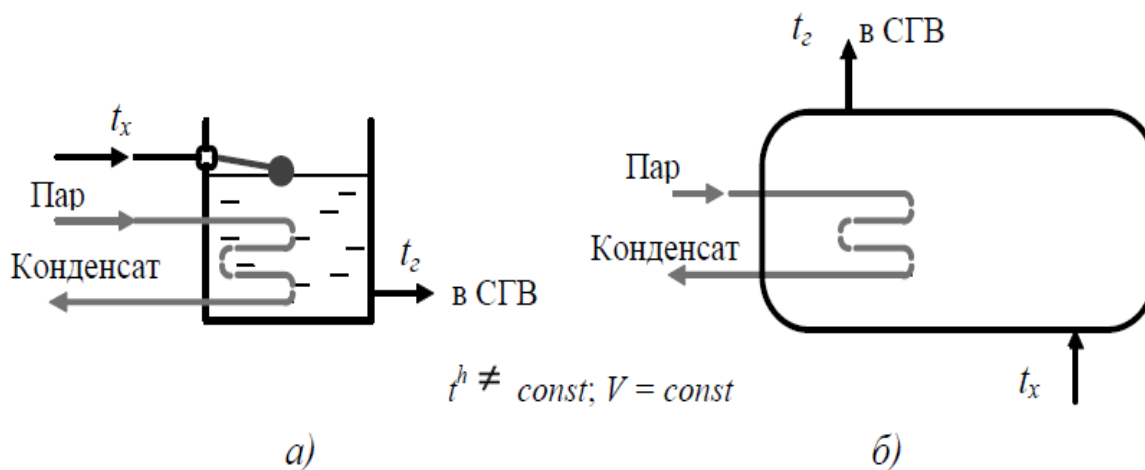


Рисунок 42 – Ёмкостные водонагреватели, выполняющие одновременно роль баков-аккумуляторов: а) открытый; б) закрытый.

В варианте, приведённом на рисунке 41в, при применении шарового клапана циркуляция горячей воды отсутствует при закрытых кранах водоразбора и остывание её будет зависеть от качества изоляции бака.

Открытый бак с верхней подачей холодной воды позволяет достаточно интенсивно перемешивать горячую воду при любом режиме водоразбора. В закрытых ёмкостных водонагревателях при увеличении, а также при постоянном расходе воды каждая последующая поступающая порция воды контактирует с теплообменником менее продолжительное время, в результате чего её температура падает. Поэтому циркуляция между слоями незначительна.

В бытовых водоподогревателях при увеличении или равномерном значительном расходе поступающая снизу холодная вода выдавливает тёплую без её перемешивания (так называемые «колонки»). В случаях незначительного водоразбора нижние слои холодной воды контактируют с теплообменником дольше и приводят к её конвективному перемешиванию в объёме бака.

5.8.1 Определение объёма баков-аккумуляторов

Требуемый объём бака-аккумулятора удобно определять по интегральному графику расхода воды, который построен с применением суточного графика, основанного на среднестатистических данных по расходу воды. Суточный график представляет собой гистограмму и строится как в тепловых единицах, так и в м^3 (см. рисунки 43, 44).

Линия изображает фактическое потребление воды или теплоты на текущий момент времени. Скорость нарастания расхода теплоты определяется тангенсом угла наклона линии потребления.

Линия подачи, которая показывает количество теплоты со средним часовым расходом при равномерном её увеличении, наиболее предпочтительна для источника теплоты и тепловой сети. При совпадении с характеристикой водопотребления линия подачи поднимается параллельно до касания её наиболее высокой точки линии потребления. Разница между линией потребления и линией подачи является показателем количества теплоты, накопленного к данному моменту в баке. Тогда A_{max} является показателем требуемой теплоёмкости бака-аккумулятора на данный момент времени. Если интегральный график построен в единицах расхода воды, м^3 , то он позволяет

определить требуемый объём воды в баке на любой момент времени. В случае переноса линии потребления по указанным причинам, то имеющаяся на 24 часа разность $A_{ост}$ показывает остаток горячей воды в баке-аккумуляторе, который может расходоваться с началом новых суток.

