

РАЗДЕЛ 1. КОНТРОЛЬ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ КВАРТАЛЬНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

Тема 1.1. Нормативная база в области эксплуатации инженерного оборудования

Среди основных направлений работ, которые входят в техническую эксплуатацию инженерных систем объекта:

- мероприятия контрольного характера – визуальный осмотр, определение текущего состояния оборудования, мониторинг показателей работоспособности коммуникаций;
- подготовка коммуникационных сетей и оборудования к летнему/зимнему сезону;
- планово-предупредительный ремонт, устранение дефектов, замена изношенных элементов;
- восстановительные работы, в том числе: очистка, настройка, регулировка;
- оперативная ликвидация аварийных ситуаций.

Комплексная эксплуатация инженерных систем предполагает обслуживание всех коммуникаций и связанного с ними оборудования, которые установлены на объекте. В стандартный перечень таких систем входит:

- электроснабжение;
- вентиляция и кондиционирование;
- холодное и горячее водоснабжение;
- канализация и дренаж;
- отопление;
- лифтовое хозяйство.

Дополнительно в обслуживание могут включаться клининговые услуги по уборке внутренних помещений объекта и его прилегающей территории.

Основные требования к эксплуатации инженерных систем регулируются нормативными и проектными документами, инструкциями производителей для каждой конкретной единицы оборудования.

Ниже представлен перечень основной нормативной документации, выполнение требований которых обеспечивает эффективную эксплуатацию инженерных систем:

ГОСТ 34059 Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Устройство систем отопления, горячего и холодного водоснабжения. Общие технические требования.

ГОСТ Р 56501 Услуги жилищно-коммунального хозяйства и управления многоквартирными домами. Услуги содержания внутридомовых систем теплоснабжения, отопления и горячего водоснабжения многоквартирных домов. Общие требования.

ГОСТ Р 56536 Услуги жилищно-коммунального хозяйства и управления многоквартирными домами. Услуги содержания внутридомовых систем электроснабжения многоквартирных домов. Общие требования.

ГОСТ 34060 Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Испытание и наладка систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Правила проведения и контроль выполнения работ.

ГОСТ Р 52382 Лифты пассажирские. Лифты для пожарных.

ГОСТ Р 53780 Лифты. Общие требования безопасности к устройству и установке.

ГОСТ Р 54961 Системы газораспределительные.

ГОСТ Р 55964 Лифты. Общие требования безопасности при эксплуатации.

ГОСТ Р 55965 Лифты. Общие требования к модернизации находящихся в эксплуатации лифтов.

ГОСТ Р 58095.0 Системы газораспределительные. Требования к сетям газопотребления. Часть 0. Общие положения.

ГОСТ Р ЕН 13779 Вентиляция в нежилых зданиях. Технические требования к системам вентиляции и кондиционирования.

СП 3.13130 Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности.

СП 5.13130 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования.

СП 7.13130 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности.

СП 30.13330.2016 Внутренний водопровод и канализация зданий
СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.

СП 73.13330.2016 Внутренние санитарно-технические системы зданий.

СП 347.1325800.2017 Внутренние системы отопления, горячего и холодного водоснабжения. Правила эксплуатации.

СП 336.1325800.2017 Системы вентиляции и кондиционирования воздуха. Правила эксплуатации.

СП 62.13330.2011 Газораспределительные системы.

СП 134.13330.2012 Системы электросвязи зданий и сооружений. Основные положения проектирования .

СП 256.1325800.2016 Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа.

ГОСТ 32145-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Контроль качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

Классификация инженерных систем

Все системы делятся на два основных вида – наружные и внутренние.

Кроме того, инженерные сети можно классифицировать следующим образом:

Теплоснабжение. Систем теплоснабжения две – центральная и местная. Функциональными составляющими является котел, тепловые сети и радиаторы отопления.

Водоснабжение и водоотведение. Недостаточно спроектировать одну систему хозяйственно-питьевого водоснабжения в здании, обязательно должны быть предусмотрены система для тушения пожаров, производственных нужд и системы хозяйственных нужд. Основными элементами сети является сам водопровод, водозаборные сооружения и водоводы.

Электроснабжение. Данная система является основной среди коммуникаций инженерных объектов. Все современное оборудование работает при помощи электричества, соответственно система электроснабжения должна быть достаточно мощной, надежной и безопасной. В ее состав входят распределительные устройства и подстанции, линии электропередач и электрооборудование. Это важная составляющая всех инженерных систем зданий, так как от хорошего освещения зависит не только комфорт, но и безопасность людей. На территориях строящихся объектов должно быть достаточно света, причем свет должен иметь определенный угол падения, интенсивность и тепловую температуру.

Вентиляция. Без качественной системы вентиляции и кондиционирования ни один жилой или коммунальный объект в эксплуатацию сдан не будет. Система вентиляции позволяет обеспечить приток в помещение свежего воздуха и очистить его от примесей и грязи. В современных зданиях практически всегда предусматривается еще и система кондиционирования, она может быть промышленной или бытовой, в зависимости от назначения объекта.

Сигнализация и связь. В настоящее время безопасности любого объекта уделяется немало внимания, поэтому во всех строительных проектах предусматриваются заложенные системы безопасности и связи, выполненные в виде сигнализации.

Газоснабжение. Система газоснабжения на небольших объектах может быть абонентской, то есть служить ответвлением крупного газопровода. Внутри объектов использованы уже другие системы газоснабжения, они передают и распределяют топливо среди потребителей.



Рисунок 1.1. Классификация инженерных систем

Цели и задачи технической эксплуатации инженерного оборудования

Функционирование современного здания и сооружения возможно только при непрерывном подводе к нему, трансформации в нем, потреблении и отводе энергии, воды, информации и прочих необходимых для нормального функционирования ресурсов. Этот сложный процесс осуществляется с помощью инженерного оборудования, которое выполняет такие следующие функции:

- поддержание параметров жизнеобеспечения;
- осуществление технологических процессов;

– обеспечение безопасности жизнедеятельности; защита материальных ценностей.

Проблема эффективности инженерного обеспечения зданий и сооружений имеет большое социально-экономическое значение вследствие возрастания требований к уровню комфорта в зданиях; роста дефицита природных, материальных, трудовых ресурсов; роста дефицита городских территорий; повышения требований к надежности и экономичности функционирования инженерного оборудования зданий.

Основной задачей управления эксплуатацией инженерного оборудования является эффективная организация системы плановых мероприятий, т.е. планирование и контроль своевременного и качественного их проведения. Система технического обслуживания и ремонта инженерного оборудования зданий и сооружений представляет собой совокупность взаимосвязанных средств, документации и исполнителей, необходимых для поддержания и восстановления качества изделий, входящих в систему. Техническое обслуживание направлено на поддержание нормативных условий эксплуатации, необходимых для обеспечения работоспособности или исправности оборудования. Ремонты предназначены для восстановления исправности или работоспособности инженерных систем.

Все необходимые работы по техническому обслуживанию внутренних коммуникаций объекта осуществляются в соответствии с регламентом, а сроки эксплуатации инженерных систем устанавливаются по графику. В ходе технической эксплуатации проводят:

– текущий ремонт. Выполняется эксплуатационным персоналом во время технологических простоев. Все сбои в работе оборудования, технологические остановки и выполненные ремонтные процедуры фиксируются в специальном журнале;

- профилактические осмотры. Проводятся по графику с целью проверки текущего состояния систем, определения объема профилактических и ремонтных работ;

- капитальный ремонт. Выполняется полная замена изношенных частей, отладка базовых элементов.

Кроме ремонтных работ, в техническое обслуживание включаются стандартные регламентные мероприятия:

- технический осмотр и мониторинг работоспособности оборудования;
- составление дефектных ведомостей;
- проверка креплений и очистка основных элементов;
- контроль за соблюдением правил электро- и пожарной безопасности.

Нормативные условия работы инженерного оборудования

Эксплуатация систем электроснабжения зданий (сооружений) регламентирована Федеральным законом от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" и Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 24 июля 2013 г. N 328н "Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок". В процессе эксплуатации должно быть обеспечено постоянное соответствие напряжения и частоты электрического тока требованиям законодательства РФ о техническом регулировании.

Эксплуатацию систем отопления и теплоснабжения зданий (сооружений) следует осуществлять в соответствии с СП 50.13330, СП 60.13330, СП 61.13330, СП 73.13330, СанПиН 2.1.4.1074 и иными действующими нормативными документами и технической документацией завода - изготовителя оборудования.

Поддержание расчетной температуры воздуха в отапливаемых помещениях обеспечивается регулированием параметров теплоносителя: его температурой и давлением на входе и выходе из системы отопления в

зависимости от наружной температуры воздуха. Требуемая по нормам расчетная температура в помещениях приведена в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Нормативные расчетные температуры в помещениях

Наименование помещения	Температура, °С
Жилая комната, кухня, уборная, вестибюль, общий коридор, помещение для культурно-массовых мероприятий, учебных и спортивных занятий, помещение для администрации и персонала	18-20 20-22 в угловых
Ванная, совмещенное помещение ванной и уборной, душевая общая	25
Вестибюль, общий коридор, передняя, лестничная клетка в квартирном доме	16
Постирочная, гладильная, сушильная в общежитии	15
Машинное отделение лифтов, мусоросборная камера	5

Давление во внутридомовой системе отопления с чугунными радиаторами должно быть не более 0,6 МПа, с системами конвекторного и панельного отопления, калориферами, а также прочими отопительными приборами - не более 1 МПа, с любыми отопительными приборами - не менее чем на 0,05 МПа превышающее статическое давление, требуемое для постоянного заполнения системы отопления теплоносителем

К эксплуатации допускают вентиляционные системы, полностью прошедшие пусконаладочные работы и имеющие инструкции по эксплуатации в соответствии с ГОСТ 2.601, ГОСТ 30494, ГОСТ Р ЕН 13779, СП 73.13330.

Техническая эксплуатация систем внутреннего водоснабжения включает в себя надзор за состоянием и сохранностью сети, сооружений, устройств и оборудования в ней, техническое содержание сети, текущий и капитальный ремонты.

Системы внутреннего холодного и горячего водоснабжения должны соответствовать требованиям СП 30.13330, СП 73.13330. Отклонение состава и свойств холодной и горячей воды от требований законодательства РФ о

техническом регулировании не допускается. Давление в системе холодного водоснабжения в точке водоразбора должно быть не менее 0,03 МПа до 0,6 МПа, в системе горячего водоснабжения до 0,45 МПа. Температура горячей воды в точке разбора должна быть не менее 60°C для открытых систем централизованного теплоснабжения; не менее 50°C для закрытых систем централизованного теплоснабжения; не более 75°C для любых систем теплоснабжения.

Системы внутреннего холодного и горячего водоснабжения должны быть испытаны гидростатическим или манометрическим методом с соблюдением требований ГОСТ 24054 и ГОСТ 25136.

Испытания проводят:

- а) по завершении монтажных работ;
- б) ежегодно согласно плану работ по подготовке к отопительному периоду;
- в) после выполнения ремонтных работ на сетях;
- г) после реконструкции.

Система канализации и внутреннего водостока зданий (сооружений) должна соответствовать требованиям СП 30.13330, СП 73.13330 и обеспечивать отвод сточных вод из здания (сооружения).

Необходимо предусматривать устройства для измерения расхода сбрасываемых сточных вод от каждого предприятия, если абонент имеет существенно разомкнутый водный баланс, как минимум, в следующих случаях:

- если абонент не подключен к централизованной системе водоснабжения либо имеет (может иметь) водоснабжение из нескольких источников;
- если в ходе производственного процесса добавляется либо изымается более 5% расхода воды, потребляемой из водопровода.

Эксплуатацию систем газопотребления зданий (сооружений), в т.ч. установленного в них газоиспользующего оборудования, следует осуществлять

в соответствии с ГОСТ Р 54961 и ГОСТ Р 58095.0. Давление сетевого газа должно быть не менее 0,0012 МПа и не более 0,003 МПа.

Эксплуатация систем общего мониторинга технического состояния несущих строительных конструкций предусматривает обслуживание мест устройства средств измерения (измерительных пунктов) в соответствии с рекомендациями завода-изготовителя, а также поверку средств измерения в соответствии с интервалом установленным заводом-изготовителем и указанным в их техническом паспорте.

Запрещено выполнять заземление оборудования за счет присоединения к инженерным трубопроводам.

Обслуживание и ремонт систем противопожарной защиты зданий и сооружений (автоматических установок пожарной сигнализации, автоматических (автономных) установок пожаротушения, систем противодымной защиты, систем оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией) следует выполнять в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 25 апреля 2012 г. N 390 "О противопожарном режиме". Организация, осуществляющая деятельность по техническому обслуживанию и ремонту средств обеспечения пожарной безопасности зданий (сооружений), должна быть допущена к осуществлению данного вида деятельности в порядке, установленном действующим законодательством Российской Федерации (Федеральный закон от 4 мая 2011 г. N 99-ФЗ "О лицензировании отдельных видов деятельности").

Эксплуатация вертикального транспорта (лифты, эскалаторы, пассажирские конвейеры и подъемные платформы для инвалидов и других маломобильных групп населения)

Основные нормативные документы, регулирующие правоотношения, возникающие в ходе эксплуатации подъемных устройств:

– ПУЭ Правила устройства электроустановок (7-е изд.);

– Приказ Госстроя России от 30 июня 1999 г. N 158 "Об утверждении Положения о порядке организации эксплуатации лифтов в Российской Федерации";

– ГОСТ 22845, ГОСТ 33966.1, ГОСТ Р 52382, ГОСТ 34441, ГОСТ Р 55964, ГОСТ Р 55965, ГОСТ Р 55966, ГОСТ Р 55967, ГОСТ Р 55969.

Требования и порядок ввода в эксплуатацию, а также примерная форма акта приемки лифта в эксплуатацию приведены в ГОСТ Р 55969.

Порядок проведения модернизации и мероприятий по повышению безопасности лифтов, находящихся в эксплуатации, до уровня требований ТР ТС 011/2011 Технический регламент Таможенного союза "Безопасность лифтов" установлены ГОСТ Р 55965.