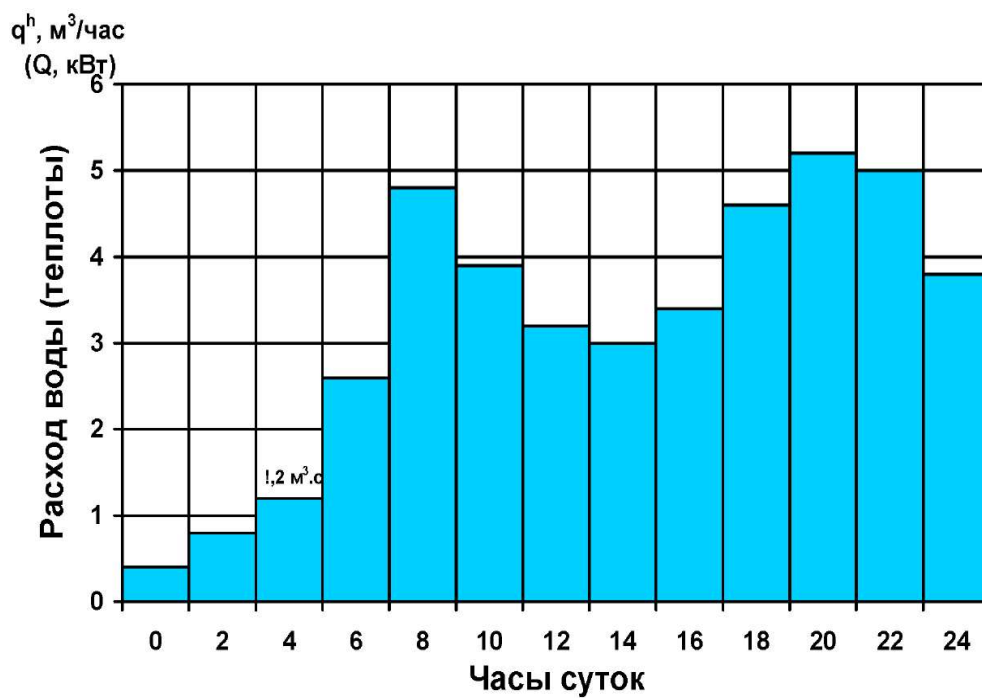


Рисунок 43 – Суточный график расхода теплоты (воды) на горячее водоснабжение

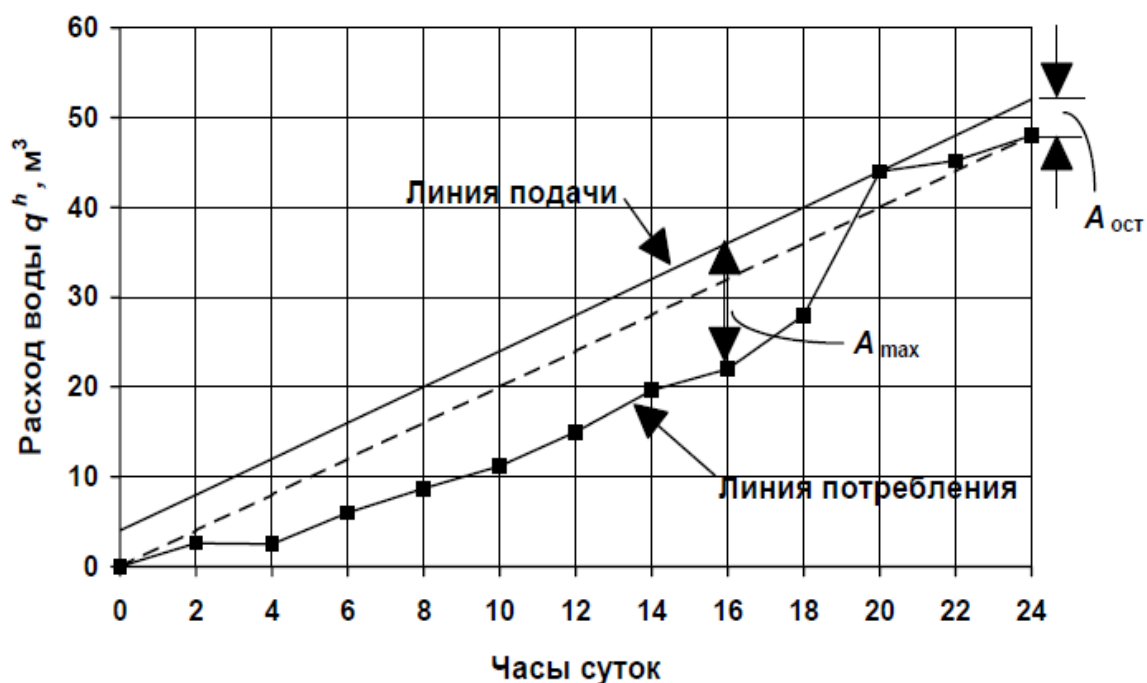


Рисунок 44 – Интегральный график расхода воды

5.8.2 Основные правила установки и обвязки баков

В системах горячего водоснабжения с кратковременным расходом воды экономически целесообразна установка баков-аккумуляторов, например, в системах бытового горячего водоснабжения на промышленных предприятиях, где основная доля суточного расхода приходится на время окончания смен.

В открытых системах теплоснабжения не рекомендуется устраивать баки открытого типа. Их установка необходима только в случаях, когда требуется большой запас воды (бани, душевые, прачечные).

С целью обеспечения возможности ремонта и замены устанавливается количество не менее двух баков (по 50 % требуемого объёма). Помещения, где устанавливают баки-аккумуляторы должны иметь освещение, положительную температурой, высоту не менее 2,2 м, возможность свободного доступа для осмотра всей их конструкции в любое время. При проектировании данного помещения должны быть соблюдены следующие нормы: расстояние между баком и строительными конструкциями предусматривается проход не менее 0,7 м, а со стороны поплавкового

клапана – не менее 1 м, от поддона до дна бака должно быть не менее 0,5 м, расстояние от перекрытия до верха бака – не менее 0,6 м. С целью снижения охлаждения горячей воды бак должен иметь теплоизоляцию.