Требования к диспетчерскому контролю лифтов в зданиях (сооружениях) различного назначения, минимальный объем информации, принимаемой устройством диспетчерского контроля от лифта, установлены ГОСТ 34441. Также данный стандарт содержит типовую схему устройства диспетчерского контроля лифтов.

Обеспечение соответствия лифтов требованиям безопасности следует осуществлять согласно:

– Постановления Правительства Российской Федерации от 24 июня 2017 г. N 743 "Об организации безопасного использования и содержания лифтов, подъемных платформ для инвалидов, пассажирских конвейеров (движущихся пешеходных дорожек), эскалаторов, за исключением эскалаторов в метрополитенах";

– ТР ТС 011/2011 Технический регламент Таможенного союза "Безопасность лифтов"

Обеспечение содержания лифта в исправном состоянии и его безопасного использования по назначению возложено на владельца лифта.

***Виды работ эксплуатационного контроля, технического
обслуживания инженерного оборудования***

В современных жилых зданиях предусматривается хозяйственно-питьевое, противопожарное и горячее водоснабжение, а также канализация и водостоки.

Задачи службы эксплуатации:

- Бесперебойное снабжение водой в необходимом количестве и с требуемым напором, и качеством, отвечающим государственным стандартам на питьевую воду.

- Обеспечение долговечности системы.

- Устранение потерь и утечек воды.

- Предотвращения замерзания систем.

- Борьба с шумом, создаваемым работающими системами.

- Проведение текущего ремонта.

- Выявление проектных и строительных недостатков и их устранение.

- Защита труб от коррозии.

- Борьба с зарастанием труб.

Надежная работа систем водоснабжения зависит от качества монтажных работ и правильной эксплуатации системы. После завершения работ по ремонту или подготовке к сезонной эксплуатации необходимо проводить гидравлическое испытание трубопроводов. Испытания проводят после наполнения системы водой. Давление в трубопроводе должно быть рабочее +0,5 МПа.

Требуемый напор в системе водопровода должен обеспечиваться системой автоматическим включаемых повысительных насосов. При резких колебаниях напора на вводе в здание устанавливается регулятор давления, который поддерживает неизменный расчетный напор.

Регулирование системы холодного водоснабжения заключается в установлении нормативных давлений перед водозаборной арматурой и расхода через нее.

Эксплуатация систем горячего водоснабжения должна обеспечивать бесперебойную подачу горячей воды расчетной температуры во все санитарные

приборы дома. Температура воды, подаваемой к водоразборным точкам (кранам, смесителям), должна быть не менее 60°C в открытых системах горячего водоснабжения и не менее 50°C - в закрытых.

Нормы проектирования требуют предусматривать для вновь строящихся, реконструируемых и капитально-ремонтируемых зданий с системами холодного и горячего водоснабжения приборы измерения водопотребления - счетчики холодной и горячей воды. Счетчики должны устанавливаться на вводах в здание, в квартиру и на ответвлениях трубопроводов в встроенные или пристроенные помещения к жилым зданиям.

Один раз в два месяца необходимо проводить профилактический осмотр, в процессе которого уточняются объемы работ по текущему ремонту, определяются неисправности, которые требуют проведения капитального ремонта, проводится профилактический ремонт, наладка и регулировка арматуры и оборудования. При техническом обслуживании выполняются заявки жильцов по устранению неисправностей (засоры систем, устранение течей, укрепление приборов, замена запорной арматуры и т.д.).

В ремонтно-эксплуатационных предприятиях имеется книга ремонтов, где регистрируются все недостатки, обнаруженные в системе и данные по их устранению.

При эксплуатации систем водоснабжения наблюдаются потери воды, связанные с утечками. Утечки выявляются при осмотрах либо по заявке жителей.

Все потери и утечки делятся:

- Неучтенные – т. е. потери из труб до водомера, которые возникают при авариях и хищениях.

- Учтенные, но бесполезно расходуемые – утечки из кранов из-за перепадов давления при регулировании температуры.

Неучтенные водомером, но полезно расходуемые – расходы на пожаротушение и полив территории.

Замерзание воды в трубах должно предотвращаться теплоизоляцией. При отключении системы отопления зимой из-за аварий, все водяные системы опорожняются.

Часто в водопроводных системах возникают шумы, свидетельствующие о нарушении нормального режима работы и вызывающие жалобы населения. Причины возникновения шума:

- за счет выхода из строя прокладок;
- из-за снижения сечения трубопроводов;
- воздух в трубопроводе – обычно после заполнения трубопровода после ремонтных работ;
- при больших давлениях перед арматурой;
- при скорости воды в трубе более 3 м/с;
- при вибрация насосных установок. Методы борьбы с шумом:
 - активные методы (применение оборудования – малошумного, закрепление оборудования и арматуры);
 - пассивные методы (звукоизоляция, виброизоляция трубопроводов и насосов).

Для предотвращения преждевременного изнашивания трубопроводов, необходимо применять меры по защите труб от запотевания путем теплоизоляции труб и вентиляции помещений, где они находятся; коррозии путем использования оцинкованных труб или покраски; зарастания.

Борьба с зарастанием может вестись несколькими методами:

- гидروпневматическая промывка (на 1 м³ воды добавляется 6 м³ воздуха);
- гидравлическая промывка с повышенным давлением;
- химический метод (25 % раствор соляной кислоты либо фосфатными комплексоном);
- механический метод.

Все это относится и к системе отопления, но здесь еще осуществляется подготовка системы к эксплуатации в зимний период.

Техническая эксплуатация систем водоотведения.

Система внутренней канализации состоит из сети трубопроводов, приемников сточных вод и устройств для осмотра и очистки трубопроводов.

Эксплуатация системы канализации должна обеспечить бесперебойный отвод хозяйственных вод от кухонных моек и раковин, умывальников, ванн от унитазов. Отвод должен происходить без образования подпоров и засоров, т.е. сечение труб должно обеспечивать беспрепятственный отвод стоков.

Для предотвращения зловонных, горючих и взрывоопасных газов из канализационной сети в помещении все приемники сточных вод (раковины, умывальники и т.д.) подключаются к сети через гидравлические затворы. С этой же целью каждый стояк выводят на чердак выше крыши на 0,7 м. Диаметр вытяжных труб должен быть больше диаметра трубы стояка на 50мм.

Основные причины нарушения работы канализационной системы (особенно в новь построенных высотных зданиях в результате осадочных деформаций):

- нарушение стыковых соединений.
- повреждение труб и уклонов.
- нарушение работы сифонов при быстром течении сточных вод может произойти “срыв” вакуумом водяного затвора в сифонах - это вызывает запах.
- нарушение работы вытяжки вентиляции.

Техническая эксплуатация систем отопления.

Тепловой комфорт в помещениях зданий создается устройством систем отопления, компенсирующих теплопотери через ограждающие конструкции. Современные нормы проектирования требуют предусматривать установку приборов регулирования, контроля и учета расхода теплоты для каждой квартиры, а у отопительных приборов устанавливать регулирующую арматуру (как правило автоматические терморегуляторы).

Техническое обслуживание системы отопления включает контроль за ее работой и устранение неисправностей. Для нормального функционирования

системы отопления в течение отопительного сезона составляется график обхода систем, в который включается:

- детальный осмотр разводящих трубопроводов - 1 раз в месяц;
- осмотр насосов, запорной, контрольно-измерительной арматуры - 1 раз в неделю;
- удаление воздуха из системы;
- контроль за температурой и давлением теплоносителя;
- восстановление поврежденной тепловой изоляции в неотапливаемых помещениях;
- проверка работоспособности задвижек и вентилей - 2 раза в месяц;
- осмотр технического состояния теплового пункта.

При ремонтах системы отопления в зимнее время, когда прекращается циркуляция воды в системе и ее температура снижается до 5°C, необходимо производить опорожнение системы во избежание ее размораживания.

В процессе ремонта системы восстанавливают:

- крепления всего оборудования, производят чистку и ремонт насосов, снимают и проверяют контрольно-измерительные приборы;
- снимают задвижки для осмотра и ремонта - 1 раз в три года;
- проверяют плотность сальников - 1 раз в год;
- заменяют уплотняющие прокладки фланцевых соединений - 1 раз в 5 лет.

Основные неисправности системы отопления:

- контур-уклоны труб;
- не прогрев из-за засорения отопительных приборов;
- не плотность сварных соединений;
- зарастание системы.

При подготовке к зиме, летом измеряют температуру наружного слоя изоляции на чердаке и в подвале, она не должна быть выше температуры воздуха на 4°C.

Для регулирования систем отопления проводят:

- ревизию арматуры;
- устанавливают недостающие пробковые краны на стояках;
- заменяют неисправные регулировочные краны у нагревательных приборов;
- проверяют герметичность запорной арматуры на трубах ввода теплосети;
- проводят пробные топки системы отопления.

Для экономии расхода тепловой энергии, топлива и воды необходимо применять средства автоматического регулирования и контроля за работой системы отопления, поддерживать в ней расчетные параметры температуры и давления теплоносителя, уменьшать тепловые потери в жилых зданиях через ограждающие конструкции, поддерживать тепловую изоляцию трубопроводов в исправном состоянии.

Эксплуатация систем вентиляции.

Вследствие длительного отопительного периода на большей части России особое значение для обеспечения микроклимата жилых помещений имеет вентиляция. В жилых зданиях предусматривается вентиляция с естественным побуждением. Количество удаляемого воздуха из помещения должна соответствовать расчетным параметрам, устанавливаемым нормами и правилами проектирования.

Приток воздуха при естественной вентиляции обеспечивается через неплотности ограждающих конструкций, форточки, фрамуги, а загрязненный воздух удаляется через каналы вытяжной системы. Вытяжная вентиляция жилых комнат квартир и общежитий предусматривается через вытяжные каналы кухонь, уборных, ванных, сушильных шкафов из верхней зоны этих помещений.

В производственных помещениях с большим избытком тепла применяется аэрация. Помещение вентилируется через открытые фрамуги, окна, форточки в нижней части здания и в верхней части через фрамуги в световых фонарях. При этом используется тепловое давление и давление, создаваемое ветром.

Для устранения вредных выделений непосредственно из мест их образования устраивают местную вентиляцию с помощью вытяжных шкафов.

В помещениях с одновременным пребыванием большого количества людей (театры, читальные залы и т.д.) применяют кондиционирование воздуха, автоматически создающее в помещении комфортные условия (температуру, влажность, подвижность воздуха). В музеях, картинных галереях, книгохранилищах кондиционирование воздуха вызывается технологическими требованиями производственного процесса.

Вентиляционные системы в жилых домах должны регулироваться в зависимости от резких понижений или повышений температуры наружного воздуха и сильных ветров. Здание “теряет” тепло при сильных ветрах и морозах, если в вытяжных шахтах не прикрыты откидные клапаны.

Исправность работы систем вентиляции достигается планово-предупредительными ремонтами. Осмотр вентиляции производится ежегодно. Во время осмотров проверяется проходимость каналов, состояние вытяжных решеток, герметичность чердачных коробов и шахт, зонтов над шахтами. Наиболее частые причины нарушения нормальной работы приточно-вытяжной вентиляции с естественной тягой: поломка чердачных коробов и шахт, неплотности в них. Эти дефекты не только ухудшают работу вентиляции, но и ускоряют коррозию металлических частей чердака.

Техническая эксплуатация систем электрооборудования.

Эксплуатация электрооборудования жилых зданий должна производиться в соответствии с действующими “Правилами устройства электроустановок”, “Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей”, “Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей”.

Сеть внутридомового электроснабжения начинается непосредственно с вводного устройства, куда от трансформаторных подстанций подходят внешние питающие кабели, и включает:

- шкафы вводных и вводно-распределительных устройств;
- внутридомовое электрооборудование и электрические сети питания электроприемников, контроля и управления;
- этажные щиты и шкафы;
- осветительные установки общедомовых помещений (светильники на лестничных клетках, лифтовых холлах, у мусоропроводов, в подвалах, чердаках;
- силовые и осветительные установки насосных, встроенных котельных, бойлерных;
- кухонные стационарные электрические плиты;
- электропроводка и бытовое электрооборудование в квартирах.

Ответственность за техническое состояние, эксплуатацию электропроводки и бытовое оборудование в квартирах, за технику безопасности несут жители, проживающие в квартире.

Квартирные счетчики электроэнергии находятся в ведении и обслуживаются энергоснабжающей организацией. За техническим состоянием всего остального внутридомового электрооборудования, а также за сети и осветительные установки придомовой территории (пешеходные дорожки, игровые площадки) ответственность несет организация, эксплуатирующая здание или собственник дома.

Кроме плановых осмотров электрооборудования производят внеочередные осмотры после стихийных бедствий или техногенных воздействий.

Во вновь введенных в эксплуатацию домах все электроустановки должны быть освидетельствованы один раз в месяц в течение первого года эксплуатации, а затем ежегодно при подготовке зданий в эксплуатацию в зимний период. При этом необходимо измерять сопротивления изоляции (не менее 10000 Ом), определять нагрузки и напряжение (120 В) в различных точках электросети. Проверяют крепление проводов, надежность заземляющих устройств. Заземляться должны все металлические части установок и

оборудования, которые при повреждении изоляции, могут оказаться под напряжением, состояние предохранительной защиты. Электродвигатели и пусковые аппараты котельных регулируют и налаживают не реже двух раз в месяц, другие силовые установки и их пусковые аппараты освидетельствуют один раз в три месяца. В жилых квартирах необходимо проверять заземление оборудования помещений (электроплит, металлические трубы для прокладки электропроводки, металлические ванны).

Изоляцию проводов в помещениях с повышенной влажностью (сырые подвалы, ванные, душевые) проверяют особо тщательно. Выключатели электросистемы таких помещений располагают за пределами помещений.