Обвязка открытого бака приведена на рисунке 45. Для сбора возможных переливов (при переполнении) бак устанавливают над поддоном. Открытый бак-аккумулятор оборудуют следующими трубопроводами: подающим, расходным, переливным, циркуляционным, спускным (для промывки, ремонта), отводным из поддона.

Допускается, при соответствующем обосновании, объединение подающего и расходного трубопроводов с установкой на расходном обратного клапана.

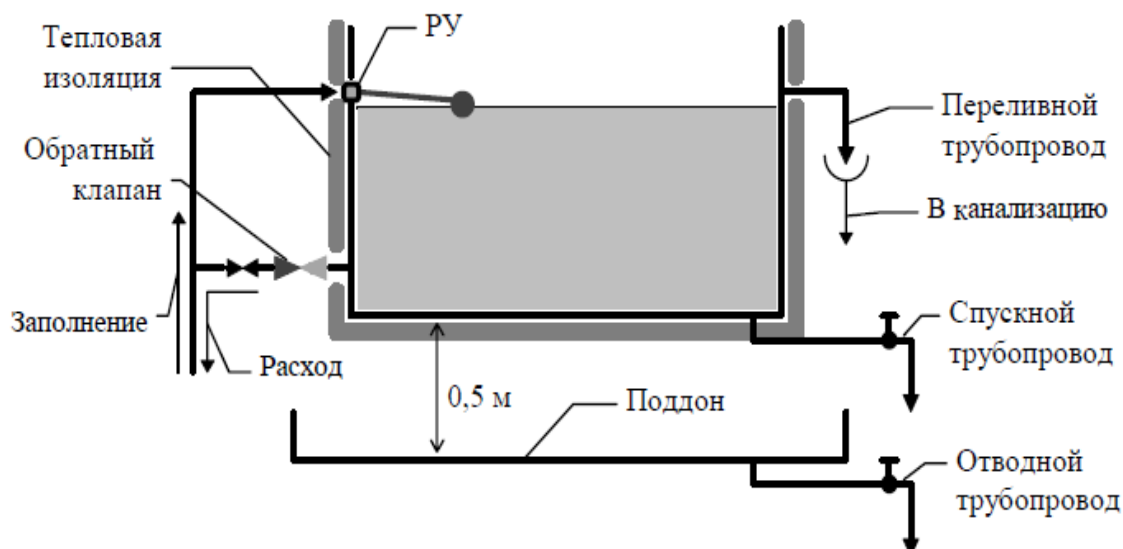


Рисунок 45 – Общие принципы обвязки бака-аккумулятора атмосферного (открытого) типа

5.9 Схемы подключения систем горячего водоснабжения к закрытым водяным тепловым сетям

В закрытых системах воду на нужды горячего водоснабжения получают путём нагрева холодной водопроводной воды в водонагревателях за счёт теплоты систем

теплоснабжения. В случаях применения многотрубной системы теплоснабжения, где имеется возможность использовать отдельную пару трубопроводов для покрытия тепловой нагрузки горячего водоснабжения, схема подключения может иметь следующий вид (см. рисунок 46).

При использовании теплоты системы теплоснабжения на горячее водоснабжение, вентиляцию и отопление возможны три схемы подключения водоподогревателей для горячего водоснабжения: параллельная, смешанная двухступенчатая и двухступенчатая последовательная.

Выбор одной из перечисленных схем подключения водоподогревателей определяют величиной нагрузки на горячее водоснабжение по отношению к отопительной (расчётной).