Предприятия, обслуживающие электрооборудование жилых зданий должны осуществлять мероприятия по рациональному расходованию электроэнергии:

- контроль за мощностью установленных ламп в местах общего пользования, очистка окон и светильников от пыли;
- устранение внутридомовых потерь воды, ведущих к дополнительной работе по расходованию электроэнергии насосами;
- установка электродвигателей к оборудованию требуемой мощности;
- соблюдение графиков работы электрооборудования;
- выявление самовольно подключившихся потребителей электроэнергии.

Другое направление экономии электроэнергии – модернизация электрооборудования зданий с переводом электросетей на повышенное напряжение (с 110В на 220-380 в) и внедрение новой энергосберегающей техники (схем автоматического централизованного или индивидуального управления осветительных установок жилых зданий).

Таблица 1.2

Неисправности в системах электроснабжения и способы их предупреждения и устранения.

№	Неисправность	Признаки неисправности	Причины неисправности	Способы предупреждения или устранения
---	---------------	------------------------	-----------------------	---------------------------------------

		ти		неисправности
1	Отсутствие напряжения в одной квартире.	Отсутствие напряжения у штепсельных розеток и светильников в при наличии напряжения на выходе аппаратов защиты групповых линий.	Обрыв в скрытой электропроводке, поломка токоведущей жилы провода из-за механических	Определить поврежденный участок сети до ближайшей распаячной коробки с помощью индикатора.
			воздействии, прежде всего при неудовлетворительном креплении штепсельных розеток и выключателей.	тора. Заменить поврежденный участок сети. При обрыве провода у штепсельной розетки выключателя нарастить провод и подсоединить его к контактам розетки или выключателя.
2	Нет напряжения в квартирах одного подъезда, части квартир дома или во всем доме.	Нет напряжения на входных зажимах питающего кабеля.	Неисправности в системе внешнего электроснабжения.	Сообщить в электроснабжающую организацию.
		Отключился автомат защиты стояка или автомат или плавкий предохранитель установленный во ВРУ на головном участке питающей линии.	Короткое замыкание в стояке или питающей линии.	Определить место короткого замыкания. Для этого отключить автомат защиты стояка и все пакетные выключатели, установленные перед квартирными счетчиками электроэнергии. Тестером или омметром измерить сопротивление каждой из фаз по отношению к нулевому проводу стояка или заземленному оборудованию. Измерение производить поочередно на каждом этапе при отсоединенных проводах фаз в ответвительных зажимах.
		Отсутствие	Короткое	Поочередным

		напряжения на конце линии при наличии напряжения на головном участке стояка или питающей линии.	замыкание в групповой квартирной сети или бытовых электроприборов (при установке в квартирах или этажных щитках некалиброванных вставок плавких предохранителей, автоматических выключателей с завышенным номинальным током или при отказах автоматических выключателей).	подключением к стволу пакетных выключателей, установленных перед квартирными счетчиками электроэнергии, определить квартиру с неисправным оборудованием.
			Обрыв провода или кабеля из-за осадки строительных конструкций.	Определить поврежденный участок до ближайшей распаячной коробки с помощью индикатора напряжения или измерительного прибора и произвести замену поврежденного участка сети.
3	Короткое замыкание в групповой квартирной линии или бытовых электроприборах.	Отключение автоматического выключателя или плавкого предохранителя групповой квартирной линии.	Короткое замыкание в групповой линии.	Выключить все выключатели осветительных приборов и отсоединить от штепсельных розеток все переносные приборы. Поочередно выключить аппараты защиты групповых линий.
			Короткое замыкание в бытовом	При исправных групповых линиях (аппараты защиты не срабатывают) следует,

			электроприборе .	включая поочередно приборы, выявить неисправный.
4	Напряжение на вводе в дом сильно завышено.	Часто перегорают лампы накаливания в светильниках общедомовы х помещений или в квартирах.	Не отрегулирован уровень напряжения на трансформатор ной подстанции.	Измерить уровень напряжения на вводе в дом и поставить в известность электроснабжающую организацию, которая обязана поддерживать установленное напряжение.
5	Напряжение на вводе в дом сильно занижено.	Не зажигаются люминесцент ные лампы, плохое изображение у телевизоров.	То же.	То же.
6	Налипание контактов стартеров тлеющего разряда люминесцен тных светильнико в	Люминесцен тные лампы не горят, по их концы накалены.	Залип контакт стартера.	Заменить стартер, при отсутствии нового стартера обязательно вынуть неисправный.
7	Вышла из строя люминесцен тная лампа.	Лампа работает в однополупер иодном режиме.	Лампа вышла из строя из-за выработки оксида с одного электрода.	Заменить или вынуть люминесцентную лампу.
8	Неудовлетво рительное крепление розеток.	Розетки шатаются и выпадают из стаканов или вместе со стаканами.	Несоответствие размеров гнезда и монтажного стакана или розетки, ослабление крепежных лапок	Закрепить монтажный стакан с помощью раствора. Установить розетку на распорной скобе.

Техническая эксплуатация систем газоснабжения.

Система газоснабжения – инженерные устройства для транспортировки газа к месту сжигания, а также наиболее эффективного и безопасного его использования. Сжигается газ в газогорелочных устройствах:

- печах;
- газовых плитах;
- водонагревателях.

Продукты сгорания удаляются вентиляцией. Согласно санитарно-гигиеническим требованиям объемы кухонных помещений должны иметь размеры 8-16 м³ в зависимости от количества комфорок.

Техническую эксплуатацию систем газоснабжения осуществляют специализированные газовые службы, которые регулярно производят наладку, регулировку и планово-предупредительный ремонт оборудования и газовых сетей. План-график этих работ согласуется с организацией, эксплуатирующей здание. Периодичность ремонтов определяется эксплуатирующей организацией с учетом сложившейся системы газоснабжения, технического состояния и конкретных условий эксплуатации.

Важнейшее условие безотказной и безопасной эксплуатации систем газоснабжения – нормальная работа систем вентиляции и газоходов.

Дымоходы устраивают во внутренних стенах, если требует их устраивать у наружных стен, то дымоход утепляют во избежание конденсации на внутренних поверхностях канала.

Причины нарушения работы дымоходов:

- завалы дымоходов строительным мусором;
- закупорка снежными или ледяными пробками;
- местные сужения дымоходов;
- неплотность дымоходов.

Наиболее тщательно осматриваются системы газоснабжения в домах повышенной этажности, где из-за значительных осадочных деформациях вероятны повреждения в трубопроводах системы газоснабжения.

Наиболее эффективный метод предупреждения несчастных случаев при пользовании газовыми приборами – установка универсальной автоматики безопасности, отключающей подачу газа при отсутствии тяги в дымоходах.

При неисправных газоходах пользование газовыми приборами немедленно прекращают.

Техническая эксплуатация мусоропроводов.

Здания высотой более 5-ти этажей оборудуются мусоропроводами для спуска мусора по трубам в мусороприемную камеру, установленную в первом, цокольном или полуподвальном этаже.

Мусоропроводы бывают: холодные, сухие, мокрые, огневые и горячие.

При планово-предупредительных ремонтах восстанавливается герметичность приемных клапанов, подтягиваются крепления всех деталей и ликвидируются подсосы воздуха через закрытые двери приемных клапанов. Во избежание коррозии металлические части мусоропроводов окрашиваются масляной краской.

Мусоропровод должен периодически очищаться, для этого устраивается приемный клапан для сбора мусора, вертикальный стояк на лестнице, а в нижней части ствола которого, устраивается бункер, расположенный в специальном помещении первого этажа или подвала. Очистка должна осуществляться ершом, который располагается в камере не чердаке. Температура в камере должна быть не более 12°C. Бункер должен очищаться ежедневно, а после очистки камера промывается и дезинфицируется.

В процессе эксплуатации должен быть обеспечен своевременный вывоз твердых коммунальных отходов из мест (площадок) накопления: в холодное время года (при среднесуточной температуре +5 °C и ниже) не реже одного

раза в трое суток, в теплое время (при среднесуточной температуре свыше +5 °С) не реже 1 раза в сутки (ежедневный вывоз).

Таблица 1.3

Неисправности в мусоропроводах и способы их предупреждения и устранения.

№	Неисправность	Признаки неисправности	Причины неисправности	Способы предупреждения или устранения неисправности
1	Повреждены резиновые прокладки разгрузочных клапанов.	Появление запаха из мусоропровода. Усиленный шум при работе клапанов.	Старение резины или механический износ прокладок.	Заменить резиновые прокладки.
2	Частые засоры мусоропровода.	Отходы не поступают в приемный бункер или контейнер в мусороприемной камере.	Велики размеры ковша загрузочного клапана.	Уменьшить размеры ковша загрузочного клапана.
			Внутренняя поверхность ствола имеет уступы или наплывы.	Ликвидировать уступы или наплывы в стволе (при реконструкции мусоропровода).
3	Нарушена вентиляция мусоропровода.	Повышение запаха из ствола мусоропровода.	Нет доступа воздуха в нижней части ствола мусоропровода.	Обеспечить доступ воздуха в нижнюю часть ствола мусоропровода.
			Забит или поврежден вентиляционный канал; поврежден или отсутствует дефлектор.	Прочистить или исправить вентиляционный канал, установить дефлектор.
			Мала разница температуры	Включить механическую вентиляцию (где она

			внутри и вне здания; мало эффективен дефлектор.	предусмотрена проектом).
4	Возгорание отходов.	Появление запаха гари и дыма из загрузочных клапанов.	Попадание в мусоропровод горящих или тлеющих предметов.	Погасить очаг возгорания. Провести разъяснительную работу среди жильцов по правилам эксплуатации мусоропровода.
5	Загрязненность мусоропровода.	Засорение мусоропровода и пола около клапанов, появление насекомых в камере и из клапанов.	Не выполняются санитарно-гигиенические требования к содержанию мусоропроводов, велик период между проведением дезинфекционных работ.	Повысить контроль за содержанием мусоропровода. Провести дезинфекцию ствола мусоропровода и мусороприемной камеры
6	Проницаемость мусороприемной камеры для грызунов.	Появление грызунов в мусороприемной камере.	Нарушена герметичность мусороприемной камеры для грызунов.	Провести дератизацию камеры и проверить помещение, обращая особое внимание на наличие обивки двери и порога листовой сталью, плотность притвора двери по контуру и исправность запорного устройства, наличие незацементированных отверстий в полу и других местах камеры

Техническая эксплуатация лифтов.

Лифт – подъемное устройство циклического действия, предназначенное для вертикального транспорта людей и грузов в зданиях различного назначения:

– пассажирские - для перевозки людей;

- грузопассажирские - если габариты и грузоподъемность позволяет, то перевоз мебели, оборудования и т.д.;

- больничные - специальные лифты для перевозки тележки с больным;

- грузовые - устанавливаются в нежилых зданиях для перевозки грузов (библиотеки).

В процессе эксплуатации лифтовых установок в обязанности организации – владельца лифта – входит содержание машинного помещения (должно быть сухим, оборудовано освещением, вентиляцией и отоплением) и шахты.

Шахты лифтов должны иметь сплошные несгораемые ограждения. Пуск лифтов должен производиться после технического освидетельствования и испытаний (проводятся каждые 12 месяцев). При техническом освидетельствовании производят:

- статическое испытание (производят нагрузкой равной двойной грузоподъемности лифта в течении 10 мин при нижнем положении кабины) – проверка прочности канатов, кабины лифта.

- динамическое испытание – проверка действий механизмов тормоза, ловителей и буферов при рабочей скорости (нагрузка превышает грузоподъемность на 10%).

Техническая эксплуатация лифтов предусматривает комплекс планово-предупредительных ремонтов: годовых; квартальных; месячных; декадных, каждодневных.

Особенности эксплуатации общественных зданий.

Помимо общих требований Правил и норм технической эксплуатации жилых домов в процессе эксплуатации общественных зданий необходимо выполнять ряд мероприятий, зависящих от особенностей технологических процессов. Все общественные здания как правило рассчитываются на массовые посещения, и поэтому к ним предъявляются повышенные санитарно-гигиенические и противопожарные требования. В помещениях общественных зданий устраиваются приточно-вытяжные системы с механическим

побуждением. Периодичность наладочно-регулирующих работ для вентиляционных систем общественных зданий установлена 1 раз в три месяца. Для большинства зданий общественного назначения отклонения от норм температурно-влажностного режима в помещениях задается в весьма малых пределах. Постоянная температура с заданной влажностью поддерживается установками кондиционирования воздуха. В некоторых случаях создание строго нормированного температурно-влажностного режима требуется для сохранения ценностей (в картинных галереях, книгохранилищах).

Пожарная безопасность общественных зданий должна обеспечивать постоянную готовность средств пожаротушения, включая системы водопровода и автоматического включения систем дымоудаления и сигнализации, путем проведения планово-предупредительных ремонтов и наладочных работ. Для каждого здания должны быть утверждены мероприятия по пожарной безопасности в период эксплуатации, а также отдельно на случай возникновения пожара.

В ряде зданий общественного назначения устраивают специальные инженерные системы. Например, в банях требуется особый режим не только отопления и вентиляции, но и канализации, т.к. в банных и прачечных водах большое количество загнивающих органических веществ и микробов, то они опасны в эпидемиологическом отношении. Для очистки мыльных вод необходимо исправная работа:

- приемных решеток в трапах для задержки крупных взвешенных веществ;
- отстойника, где производится коагуляция мыльных вод с последующим отстоем в течении 6-12 ч.;
- емкости хлорирования.

Как правило, технологические процессы в общественных зданиях требуют установки специального оборудования, работающего с динамическим воздействием и с повышенным уровнем шума. Снижение динамических действий машин на фундамент достигается установкой пружинных

амортизаторов и других упругих прокладок. В процессе эксплуатации необходимо проводить осмотр амортизаторов и в случае поломки или утраты своих упругих свойств производить их замену.

Устранение причин распространения шумов у источников их образования является наиболее эффективным способом борьбы с шумом. Наиболее распространенные источники – насосные установки, водопроводно-канализационное оборудование, вентиляционные установки, лифтовые установки, мусоропроводы, трансформаторные подстанции и т.д.

Виброизоляция насосных установок уменьшается при устройстве амортизаторов под оборудованием гибких вставок на трубопроводе.

Устранение шумов от работающих водопроводно-канализационных систем достигается регулированием смывных бачков, водоразборной арматуры путем:

- путем снижения рабочего давления на подводках к водоразборной арматуре;
- правильного формирования вытекающей струи;
- наполнение емкостей под уровнем воды;
- применение звукоизолирующих устройств и рационального способа прокладки трубопроводов.

При работе вентиляционных установок возникают воздушный и структурный шумы. Уменьшению шума способствует установка виброизоляции воздуховодов, а также устройство глушителей, представляющих собой канал, облицованный внутри звукопоглощающим материалом.

Для уменьшения шума от мусоропроводов допускается обклеивание приемных бункеров листовой резиной толщиной 1 см, которая воспринимает удары отскакивающих от стен предметов.

Для многих общественных зданий большое значение имеет выбор правильной системы освещения помещений. Освещение больниц, школ, проектных учреждений связано с необходимостью обеспечения высоких

показателей коэффициента естественной освещенности, иногда не менее 300 лк при отсутствии зрительного дискомфорта (это условие освещенности, при которых соотношение яркости источника света и освещения окружающих поверхностей не вызывает неприятных ощущений и не оказывает вредного утомляющего воздействия на зрение).

Площади оконных проемов должны быть строго рассчитаны, так как неоправданное их увеличение в процессе эксплуатации может привести к дополнительной потере тепла зимой, аккумуляции солнечного тепла летом и снижению звукоизоляционных свойств в наружных ограждениях.

Установлено, что количество тепла, уходящего через 10 м² остекления при наружной температуре -1°C и температуре внутри помещения 18-19°C, равно 1 Дж/с. Солнечная радиация через оконные проемы способствует дополнительному нагреванию помещений, что для многих из них недопустимо. В связи с этим необходимо устанавливать экраны, вывешивать шторы, следить за работой искусственного освещения.

Эксплуатация общественных зданий требует выполнения и других специальных требований, вызванных спецификой работы отдельных конструкций и устройств. Однако общие принципы организации технической эксплуатации элементов зданий должны базироваться на строгом соблюдении системы планово-предупредительного ремонта элементов зданий и наладки оборудования, обеспечивающей безотказную их работу в течение нормативного срока службы.

Тема 1.2. Инженерное обеспечение параметров жилой среды

Инженерные системы обеспечивают общество и, в первую очередь, граждан России необходимым количеством чистой питьевой воды, тепла, газа, электроэнергии, без которых невозможно развитие производящих и обслуживающих отраслей общества.

На эксплуатацию этих систем затрачиваются огромные средства, но в современных условиях кризис ЖКХ показывает, что эффективность

эксплуатации не соответствует требуемой, обеспечивающей поддержание систем в работоспособном состоянии и их рациональное воздействие на окружающую среду.

В большинстве научных и нормативных документов эффективность эксплуатации инженерных систем отождествляется с надежностью оборудования, материальными затратами, связанными с проведением ремонтов и непроизводительными расходами воды, тепло- и электроэнергии. Основными параметрами, характеризующими надежность систем, обычно определяются интенсивность отказов их элементов.

Систему представляют, как совокупность соединенного различным образом оборудования, и вероятность ее безотказной работы рассчитывают классическими методами определения надежности параллельно и последовательно соединенных элементов.

Такое упрощенное представление системы оправдано при необходимости быстрой ориентировочной оценки их надежности на качественном уровне. Однако для исследования формирования показателей эксплуатационной эффективности систем с учетом их периодического выборочного восстановления использование одного параметра потоков отказов является недостаточным по следующим причинам: интенсивность отказов не является постоянной величиной, поскольку представляет собой функцию наработки с момента последней регенерации объекта. В противном случае, при постоянной интенсивности отказов ($\lambda = \text{const}$), речь идет о «нестареющих» объектах, для которых проведение планово-предупредительных мероприятий заведомо нецелесообразно; отказ элемента системы только в отдельных случаях приводит к тому, что у потребителей происходят недопустимые изменения функциональных параметров. Также не при каждом отказе происходит негативное воздействие на окружающую среду. Вместе с тем, при выполнении ремонтных работ по ликвидации отказа может потребоваться отключение части потребителей, сбросы воды и т.п.

Т.е. отказ элемента и системы в целом не тождественны между собой, а функционально связаны, причем с учетом фактора эксплуатационных действий.

Таким образом, проблема эксплуатации внутриквартальных инженерных систем должна решаться на основании системного анализа надежности оборудования и технических мероприятий по ее обеспечению. В этом аспекте эффективность эксплуатации систем жизнеобеспечения определяется соотношением пользы, получаемой от системы, затрат на поддержание функциональных параметров на заданном уровне и ущербов, возникающих в процессе работы системы.

Известно, что независимо от длительности эксплуатации, используемых материалов и оборудования всегда существует вероятность возникновения неисправности участков или элементов оборудования внутриквартальных инженерных систем.

Любая неисправность, а также мероприятия по ее устранению и предупреждению в той или иной мере являются факторами, дестабилизирующими эффективность функционирования квартальных сетей в одном или нескольких из следующих аспектов:

1. Нарушение функциональных параметров инженерных систем (располагаемого напора, расхода, температуры и т.д.) непосредственно у потребителей. В действующих нормах проектирования и эксплуатации практически не регламентируются возможные отклонения режимов работы систем. Однако во многих случаях подобные нарушения являются определяющими для оценки качества функционирования и эксплуатации инженерного оборудования, отправной точкой для расчета затрат и оплаты услуг потребителями эксплуатирующей организации. Можно утверждать, что события, связанные с возможными неисправностями, в значительной мере определяют социальную эффективность эксплуатации квартальных сетей;

2. Наличие любой неисправности участков и оборудования, работы по ее устранению, а также планово-предупредительные ремонты всегда оказывают

влияние на экологическую ситуацию, связанную с функционированием квартальных сетей. Экологический риск при эксплуатации квартальных сетей характеризуется непроизводительным использованием водных и энергетических ресурсов, воздействием на литосферу, подтоплением, деградацией почв, угнетением и разрушением растительных компонентов, нарушением качества среды обитания, вызванным производством ремонтных работ;

3. Неисправности оборудования, работы по их предупреждению и ликвидации связаны с определенными материальными затратами. Любые эксплуатационные действия должны обосновываться показателями экономической эффективности. При этом необходимо рассматривать как единовременные затраты, связанные с проведением ремонтных работ, так и ущерб, вызванный неисправностью, определяемый величиной утечек, непроизводительными расходами тепловой энергии и воды, компенсациями последствий неисправностей (в том числе и экологического ущерба) потребителям. Плановые работы по замене участков сети и оборудования предполагают заведомо неполное использование их технического ресурса, что должно быть учтено при оценке экономической эффективности эксплуатации систем.

Таким образом, эффективность эксплуатации внутриквартальных инженерных систем должна оцениваться по социальным, экологическим и экономическим критериям, определяемым надежностью ее элементов и способами организации их эксплуатации.

По характеру и величине влияния на социальную и экологическую эффективность систем события, связанные с потенциальными неисправностями, подразделяются на мгновенные (рис. 1.2а) и продолжительные (рис. 1.12б). В первом случае неисправность сразу же приводит к пропорциональному отклонению функциональных параметров у потребителей или негативному воздействию на среду обитания на некоторую

величину ΔR , зависящую от масштаба неисправности и технологической роли участка сети или оборудования в системе. На основании экспертной оценки социального и экологического риска выполняется градация величины ΔR и, тем самым, нормируется величина и продолжительность существования для каждого участка сети и единицы оборудования.

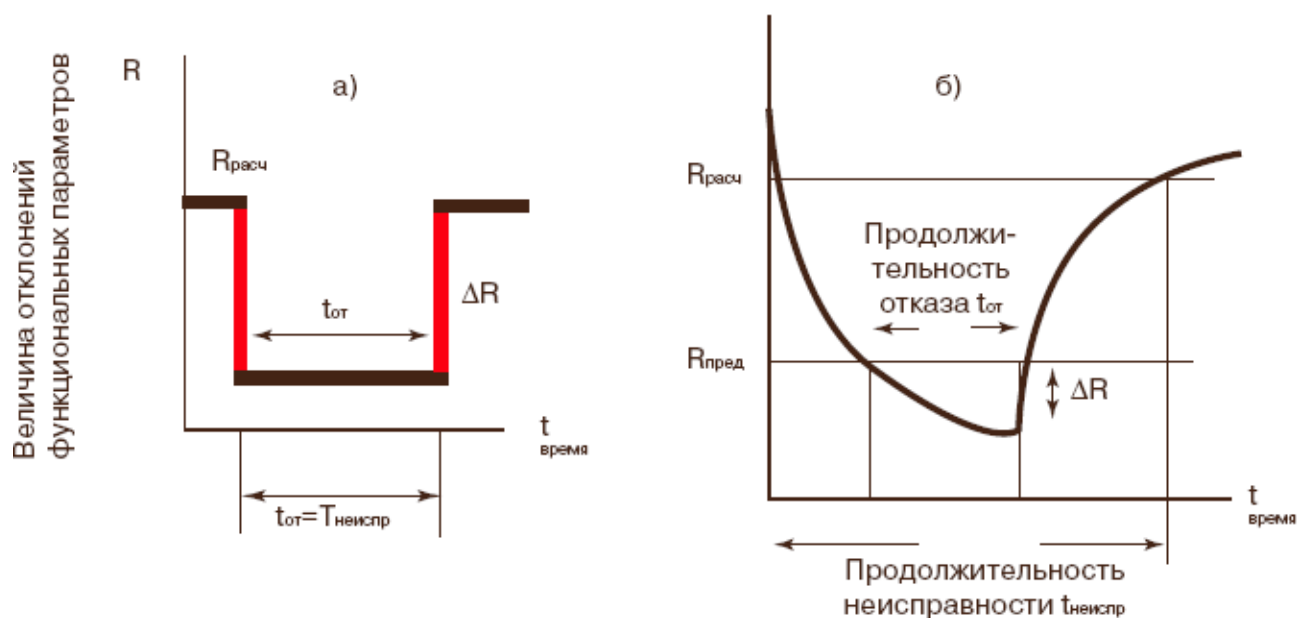


Рисунок 1.2. Характер влияния неисправности на социальную и экологическую эффективность систем

Постепенное изменение функциональных параметров (рис. 1.2б) при возникновении неисправности у какого-либо из элементов обусловлено инерционностью системы, эффектами технического и временного резервирования, т.е. присущими системе эмерджентными свойствами. В таких случаях отказ системы по социальному критерию происходит через некоторое время после возникновения неисправности при достижении функциональным параметром предельного значения $R_{пред}$. Здесь эксплуатационные службы имеют некоторый резерв времени, в течение которого можно избежать социального риска.

Экологический риск и экономические издержки присущи всем вариантам развития неисправности и определяются величиной и продолжительностью неисправного состояния оборудования:

$$R_{э.э.} \cdot (t)^{T_{неисп}} = \int s(T_{неисп} - t) dF(t) \quad (1.1)$$

где $s(t)$ – функция изменения экологического риска (материальных затрат) от продолжительности неисправного состояния; $F(t)$ – функция распределения времени безотказной работы объекта.

Неисправности участков и оборудования сетей в течение срока их эксплуатации могут возникать многократно в произвольные моменты времени. Количество нарушений функциональных параметров у потребителей, воздействия на окружающую среду и, тем более, материальных затрат, связанных с неисправностями, может иметь первостепенное значение для оценки эффективности эксплуатации систем. Оценка повторяемости нарушений в системе выполняется показателем частоты возникновения неисправностей, определяющим соотношение количества подобных явлений и продолжительностью времени, в течение которого они произошли.

Меньшее значение частоты возникновения неисправностей соответствует более высокому уровню эксплуатационной надежности квартальных систем и, соответственно, лучшему качеству их эксплуатации.

Таким образом, оценка эффективности эксплуатации внутриквартальных инженерных систем должна проводиться комплексом показателей, взаимосвязывающих величину, продолжительность и частоту возникновения неисправностей отдельного оборудования и их социально-эколого-экономические последствия.

Квартальные системы по своим масштабам, времени эксплуатации, технической оснащенности и численности потребителей во многих случаях несоизмеримы между собой. Более масштабные, а также длительно эксплуатируемые системы, при прочих равных условиях, потенциально более склонны к отказам. Это обстоятельство затрудняет объективную оценку работы эксплуатационных предприятий, поскольку при одинаковом удельном объеме и качестве выполнения работ часть из них окажется в заведомо неблагоприятном положении. Критерии эффективности эксплуатации разных систем должны

быть соизмеримы между собой, что можно сделать путем приведения их к одному условному потребителю. Например, величина и продолжительность существования неисправностей в любой системе может быть приведена к одному условному потребителю следующим образом:

$$K = \frac{T \cdot N - \sum t_{\text{неисп}}^i \cdot n_{\text{неисп}}^i}{T \cdot N} \quad (1.2)$$

где N – общее число потребителей в системе; T – расчетный период времени, на котором выполняется оценка; $n_{\text{неисп}}^i$ – число потребителей, у которых имела место неисправность i -го типа в течение времени $t_{\text{неисп}}^i$.

Аналогично выполняется приведение к одному условному потребителю экологических и экономических показателей эксплуатационной эффективности внутриквартальных систем.

Заданный уровень эффективности эксплуатации квартальных систем обеспечивается в основном за счет предупреждения возникновения неисправностей, а также за счет их оперативного устранения. В общем виде взаимосвязи между эффективностью, организацией эксплуатации, надежностными и техническими особенностями систем представлены на рис. 1.3.

При разработке стратегии ремонтов предполагается назначение периодичности или условий обновления (замены) оборудования и участков сети, а также оперативности и степени их восстановления при неисправностях, возможность возникновения которых существует в межремонтном периоде. В зависимости от технических и надежностных характеристик оборудования при той или иной выбранной стратегии ремонтов прогнозируется частота возникновения неисправностей. Кроме того, определяется частота проведения планового восстановления частей системы, поскольку эта величина определяет эколого-экономическую, а во многих случаях и социальную эксплуатационную эффективность системы.