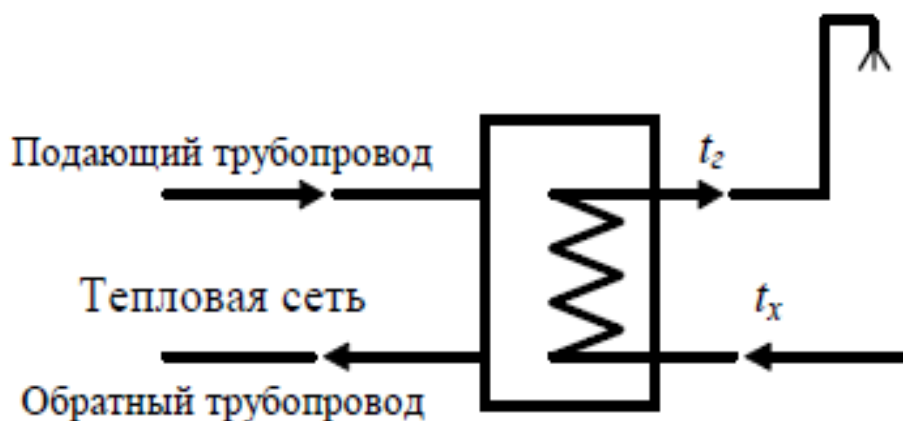
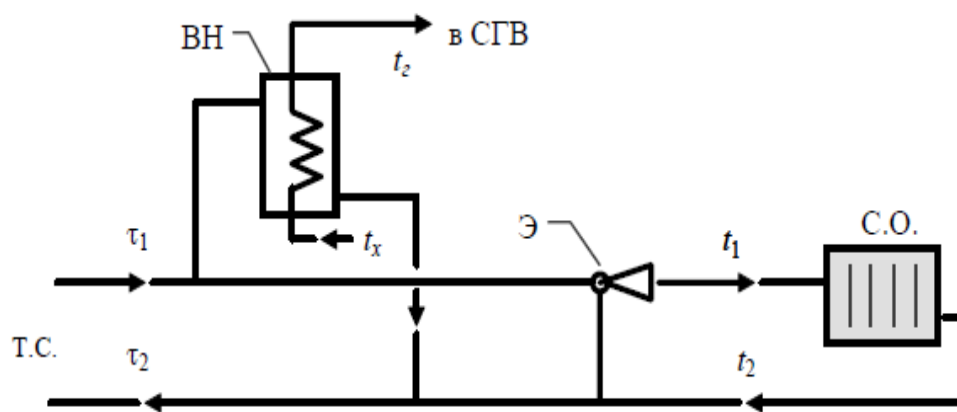


Рисунок 46 – Подключение систем горячего водоснабжения к тепловой сети

При соотношении указанных нагрузок в пределах от 0,2 до 1, применяют параллельную схему (см. рисунок 47), в этих случаях поток сетевой воды на нужды ГВС параллелен потоку теплоносителя на отопление.



Т.С. – тепловая сеть; Э – элеваторный узел ввода в систему отопления; С.О. – система отопления здания.

Рисунок 47 – Параллельная схема подключения водонагревателей к водяным тепловым сетям

Также могут быть применены двухступенчатые схемы. При таком подсоединении холодная вода сначала поступает в водонагреватель первой ступени, подключённый последовательно после системы отопления. Предварительно нагретая вода поступает в водонагреватель второй ступени, подключённом параллельно (см. рисунок 48).

В случаях применения схем последовательного подсоединения водонагревателей обе ступени подключены последовательно по теплоносителю (см. рисунок 49). Использование двухступенчатых схем позволяет использовать теплоту обратной воды из системы отопления, что значительно повышает экономичность теплоснабжения. В этих случаях в зимний период, когда обратный теплоноситель, имеющий температуру 70 °С, обеспечивает нагрев воды для горячего водоснабжения в водонагревателе первой ступени без дополнительного расхода теплоносителя в тепловой сети на эти цели.

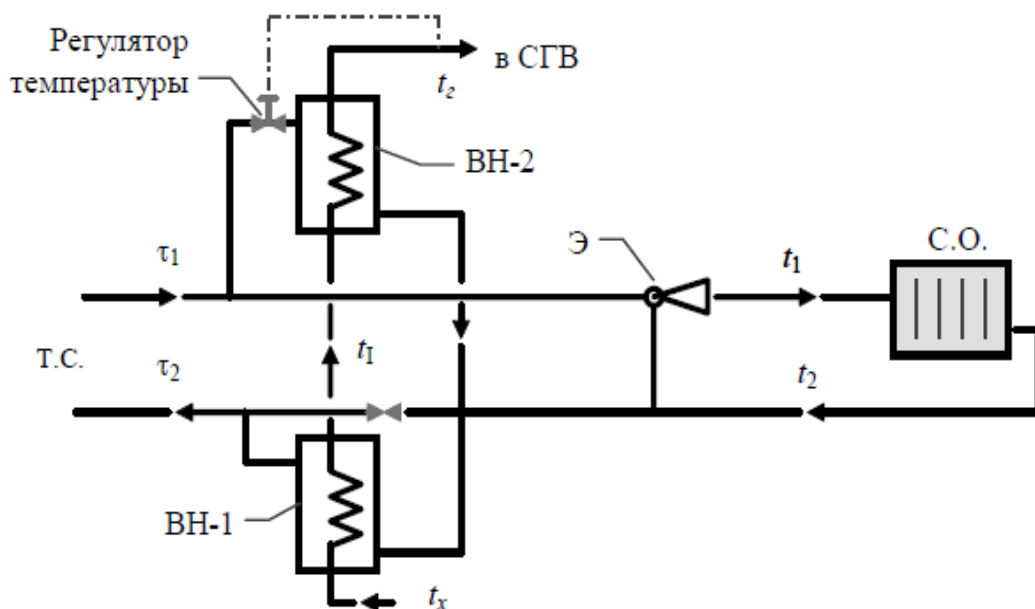


Рисунок 48 – Двухступенчатая смешанная схема подключения водонагревателей горячего водоснабжения к водяной тепловой сети