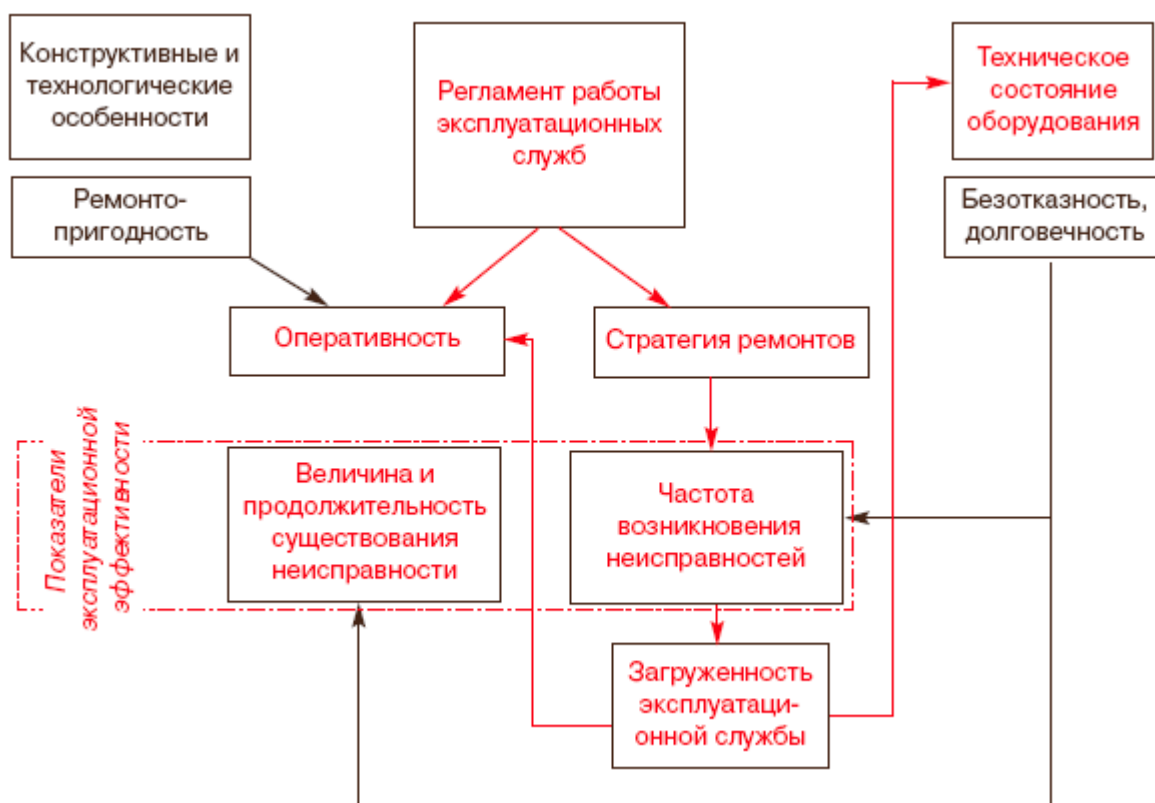


Рисунок 1.3. Схема формирования эксплуатационной эффективности кварталных систем

Величина и продолжительность возможных неисправностей в основном зависят от технических и технологических характеристик оборудования и, при достаточной оперативности устранения неисправностей, практически не связаны со сроками обновления системы. Поэтому, при долгосрочном стратегическом управлении эксплуатацией, эти характеристики неисправностей учитываются по величине их значимости и, соответственно, определяют допустимую частоту возникновения подобных ситуаций.

В качестве примера, иллюстрирующего системные взаимосвязи формирования эффективности эксплуатации, ниже рассмотрен вариант перспективного планирования, предусматривающий периодическое выполнение плановых ремонтов (ППР) и ликвидацию неисправностей, возникающих в межремонтный период посредством аварийных ремонтов (АВР). На практике подобная организация эксплуатации известна и применяется как система планово-предупредительных ремонтов – ППР (рис. 1.4).

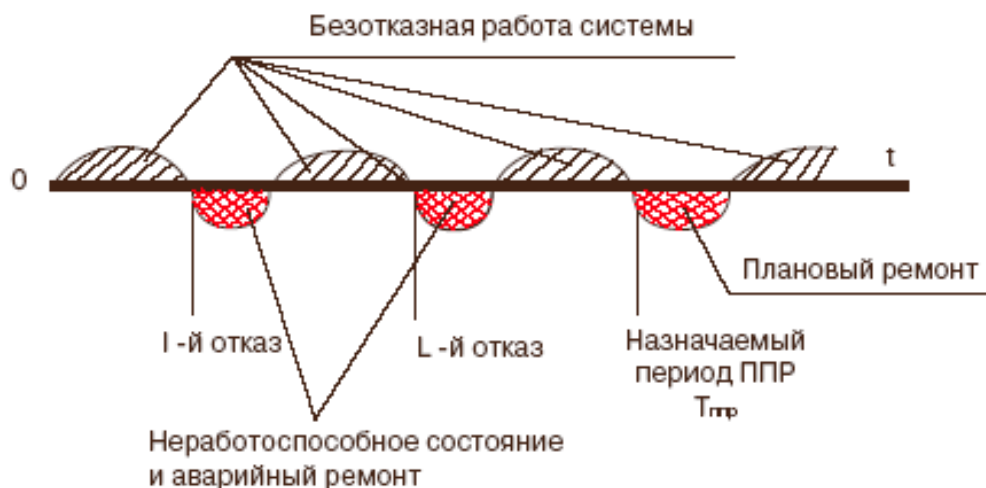


Рисунок 1.4. Схема организации эксплуатации, предусматривающей проведение плановых ремонтов с периодом $T_{ппр}$, и ликвидация неисправностей, возникающих в межремонтный период, посредством аварийных ремонтов

Для рассматриваемой модели значения частот возможных аварийных и плановых ремонтов и, соответственно, социальных и экологических воздействий на окружающую среду в зависимости от назначаемой периодичности обновления системы $T_{ппр}$ приведены на рис. 1.5.

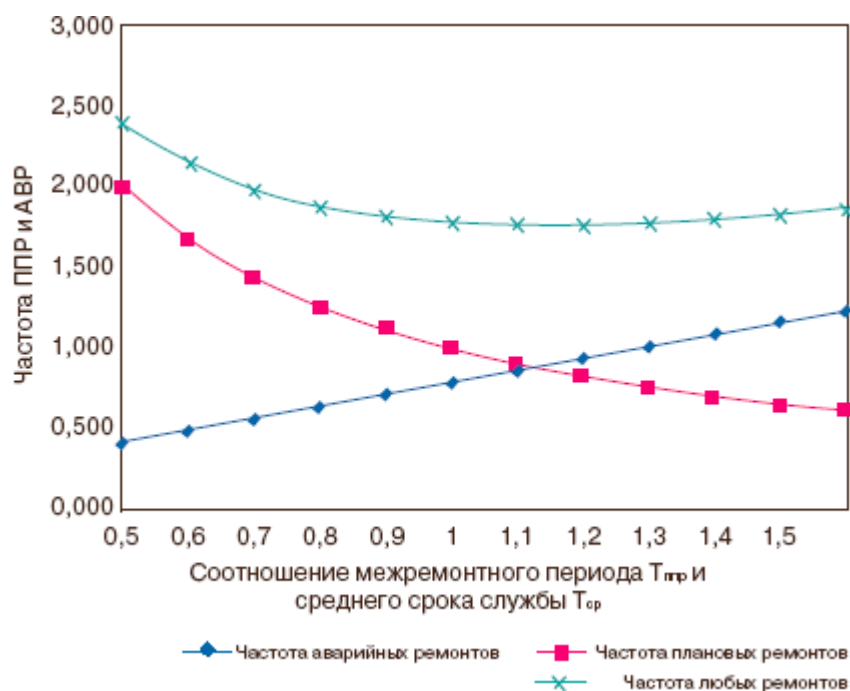


Рисунок 1.5. Зависимость частоты плановых (ППР) и аварийных (АВР) ремонтов от назначенной периодичности проведения плановых ремонтов.

По предельно допустимым значениям частот возникновения неисправностей и воздействия на окружающую среду определяется диапазон

межремонтных периодов, при котором обеспечивается требуемый уровень социальной и экологической эффективности системы.

Социальная, экологическая и, в некоторых случаях, экономическая эффективность систем может в определенной мере обеспечиваться в процессе текущей эксплуатации даже при не оптимальных режимах восстановления. Удельный объем неисправного оборудования и участков системы является функцией частоты отказов, продолжительности существования неисправности до начала ее устранения и оперативности выполнения ремонтных работ. Например, при допустимом уровне относительного числа отказов $m=0,03$ и относительной частоте аварийных ремонтов $I_{ав}=0,9$ оперативность эксплуатационной службы должна составлять 12 условных единиц. Если по каким-то причинам произошло изменение межремонтных периодов и частота отказов возросла до $I_{ав}=1,2$, то для сохранения общей эксплуатационной эффективности системы потребуется увеличить оперативность эксплуатационной службы до 22 относительных единиц, т.е. почти вдвое. Примерно можно считать, что при изменении частоты возможных отказов на 10% качество функционирования системы может оставаться неизменным, если оперативность обнаружения неисправности увеличить на 10-30%.

Относительная продолжительность устранения неисправности оказывает существенное влияние на удельную численность единиц неисправного оборудования только при условии их оперативного выявления. В этих случаях повышение производительности эксплуатационных служб в два раза приводит к сокращению объемов неисправного оборудования на 10-20%.

Здесь необходимо отметить, что высокая оперативность мониторинга состояния оборудования и устранения отказов обеспечивают очень незначительную долю неисправного оборудования в общем объеме – менее 1%. Поэтому реальный социально-эколого-экономический выигрыш за счет быстрого устранения неисправностей в таких условиях может оказаться несущественным.

Таким образом, при соблюдении действующих норм, относящихся к продолжительности устранения неисправностей оборудования, повышение социально-эколого-экономической эффективности внутриквартальных систем за счет оперативности выполнения аварийных работ будет достигнуто только при условии, что повышение оперативности не требует увеличения мощности эксплуатационной службы. Очевидно, что подобная ситуация будет возможна в случае применения прогрессивных технологий (например, бестраншейное восстановление подземных трубопроводов), а также при внедрении оборудования с высокими показателями ремонтпригодности.

Приведенный пример показывает существенность влияния именно эксплуатационных факторов на обеспечение социально-экологоэкономической эффективности внутриквартальных систем при определенном уровне их технической оснащённости. Вместе с тем, используя разработанную для этой и других моделей методику оценки внутрисистемных взаимосвязей, представляется возможным не только оптимизировать процесс эксплуатации в конкретных условиях, но и нормировать требования, предъявляемые к функциональным параметрам систем, а также определять целесообразность модернизации систем посредством внедрения нового оборудования.

***Квартальные системы как объект технической эксплуатации,
определяющий энергоэффективность функционирования зданий***

Совокупность технических устройств, предназначенных для обеспечения температурно-влажностных параметров жилой среды, представляет собой систему теплоснабжения (ТВС). В общем виде система ТВС включает:

- сооружения по добыче, переработке ресурсов, трансформации их параметров в соответствии с предъявляемыми к ним требованиями (химический состав, давление, температура и т.д.);
- сооружения по доставке ресурсов в пункт переработки и трансформации параметров ресурсов для нужд местных систем;
- местные системы, доставляющие ресурсы потребителям.

В работе системы ТВС важное место занимает тепловой пункт (ТП), связывающий внешнюю тепловую и водопроводную сеть с потребителем, в функции которого входят:

- конструктивная связь между внешней сетью и остальными подсистемами;
- управление местными системами;
- регулирование параметров теплового и гидравлического режимов в системе квартальной теплосети;
- приготовление воды для нужд горячего водоснабжения;
- обеспечение необходимого гидравлического режима квартального водоснабжения; обеспечение пожарного режима водоснабжения;
- анализ и контроль работы системы ТВС;
- управление отпуском теплоты;
- аварийная и технологическая изоляция внутриквартальной системы ТВС от работы внешней сети.

Повышение надежности и эффективности работы оборудования ТП, а, следовательно, работы самого ТП, достигается за счет рациональной организации осмотров и ремонтов; резервирования основного и вспомогательного оборудования. Оборудование ТП в основном относится к ремонтируемому, небольшая его часть к неремонтируемому или оборудованию, ремонт которого по экономическим соображениям нецелесообразен.

Оборудование, установленное в ТП, отличается простейшим потоком отказов, характеризующимся независимостью, ординарностью, стационарностью. В связи с этим ТП, как устройство в целом, не является стареющим. Предупредительный и капитальный ремонт его оборудования, замена неремонтируемых элементов поддерживают поток отказов на постоянном уровне. Поэтому надежность ТП определяется рядом следующих факторов: типом и объемом резервируемого оборудования; технологической

схемой; количеством запорно-регулирующей арматуры; факторами, связанными с качеством проектирования, монтажа и эксплуатации.

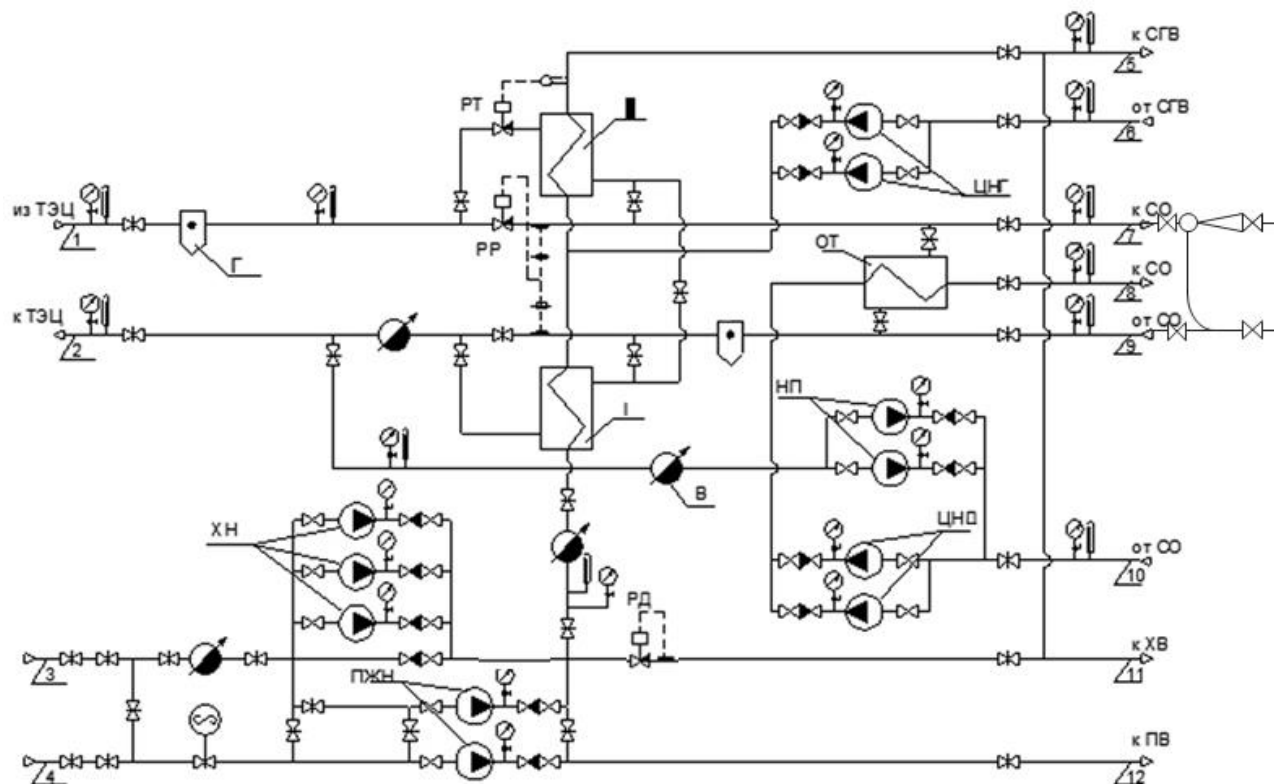


Рисунок 1.6. Технологическая схема теплового пункта

Основное оборудование теплового пункта подразделяется по функциональной значимости на следующие основные группы:

- трубопроводы;
- тепломеханическое оборудование (теплообменники, водоподогреватели, элеваторы);
- запорно-предохранительная арматура (затвора, краны, вентили, обратные клапаны, грязевики);
- контрольно-измерительные приборы (термометры технические, манометры, водомеры, теплосчетчики);
- приборы автоматического регулирования (регуляторы расхода, давления, температуры, смещения, насосы).

Каждый прибор является источником потенциальных отказов, имеющих разные последствия. Так, например, отказ трубопроводов путей снабжения потребителей приводит к отказу всего ТП или отдельных путей снабжения. К

отказу всего ТП или путей снабжения приводит отказ таких элементов, как грязевики, задвижки на входе и выходе, задвижки на путях снабжения, например, в системе отопления. Отказ регуляторов расхода, температуры, давления, насосов приводит к нарушению эксплуатационных параметров теплоносителя. Отказ манометра, термометра, трехходового крана не сказывается на надежности работы ТП в целом, лишь затрудняет его эксплуатацию.

***Эксплуатационные характеристики и рациональная эксплуатация
отдельных видов оборудования квартирных систем, оборудования
тепловых пунктов***

Теплообменное оборудование предназначено для изменения параметров теплового режима работы системы ТВС и подготовки теплоносителя для местных систем. Оно рассчитано на рабочее давление до 1 МПа и температуру водной среды до 200°С. Основными проблемами в работе теплообменного оборудования являются накипеобразование, коррозионный износ металлических частей, износ соединительных (герметизирующих) вставок. Последствиями неисправностей являются снижение качества воды в системе ГВС (температуры, давления, состава) вследствие уменьшения сечения водопроводящих трубок, а также протечки, смешение сетевой и местной воды.

Самое оптимальное решения по вопросу обеспечения подогрева воды систем теплоснабжения, отопления и горячего водоснабжения коммунально-бытовых, общественных, производственных зданий — это использование подогревателя. В настоящее время используются водоводяные скоростные подогреватели и теплообменники.

Подогреватель водоводяной предназначен для применения в системах отопления и горячего водоснабжения зданий и сооружений различного назначения. В качестве поверхности теплообмена используются гладкие и профилированные латунные трубки диаметром 16 мм. Материалом, из которого выполнен корпус, камеры, крышки подогревателя, является сталь. Применение

блока опорных перегородок дает возможность добиться поперечно-винтового омывания теплообменных труб. Это позволяет повысить коэффициент теплопередачи подогревателей с гладкой трубкой на 30%, а с профилированной – на 65%, если сравнить с подогревателями без опорных перегородок. Также применение блока опорных перегородок позволяет уменьшить количество секций тепловой установки: с гладкой трубкой – на 30%; с профилированной – на 50%.

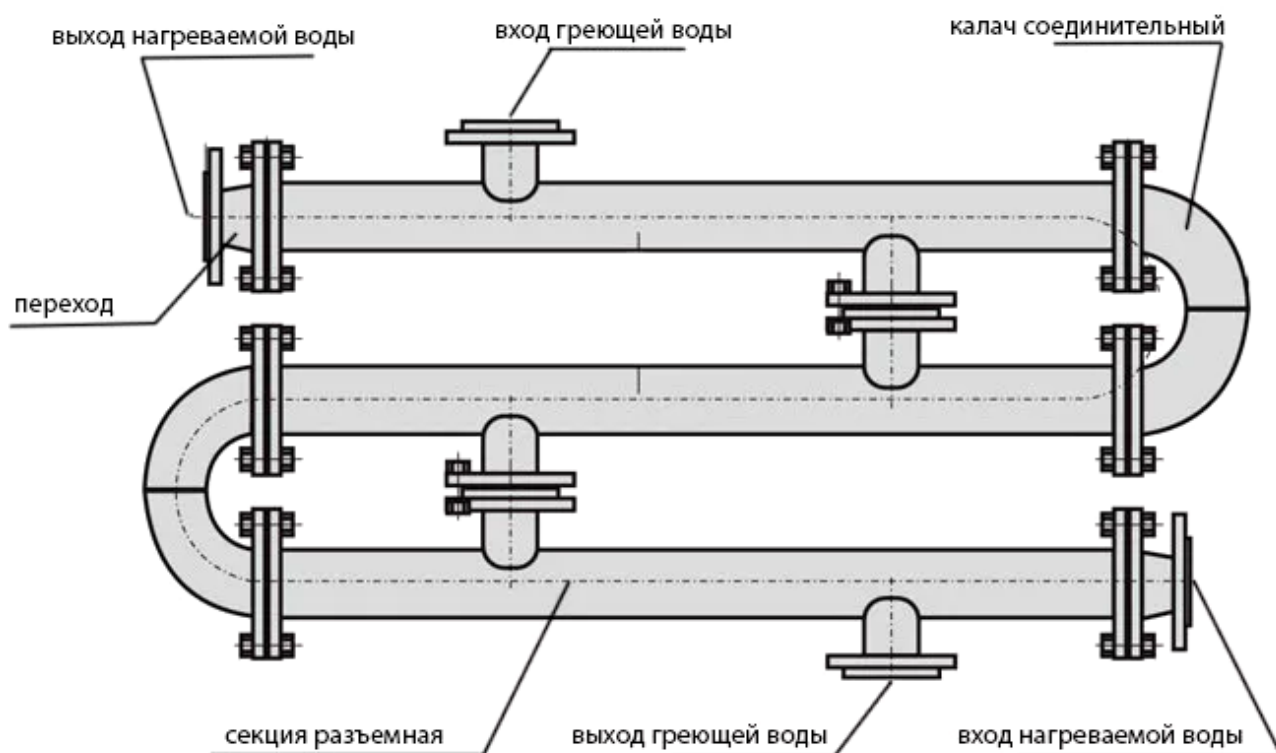


Рисунок 1.7. Кожухотрубный водоводяной подогреватель

Теплообменник пластинчатый представляет собой пакет штампованных пластин, расположенных между неподвижной и подвижной плитами. В пакете каждая пластина отделена от другой прокладкой, благодаря чему образуются каналы. Рама аппарата, состоящая из неподвижной и прижимной плит, стягивается шпильками до определенного размера. Последовательность профилированных пластин с передаточными отверстиями образуют каналы для прохода сред.

Профиль пластин позволяет при сборке их в пакет образовать жесткую пространственную конструкцию, способную выдерживать высокие давления

даже при малой толщине пластин. При этом создается конструкция, имеющая: развитую поверхность при малых объемах; малую материалоемкость; малые объемы внутренних полостей; профиль, обладающий высокой турбулизирующей способностью. Обычно применяются одноходовые пластинчатые теплообменники. Они характеризуются 100% противотоком теплоносителей.



Рисунок 1.8. Пластинчатый теплообменник

Небольшие разности температур между теплоносителями могут потребовать применения многоходовых пластинчатых теплообменников. В этом случае соединительные патрубки расположены на неподвижной и прижимной плитах.

Недостатками изготовлявшихся до недавнего времени пластинчатых теплообменников являлась малая герметичность и незначительные перепады давлений между теплоносителями. Эти недочеты с успехом преодолеваются.

В настоящее время гибкость конструкции пластинчатого теплообменника заключается в том, что имеется возможность создать любую поверхность аппарата за счет выбора нужного количества пластин, соответствующего результатам оптимального расчета. Важным достоинством пластинчатых

теплообменников является простота их конструкции, позволяющая без специального оборудования производить ремонтные и восстановительные работы, производить очистку поверхности от загрязнений отложений силами персонала предприятия, эксплуатирующего аппараты.

Подогреватель емкостной предназначен для нагрева воды в циркуляционных системах горячего водоснабжения коммунальных, общественных, бытовых, производственных и различных других потребителей. Основное требование для осуществления работы подогревателя, это наличие водопроводной воды с давлением до 0,5 МПа. Он состоит из корпуса, в виде бочки и змеевика из профилированных труб.

Для правильной работы элеватора (водоструйного насоса) необходимо подбирать диаметр сопла при заданном коэффициенте смешения на расчетный расход и температуру местной воды. В процессе эксплуатации возможно засорение сопла элеватора различными примесями, вследствие чего происходит снижение расхода сетевой воды и нарушение теплоподачи в здание. При неправильной центровке элементов элеватора, а также плохой обработке внутренних поверхностей возможно занижение коэффициента смешения, а также сильный шум при работе (при повышении величины располагаемого напора больше 0,2 МПа).

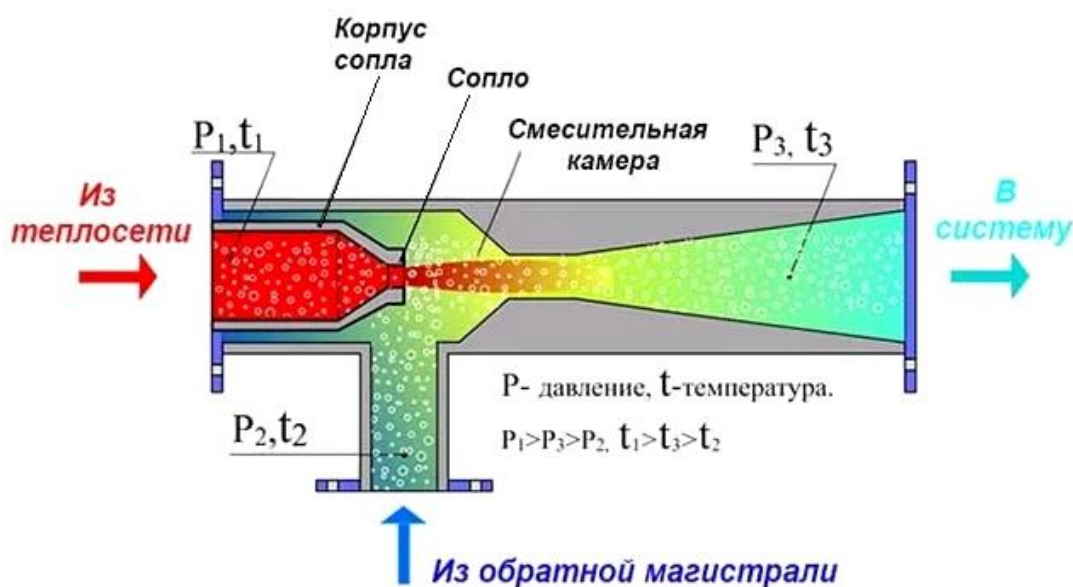


Рисунок 1.9. Элеваторное смешение

Запорно-предохранительная арматура необходима для перекрытия потока воды и ее слива из системы и оборудования ТП, пропуска воды в одном направлении и механической очистки ее от примесей.

Регулирующая арматура позволяет обеспечить постоянство теплового и гидравлического режима работы местных систем (поддержание расхода, давления и температуры на требуемом уровне).

Запорно-предохранительная и регулирующая арматура рассчитана на рабочее давление до 1–1,6 МПа (вентили из ковкого чугуна до 2,5 МПа) и температуру теплоносителя до 225°C (краны до 100°C) в зависимости от материала золотника. Основные неисправности в работе связаны с износом уплотняющих деталей, нарушении герметичности вследствие износа или механических повреждений, а также неправильной регулировки (для регуляторов параметров теплоносителя).

Приборы КИП предназначены для учета и контроля расхода воды в системах ГВС, ХВС, теплоносителя в системе отопления, учета теплоты для нужд систем отопления и ГВС. Эксплуатация приборов КИП заключается в правильной установке и периодической проверке на соответствие технических и эксплуатационных параметров допустимым нормативным значениям через 4–5 лет. Водосчетчики рассчитаны на рабочее давление до 1,6 МПа и диапазон температур до 50°C (на холодную воду и маркируются синим цветом), до 90°C (на горячую и маркируются красным цветом). Водосчетчики на ХВС должны обязательно монтироваться с обводной линией для обеспечения бесперебойного водоснабжения. Манометры и термометры в ТП проверяют на правильность показаний при подготовке к сезонной эксплуатации.