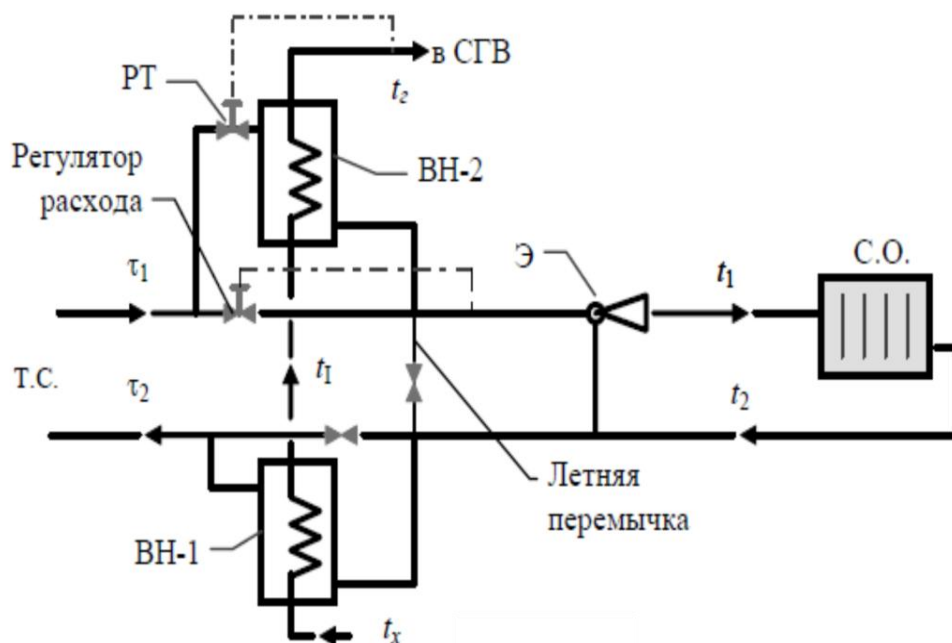


Рисунок 49 – Двухступенчатая последовательная схема подключения водонагревателей к водяной тепловой сети

Тепловая нагрузка на горячее водоснабжение обеспечивается некоторым повышением температуры сетевой воды. Более подробно особенности покрытия на-

грузки горячего водоснабжения будут рассмотрены в разделе «Регулирование отпуски теплоты».

5.10 Схемы подключения систем горячего водоснабжения к паровым тепловым сетям

Системы горячего водоснабжения могут быть подключены к паровым тепловым сетям через поверхностный пароводяной водонагреватель, который зачастую называют бойлером. В отличие от схем подключения к водяным тепловым сетям системы ГВС (см. рисунок 47) дополнительно имеют устройства для сбора и возврата конденсата: конденсатоотводчик, бак для сбора конденсата и конденсатный насос (см. рисунок 52). Конденсатоотводчик обеспечивает полную конденсацию пара и пропускает через себя только конденсат.

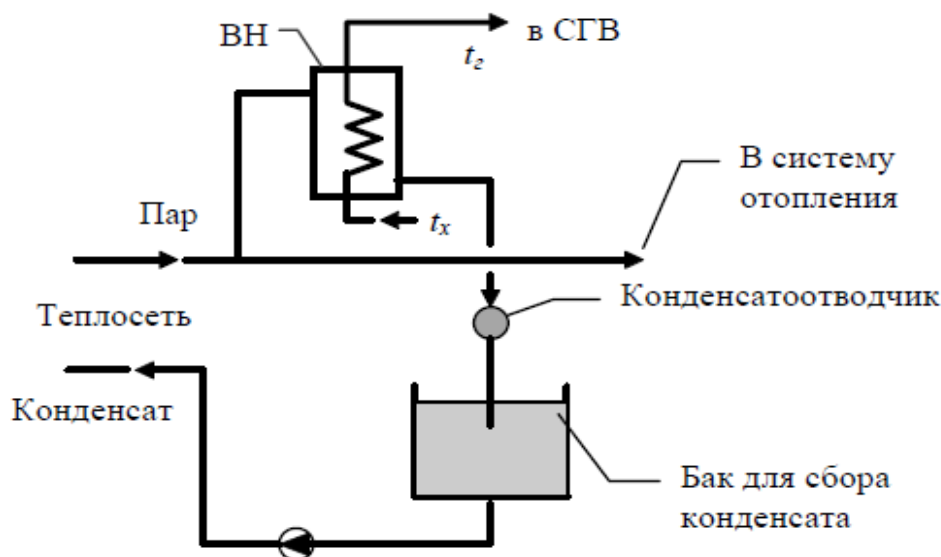
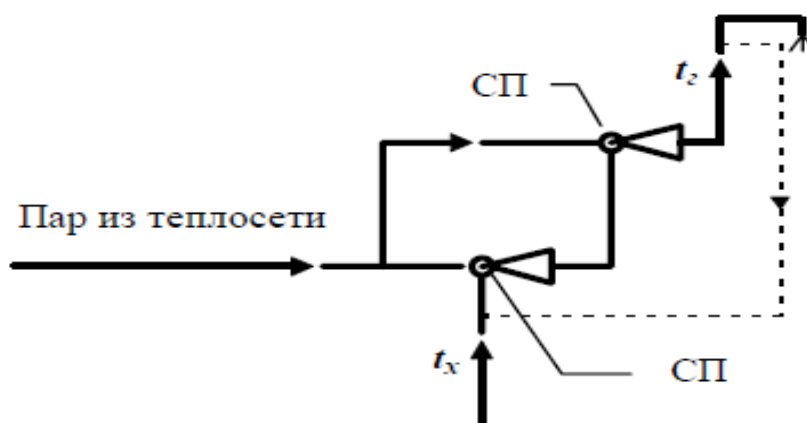


Рисунок 52 – Подключение системы горячего водоснабжения к паровой тепловой сети

При давлении пара до 0,03 МПа роль конденсатоотводчика может выполнять гидрозатвор. Для сбора конденсата применяют бак открытого типа, в этих случаях необходима установка конденсатного насоса. Такой насос может быть применён как

для системы горячего водоснабжения, так и являться общим для всей системы теплоснабжения данного здания.

Подключение системы ГВС к паропроводу возможно по «открытой» схеме с использованием смесительного водонагревателя (см. рисунок 53). В качестве водонагревателя применяют эжектор-смеситель, аналогичный работе элеватору систем отопления. Необходимый напор в системе ГВС обеспечивается как энергией пара, так и его энергией в форме скрытой теплоты парообразования, идущей на нагрев холодной водопроводной воды. Наиболее эффективной является двухступенчатая схема, которая позволяет рационально организовать работу системы в режимах водоразбора и циркуляции (см. рисунок 58).



СП – смесительные водонагреватели

Рисунок 58 – Условно «открытая» схема подключения системы горячего водоснабжения к паровой тепловой сети

6 Общие требования к системам централизованного горячего водоснабжения

Системы централизованного горячего водоснабжения (далее ЦГВ) следует предусматривать, как правило, с нижней разводкой. При совместной прокладке с трубопроводами системы отопления и горячего водоснабжения возможна верхняя разводка при соответствующем обосновании.

Для опорожнения системы ГВС трубопроводы прокладывают с уклоном не менее 2 ‰ (2 мм на погонный метр), на которых должны быть предусмотрены компенсаторы при их удлинении за счёт изменения температуры. Все трубопроводы должны иметь свободный доступ и необходимые монтажные просветы для осмотра и ремонта, а также должны иметь теплоизоляцию.

В отапливаемых помещениях допускается отсутствие теплоизоляции стояков и скрытая прокладка труб (подводка к водоразборным приборам за облицовкой стен или в полу).

В закрытых системах теплоснабжения для подачи горячей воды применяют стальные оцинкованные или полимерные трубы. В открытых системах допускается применение не оцинкованных труб (при диаметрах более 150 мм). Соединение трубопроводов возможно фланцевое (с фланцевой арматурой), резьбовое и сварное.

Для поддержания необходимой температуры в ваннах и душевых комнатах предусматривают установку постоянно действующих полотенцесушителей. Полотенцесушители могут быть совмещены с циркуляционными трубопроводами горячего водоснабжения. В открытых системах теплоснабжения полотенцесушители подключают к постоянно действующим системам отопления этих помещений.

С целью воздухоудаления в верхних точках системы предусматривается воздуховыпускная арматура, а для опорожнения системы в нижних точках устанавливают запорную арматуру. Для удаления воздуха можно также использовать краны верхних этажей.

В качестве запорной и регулирующей арматуры применяют арматуру общего типа. При диаметре арматуры диаметром до 50 мм она должна быть из термостойких пластмасс, бронзовой или латунной, а диафрагмы могут быть также из нержавеющей стали.

В местах водоразбора с подводкой холодной и горячей воды необходимо устанавливать смесители. А при использовании только горячей воды без подмешивания холодной смесители не устанавливают.

Запорно-регулирующая арматура должна устанавливаться:

- в квартальных или промышленных системах горячего водоснабжения – на ответвлениях к каждому зданию;
- на ответвлениях к секционным узлам;
- в основании водоразборных и циркуляционных стояков в зданиях от трёх этажей и более;
- на ответвлении в каждую квартиру или помещение с водоразборными приборами;
- на входе и выходе из водонагревателя.

Обратные клапаны устанавливают:

- на подводе горячей воды к смесителям групповых душей;
- в закрытых системах – на подводке холодной воды к водонагревателю и на подключении циркуляционного трубопровода к водонагревателю;
- в открытых системах – на ответвлении от обратного трубопровода тепловой сети к смесителю (регулятору температуры) и на подключении циркуляционного трубопровода к обратному трубопроводу тепловой сети.

Счётчики расхода воды (водомеры) устанавливают:

- в закрытых системах – на трубопроводе, подводящем холодную воду к водонагревателю;
- в открытых системах – на общем подающем трубопроводе после регулятора температуры и на циркуляционном трубопроводе перед его подключением к обратному трубопроводу теплосети. В открытых системах теплоснабжения при наличии на

них счётчиков воды на подающем и обратном трубопроводах тепловой сети счётчик на горячую воду может не устанавливаться;

– в случаях, когда в общей системе горячего водоснабжения производится отдельный учёт и оплата за потребление горячей воды, счётчик ставят на головном участке каждого такого элемента системы.