Тема 1.3. Эксплуатационные особенности теплового режима инженерного оборудования

Тепловой режим работы системы ТВС характеризуется следующими параметрами: значение температуры в узловых точках технологической схемы системы; расходы теплоносителя в местных системах.

Эти параметры определяются такими факторами, как режим работы внешней сети; технологическая схема оборудования ТП и тепловых вводов; текущая климатическая ситуация; режим потребления горячей воды.

Тепловой режим определяет значение температуры теплоносителя в местных системах отопления и температуру в системах горячего водоснабжения.

Цель управления тепловым режимом системы ТВС заключается в обеспечении требуемой теплоподдачи каждому потребителю в местных системах отопления и нагрева холодной воды для нужд горячего водоснабжения.

Проблемы в предоставлении теплового режима связаны с зависимостью потребления теплоты системами отопления и горячего водоснабжения, а, следовательно, с неравномерностью потребления горячей воды во времени.

Условиями нормальной эксплуатации системы теплоснабжения являются непревышение расчетного расхода сетевой воды в течение отопительного периода, регулирование отпуска теплоты на теплоисточнике путем изменения температуры теплоносителя в зависимости от температуры наружного воздуха.

Регулирование параметров, автоматическое управление отпуском теплоты

Существует два метода управления тепловым режимом: качественный – путем изменения температуры теплоносителя и количественный – путем изменения расхода теплоносителя. В силу централизованного теплоснабжения количественное регулирование применяется крайне редко из-за большой вероятности возникновения разрегулировки в местных системах.

Качественный метод управления основан на зависимости изменения температуры теплоносителя от температуры наружного воздуха при централизованном регулировании через ТП. Эту зависимость отражает температурный график теплоснабжения, который бывает оптимальным и повышенным.

Оптимальный (отопительный) график ориентирован только на изменяющиеся теплопотери и реализуется при смешанной схеме присоединения абонентов. Применение повышенного графика в сочетании с последовательной схемой присоединения абонентов, что характерно для современных жилых микрорайонов, позволяет сократить максимальный расход сетевой воды для нужд горячего водоснабжения в переходный период примерно в 3 раза и, таким образом, выровнять ее расход при различных температурах наружного воздуха. При этом стабилизируется гидравлический режим работы внешней сети, увеличивается присоединяемая расчетная нагрузка.

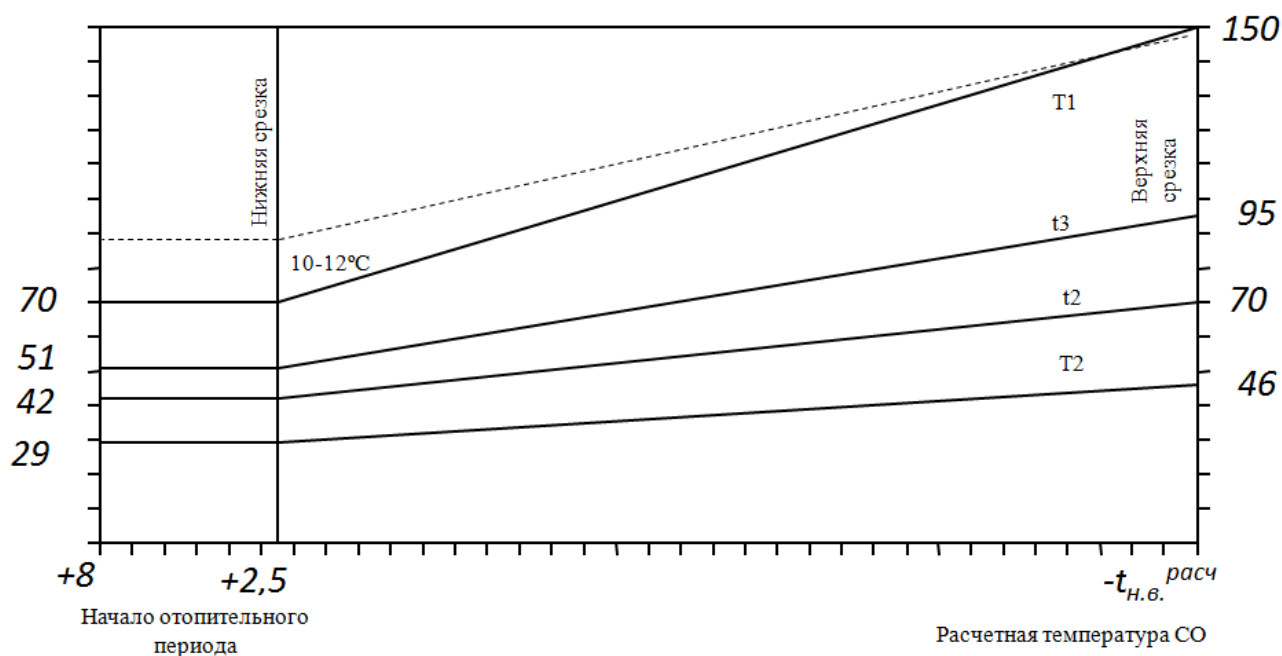


Рисунок 1.10. Температурный график централизованного теплоснабжения 150/70

Неотопительный период эксплуатации систем централизованного теплоснабжения охватывает период года, когда среднесуточные значения температуры наружного воздуха выше 8°C . Отопительный период заканчивается, если в течение 5 суток среднесуточные значения температуры наружного воздуха становятся 8°C и выше, и начинается, если в течение 5 суток среднесуточные значения температуры наружного воздуха становятся 8°C и ниже. Отключение и включение систем отопления производится по графику, согласованному с теплоснабжающей организацией.

В неотапительном периоде прекращается подача теплоты в системы отопления и приточной вентиляции, но продолжается подача теплоты в системы горячего водоснабжения. Поэтому эксплуатационные режимы систем теплоснабжения определяются размером и характером изменения тепловой нагрузки горячего водоснабжения в течение суток.

Количественные отличия эксплуатационных режимов функционирования тепловых сетей в неотапительный и отопительный периоды эксплуатации заключаются в значительном снижении теплового потока и расхода теплоносителя по сравнению с этими величинами в отопительном периоде, а также в значительном изменении этих величин в течение суток (суточные колебания).

Разработку оптимальных эксплуатационных режимов функционирования систем теплоснабжения и, в частности, тепловых сетей для неотапительного периода следует начинать с построения и анализа графика суточного потребления теплоты на горячее водоснабжение.

Основным элементом разработки оптимальных эксплуатационных режимов функционирования для неотапительного периода является определение параметров теплоносителя - расхода, температуры, давления, т.к. эти параметры обеспечивают покрытие тепловой нагрузки горячего водоснабжения в течение суток и выбор из состава оборудования, установленного на источнике теплоснабжения, такого оборудования, которое соответствует оптимальному режиму в неотапительный период.

Важным элементом разработки оптимальных эксплуатационных режимов функционирования для неотапительного периода является сравнительный анализ диапазонов измерения приборов учета тепловой энергии и теплоносителя, установленных на источнике теплоснабжения (и в других точках системы теплоснабжения), на соответствие их значениям измеряемых параметров теплоносителя в неотапительный период с разработкой

соответствующих рекомендаций. Это относится и к приборам автоматического регулирования и защиты по параметрам их настройки.

Разработку оптимальных эксплуатационных режимов функционирования для неотапительного периода и специальных мероприятий для осуществления этих режимов следует проводить как продолжение разработки режимов для отопительного периода или как отдельный этап работы с учетом уже произведенной разработки режимов для отопительного периода. В любом случае часть базы данных и алгоритмов расчета, применяемых в разработке режимов функционирования и оптимизационных мероприятий для отопительного периода, должна быть использована при разработке режимов для неотапительного периода. В частности, это относится к расчетной схеме тепловой сети, с корректировкой ее по подключенным к ней системам горячего водоснабжения и расчетным значениям расхода теплоносителя.

Управление параметрами теплового режима ТВС сводится к поддержанию температуры в соответствии с требуемыми значениями и сохранению неизменных расходов воды в системе отопления и осуществляется по двум направлениям:

- автоматическое поддержание температуры водопроводной воды в системе горячего водоснабжения на требуемом уровне;
- автоматическое регулирование отпуска теплоты на отопление путем изменения температуры теплоносителя в зависимости от температуры наружного воздуха или от температуры воздуха внутри помещений здания.

Различают несколько уровней управления параметрами теплового режима.

При централизованном управлении температура сетевой воды изменяется на источнике в соответствии с предполагаемым изменением теплопотерь у среднего потребителя в зависимости от предполагаемой температуры наружного воздуха. Регулирование осуществляется по температурному графику качественно, путем изменения температуры теплоносителя, и количественно, путем изменения расхода теплоносителя. Инерционность системы, вызванная

значительной протяженностью сетей, приводит к тому, что температура на источнике изменяется значительно раньше, чем у потребителей.

При групповом управлении в ТП устанавливается регулятор на отопление (РО). Для того чтобы обеспечить постоянство температуры воды на нужды горячего водоснабжения, перед II ступенью теплообменника устанавливается регулятор температуры РТ. Управляющим сигналом является температура горячей воды в системе горячего водоснабжения, регулируемым параметром является расход сетевой греющей воды, проходящей во II ступени теплообменника. Перетоп здания исключается за счет работы РО, изменяющего расход сетевой воды в зависимости от климатической ситуации и регулятора расхода (РР), изменяющего расход сетевой воды в системе отопления в зависимости от потребностей горячего водоснабжения.

При местном управлении регулирование осуществляется на вводе в здание, например, путем пофасадного регулирования, установки индивидуального ТП в здании, поэтажного зонирования. При этом учитывается специфика теплопотребления каждой зоны здания.

Индивидуальное управление осуществляется на каждом отопительном приборе. При этом не только учитывается специфика теплопотребления каждого помещения, но и субъективные факторы, например, переход на дежурный режим работы инженерной системы. Однако большое количество индивидуальных регуляторов снижает надежность системы.

Основные факторы, нарушающие тепловой режим работы оборудования и систем

Показателем качества работы системы ТВС, определяющим ее работоспособность и характеризующим экономичность взаимоотношений между поставщиками и потребителями ресурса, является соответствие температуры теплоносителя в характерных точках системы температурному графику теплоснабжения. При отклонении температуры в подающем

трубопроводе внешней теплосети потребитель вправе уменьшить оплату за предоставляемые услуги.

Показателем качества работы теплового хозяйства, определяющим термодинамический цикл тепловых станций, является температура теплоносителя в обратном трубопроводе внешней сети. Завышение этого показателя свидетельствует об ухудшении экономичности термодинамического цикла на ТЭЦ и разрегулировке местных систем, связанных с завышением расхода сетевой воды, ухудшением теплоотдачи отопительных приборов и теплообменников, наличием действующих перемычек между подающими и обратными линиями, засорением оборудования и т.п. Занижение указанной температуры связано с повышенными тепловыми потерями в системе ТВС и с гидравлической разрегулировкой сети.

Следующим показателем качества работы теплового хозяйства является температура в подающей и обратной линии системы горячего водоснабжения. Если разница указанных температур меньше, то это говорит о повышенной циркуляции в системе горячего водоснабжения, перерасходе электроэнергии на работу циркуляционных насосов. Если разница больше, то циркуляция пониженная, следовательно, повышенный расход горячей воды потребителями на слив, т.е. нерациональное потребление ресурсов.

Изменение температуры теплоносителя в подающем трубопроводе местной системы отопления свидетельствует о проблемах в работе внешней теплосети или нарушении в работе теплообменного или смесительного оборудования.

Занижение температуры в обратном трубопроводе местной системы отопления говорит об увеличении тепловых потерь в местной системе, а ее завышение, скорее всего, является результатом гидравлической разрегулировки.

Схемы подключения теплообменного оборудования

Существуют 3 основные схемы присоединения теплообменников ГВС к тепловым сетям:

- параллельная;
- двухступенчатая смешанная;
- двухступенчатая последовательная;

Согласно СП 41-10195 схема присоединения теплообменников ГВС выбирается в зависимости от соотношения максимального потока теплоты на ГВС и СО: если это соотношение в пределах от 0,2 до 1 – применяется двухступенчатая схема, во всех прочих случаях – одноступенчатая. В каждой схеме обязательна установка регулятора температуры.