Правила установки и обвязки баков-аккумуляторов изложены в параграфе 5.6.

6.1 Обработка воды в системах горячего водоснабжения

6.1.1 Показатели коррозионной активности горячей воды

По сравнению с холодной водой коррозионная активность горячей воды значительно выше и основными показателями являются:

1. Индекс насыщения воды CaCO_3 («индекс Ланжелье» J). Если по расчётам положительный, это означает, что вода является коррозионно пассивной, поскольку образовавшаяся карбонатная плёнка будет защищать поверхности трубопроводов. Если $J < 0$, то защитная плёнка не образуется.

2. Чем больше концентрация растворённого в воде кислорода (мг/кг), тем выше её коррозионная активность. Активность воды значительно возрастает в присутствии углекислоты. Однако чисто углекислотная коррозия протекает медленно, поскольку одна молекула HCO_3 связывает только 0,5 молекулы железа. Кислородная коррозия требует 3 молекулы O_2 на окисление 4 молекул железа. При углекислотной коррозии одна молекула кислорода связывает сразу 4 молекулы железа.

3. Суммарная концентрация хлоридов и сульфатов в воде (мг/кг). Сами хлориды и сульфаты слабо участвуют в коррозии, но они препятствуют образованию защитной карбонатной плёнки. Это влияние не проявляется до суммарной концентрации 50 мг/кг.

Данные показатели не влияют на работу полимерных труб.

6.1.2 Требования к качеству горячей воды

В системах горячего водоснабжения используют только питьевую горячую воду, поэтому в систему горячего водоснабжения должна поступать вода только из питьевого водопровода. Приготовление горячей воды питьевого качества на источнике теплоты или на объектах потребления запрещается.

С целью предотвращения коррозии и обрастания трубопроводов отложениями солей вода, подаваемая в системы центрального горячего водоснабжения должна отвечать следующим требованиям [4, 7, 8, 10]:

- концентрация растворенного кислорода меньше или равна 0,1 мг/кг;
- содержание взвешенных веществ меньше или равно 5 мг/кг;
- карбонатная жесткость (временная) меньше или равна 1,5 мг-экв/кг;
- водородный показатель 8,3–8,5;
- содержание железа меньше или равно 0,3 мг/кг;
- окисляемость воды меньше или равна 6 мг(O₂)/кг(H₂O);
- свободная углекислота должна отсутствовать.

6.1.3 Способы подготовки воды для систем горячего водоснабжения

Используемая для горячего водоснабжения водопроводная вода в зависимости от её исходного качества должна подвергаться противокоррозионной и противонакипной обработке. Допускается не производить такую обработку только в системах горячего водоснабжения для одного здания.

Противокоррозионная обработка производится в виде деаэрации (дегазации), обескислороживания или обработки ингибиторами коррозии.

Деаэрация – это выделение из воды растворённых газов путём доведения до температуры кипения. В зависимости от рабочего давления в деаэраторе их подразделяют на:

- повышенного давления (до 6 кгс/см²);
- атмосферные;

– вакуумные.

В системах централизованного горячего водоснабжения применяют атмосферные и вакуумные деаэраторы.

В атмосферные деаэраторы вода поступает ниже температуры насыщения на 2–3 °С от его рабочего давления. В головке деаэратора путём прямого смешения с паром доводят его температуру до кипения, и выделяемые газы удаляются вместе с выпаром (водяные пары с газами).

С целью снижения температуры кипения (около 70 °С) применяют вакуумные деаэраторы. При суммарном расходе воды на горячее водоснабжение до 50 т/ч разрешается воду не деарировать.

Для удаления только кислорода из воды (обескислороживание) применяют вещества, легко связывающие кислород в воде. Применяется также электрохимическое обескислороживание, а химическое (реагентное) не применяется.

Существуют следующие виды электрохимического обескислороживания:

1. Электрохимическое – аппараты с железоалюминиевыми электродами. В качестве анодов применяют перфорированные алюминиевые пластины, а катодами являются железные пластины. При этом на электродах поддерживается постоянное напряжение от 8 до 12 В. На анодах протекает электрохимический процесс окисления алюминия, который связывает кислород. Для получения высокой степени обескислороживания применяют последовательное соединение аппаратов. Эффективность работы аппаратуры определяется поддержанием требуемых электрических параметров и своевременным удалением образующегося $Al(OH)_3$. Недостатком работы такой аппаратуры является расход дорогого алюминия (1,12 мг Al на 1 мг O_2).

2. Электрохимическое обескислороживание в сталестружечных фильтрах. Вода с температурой 50 – 60 °С пропускается через чистую поверхность засыпки стальных или чугунных стружек. Для обеспечения чистоты поверхности стружки предварительно промывают раствором NaOH, а в случаях сильных загрязнений применяют слабые растворы соляной кислоты (HCl) или серной кислоты (H_2SO_4) с последующей промывкой горячей водой. Поскольку на поверхности стружек протекает электрохимическое окисление железа (связывание 1 мг кислорода за счёт 2,4 мг Fe), сраба-

тывание стружек допускается до 50 %, в связи с этим фильтры загружаются из расчёта 5 мг стружек на 1 мг кислорода. Основным недостатком данного метода является загрязнение воды окислами железа, что приводит к необходимости после таких фильтров обязательно устанавливать фильтры-осветлители.

Подготовка горячей воды может осуществляться также ингибиторами коррозии, в качестве которых применяют ингибиторы трисиликата натрия $\text{Na}_2\text{O}_3\text{SiO}_2$ (техническое жидкое стекло) или магномассы $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (доломит, двойная углекислая соль кальция и магния). Данные реагенты связывают углекислоту, что повышает показатель pH воды и снижает её агрессивность по отношению к металлу за счёт образования защитной силикатной или карбонатной плёнки на внутренней поверхности трубопроводов.

Противонакипную обработку воды в системах центрального горячего водоснабжения используют преимущественно магнитную. Вода, проходящая через создаваемое магнитное поле напряженностью 95 – 120 кА/м со скоростью около 1 м/с, обрабатывается в течение 2–3 с. При этом поле может создаваться как постоянными магнитами, так и электромагнитами.

При такой обработке жёсткость самой воды не изменяться, однако процесс коррозии становится иным. В результате чего при нагревании воды не происходит выпадение солей на стенках трубопроводов, а ранее образовавшиеся отложения постепенно разрушаются. Омагниченная вода со временем теряет свои свойства. Поскольку системы ГВС имеют постоянный расход воды и контуры релаксации в них не требуются.

Список использованных источников

1. СП 30.13330.2012 Внутренний водопровод и канализация зданий. Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/456054201> (проверено 01.03.2019 г.)

1. Теплоснабжение и вентиляция : курсовое и дипломное проектирование : учеб. пособие / Б.М. Хрусталёв [и др.]; под общ. ред. Б.М. Хрусталёва. – 3-е изд., испр. и доп. – М. : АСВ, 2008. – 784 с. – Авт. указаны на обороте тит. л. – На обл. указаны авт. : Б.М. Хрусталёв, Ю.Я. Кувшинов, В.М. Копко. – ISBN 978-5-93093-394-9

2. Варфоломеев, Ю.М. Отопление и тепловые сети [Электронный ресурс] / Варфоломеев Ю.М., Кокорин О.Я. – ИНФРА-М, 2010. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=988148> (проверено 28.09.2018 г.)

3. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения. Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/901798042> (проверено 01.03.2019 г.)

4. СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха». Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/1200095527> (проверено 01.03.2019 г.)

5. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Buildingclimatology. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* (с Изменениями №1 и 2). Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/1200095546> (проверено 01.03.2019 г.)

6. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/901862249> (проверено 01.03.2019 г.)

7. Постановление Госкомсанэпиднадзора РФ от 19.04.1996 N 7 "Об утверждении и введении в действие Норм радиационной безопасности – НРБ-96" (вместе с "Нормами радиационной безопасности (НРБ-96). Гигиенические нормативы. ГН 2.6.1.054-96"). Режим доступа : http://rb.mchs.gov.ru/upload/site1/folder_page/000/001/290/NRB96.pdf (проверено 01.03.2019 г.)

8. СП 62.13330.2011* Газораспределительные системы. Gasdistributionsystems. Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002 (с Изменениями №1 и 2). Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/1200084535> (проверено 01.03.2019 г.)

9. СанПиН 2.1.4.2496-09 с изменениями (СанПин "Горячее водоснабжение") Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения. Режим доступа : <http://www.kudagradosnik.ru/index.php/sanpin/7162-sanpin9-s-izmeneniyami-sanpin-qgoryachee-vodosnabzhenieq.html> (проверено 01.03.2019 г.)

10. СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/1200035579> (проверено 01.03.2019 г.)

11. СП 124.13330.2012 Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003. Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/1200095545> (проверено 01.03.2019 г.)

12. Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением : утверждены приказом от 25 марта 2014 г. №116 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности» (Зарегистрировано в Минюсте России 19 мая 2014 г. №32326 Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору). Режим доступа : <http://itcdeb.ru/upload/userfiles/images/teh-reg/FNP%20ORPD.pdf> (проверено 01.03.2019 г.)

13. Соколов, Е.Я. Теплофикация и тепловые сети : учебник для вузов / Е.Я. Соколов. – 8-е изд., стер. – Москва : Изд-во МЭИ, 2006. – 472 с. : ил. – Прил. : с. 432 – 464. – Библиогр. : с. 465 – 469. – ISBN5-903072-15-9

14. О теплоснабжении : Федеральный законот 27.07.2010 N 190-ФЗ (ред. от 19.07.2018 г.). Режим доступа : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_102975/ (проверено 01.03.2019 г.)