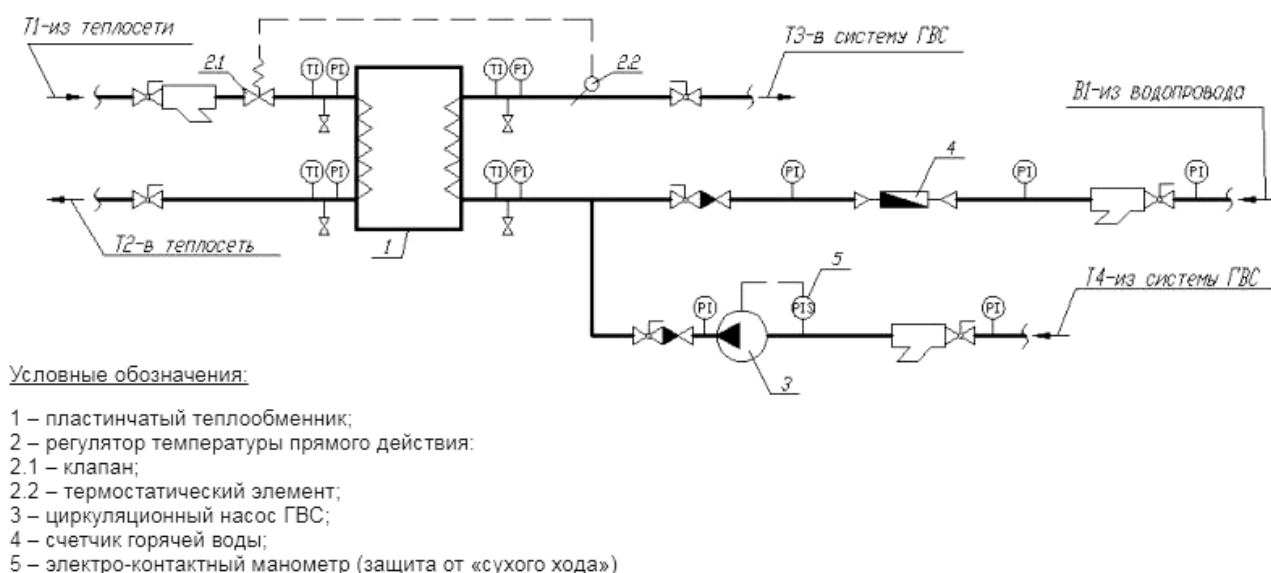
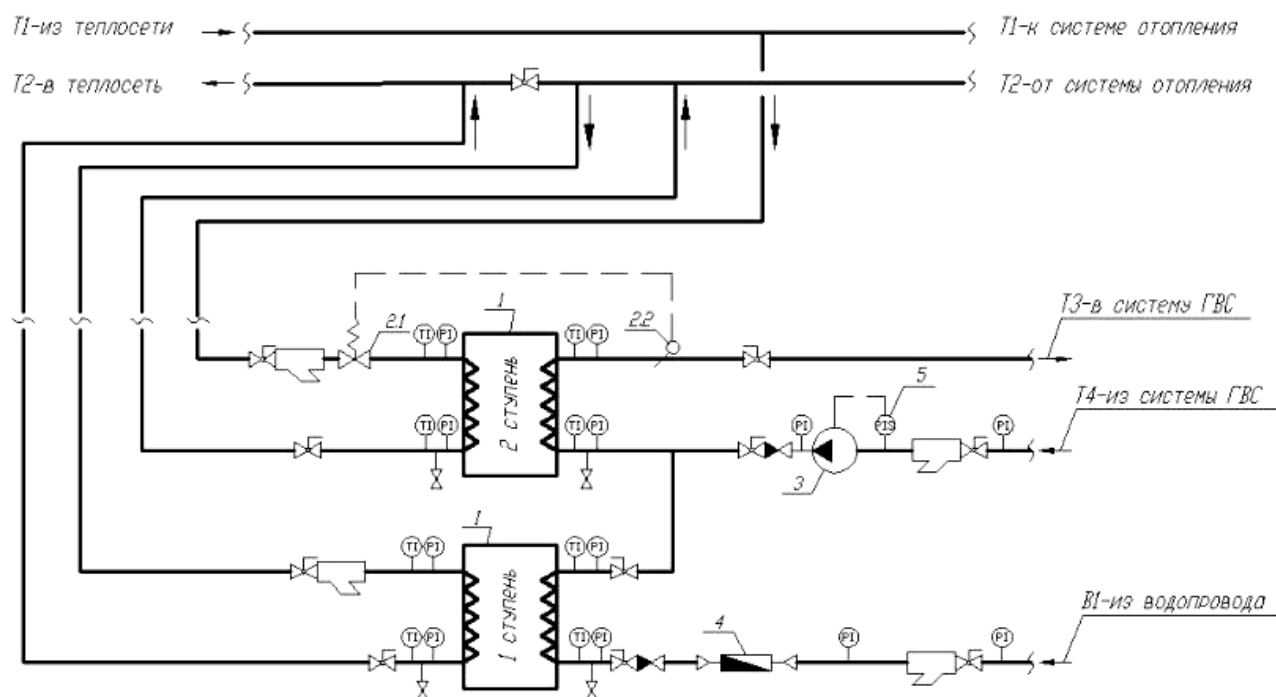


Рисунок 1.11. Подключение теплообменника ГВС по параллельной схеме (с циркуляцией)

Достоинствами является простота и дешевизна схемы, ее компактность. К недостатком относится низкая экономичность за счет отсутствия подогрева холодной воды.



Условные обозначения:

- | | |
|---|---|
| 1 – пластинчатый теплообменник; | 2.2 – термостатический элемент; |
| 2 – регулятор температуры прямого действия; | 3 – циркуляционный насос ГВС; |
| 2.1 – клапан; | 4 – счетчик горячей воды; |
| | 5 – электро-контактный манометр (защита от «сухого хода») |

Рисунок 1.12. Подключение теплообменника ГВС по двухступенчатой смешанной схеме

Достоинствами является экономичность, т.к. используется тепло обратной воды после системы отопления в теплообменнике 1 ступени. Недостатки связаны в удорожанием почти в 2 раза по сравнению с параллельной схемой, а также дополнительной спецификой при расчете и подборе теплообменников.

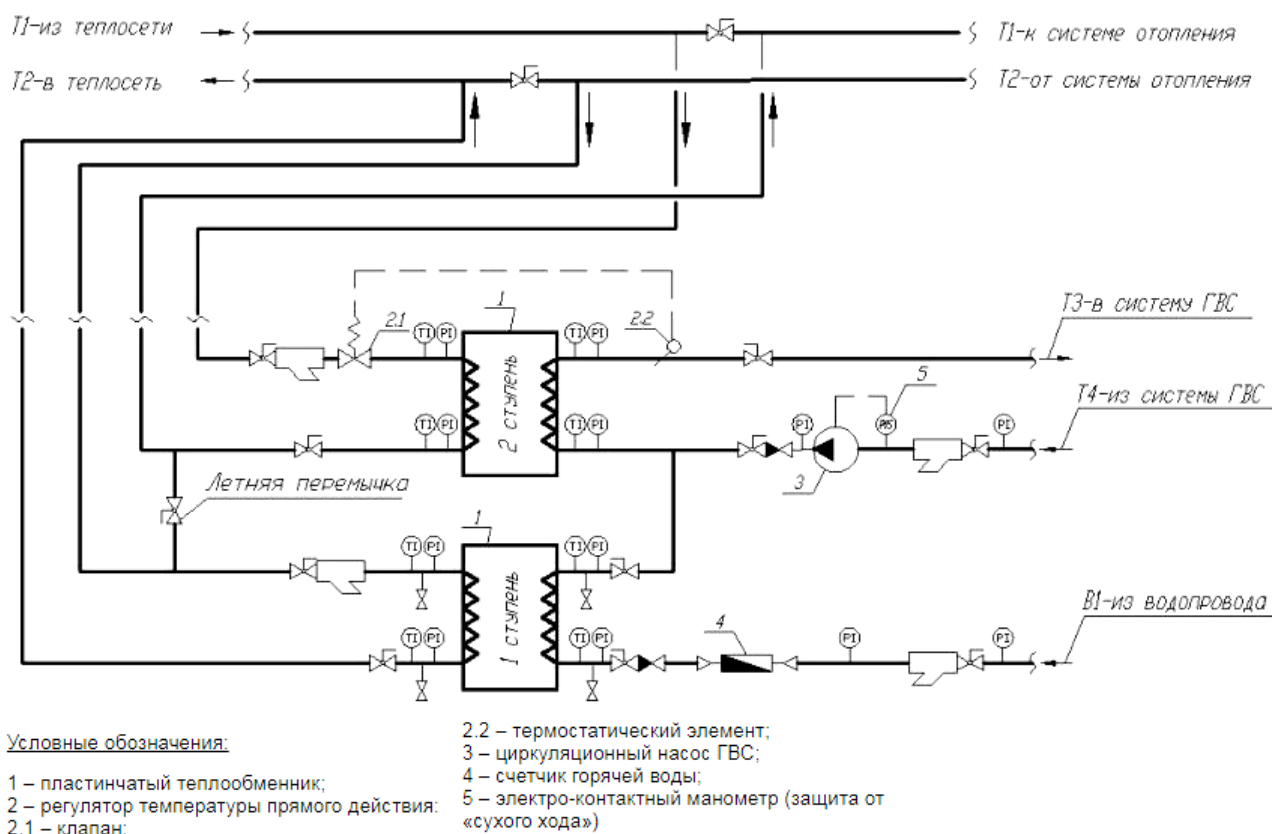


Рисунок 1.13. Подключение теплообменника ГВС по двухступенчатой последовательной схеме

Достоинства и недостатки идентичны предыдущей схеме, однако система отопления потребляет теплоту по остаточному принципу. Схему целесообразно применять для современных микрорайонов со зданиями повышенной этажности и современным требованиям по теплозащите.

Температурный режим функционирования систем теплоснабжения.

Температурный режим функционирования систем теплоснабжения в неотапительном периоде определяется значениями температуры теплоносителя, обеспечивающими качественное и надежное функционирование систем горячего водоснабжения, оборудования и трубопроводов тепловых сетей. Температура горячей воды в местах водоразбора предусмотрена:

- а) не ниже 60°C для систем централизованного горячего водоснабжения, присоединенных к открытым системам теплоснабжения;
- б) не ниже 50°C для систем централизованного горячего водоснабжения, присоединенных к закрытым системам теплоснабжения;
- в) не выше 75°C для всех систем, указанных в подпунктах а) и б).

Для поддержания температуры горячей воды перед водоразборными приборами местных систем горячего водоснабжения на требуемом уровне температуру горячей воды на выходе теплообменников горячего водоснабжения необходимо поддерживать:

- в ЦТП 60°C;
- в тепловых пунктах отдельных зданий 55°C.

Разность значений температуры теплоносителя на входе в теплообменник горячего водоснабжения и нагретой водой на выходе из него следует поддерживать на уровне 10°C. В связи с этим значение температуры теплоносителя в подающем трубопроводе тепловой сети перед наиболее удаленным тепловым пунктом с теплообменниками горячего водоснабжения следует поддерживать на уровне 65°C.

Для поддержания температуры горячей воды перед водоразборными приборами местных систем горячего водоснабжения на уровне, указанном выше, температуру теплоносителя в подающем трубопроводе тепловой сети перед тепловым пунктом наиболее удаленного потребителя тепловой энергии при водоразборе непосредственно из трубопроводов тепловой сети (открытая система теплоснабжения) необходимо поддерживать на уровне 65°C.

Определение температурной надбавки, а, следовательно, значения температуры теплоносителя в подающем трубопроводе тепловой сети на выходе из источника теплоснабжения является задачей разработки температурного режима функционирования системы теплоснабжения, и производится расчетным путем на основе значения нормативных тепловых потерь теплопередачей через изоляционные конструкции подающего трубопровода (от источника теплоснабжения до наиболее удаленного от него теплового пункта с нагрузкой горячего водоснабжения).

Тема 1.4. Эксплуатационный гидравлический режим инженерного оборудования

Основные параметры и принципы регулирования

Гидравлический режим работы системы ТВС характеризуется:

- абсолютным значением давления в трубопроводе теплоснабжения, отопления и водоснабжения;
- перепадом давления в подающем и обратном или циркуляционном трубопроводах, обеспечивающим циркуляцию в домовых системах.

Абсолютные значения определяются:

- надежностью заполнения системы отопления;
- допустимостью давления по условию механической прочности;
- необходимым напором перед водоразборной арматурой в системах горячего и холодного водоснабжения (ГВС и ХВС).

Теплосеть представляет собой контур из подающей и обратной магистралей, замкнутых перемычками. В начале теплосети перемычку составляют теплофикационный теплообменник и сетевой насос, а на конце сети и в промежуточных точках – теплоиспользующие системы. В контуре осуществляется циркуляция теплоносителя. Общий уровень давления и компенсацию утечек обеспечивает подпиточный насос.

Полный напор в конкретной точке сети включает:

- геометрическую высоту данной точки от одного для всей сети условного горизонтального уровня, характеризующую потенциальную энергию геометрического положения;
- пьезометрический напор, измеряемый манометром в данной точке сети, характеризующий энергию давления теплоносителя;
- скоростной напор, определяемый скоростью движения теплоносителя, характеризующий кинетическую энергию воды, ввиду малой величины скоростным напором в расчетах обычно пренебрегают.

Гидравлический режим конкретной сети характеризуется ее пьезометрическим графиком, который представляет собой изображение пьезометрических линий распределения напоров по тракту теплоносителя в статическом и динамическом режимах.

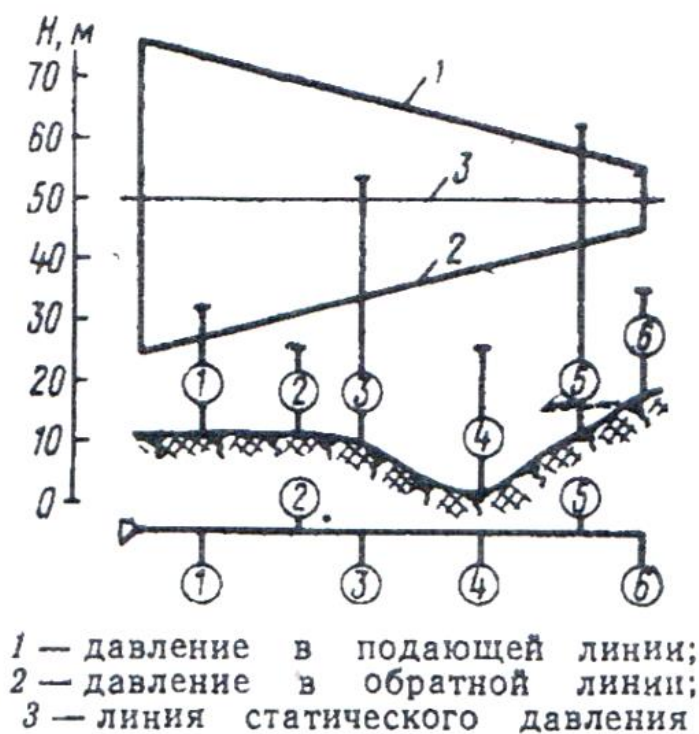


Рисунок 1.14. Пьезометрический график тепловой сети

Теплосеть с неподвижным теплоносителем имеет одинаковый полный напор во всех точках. В зависимости от изменения геодезической отметки сетей меняются геометрический и пьезометрический напор, но так, что полный напор остается постоянным. При движении теплоносителя полный напор в различных точках различается на величину гидравлических потерь, образуемых в результате перемещения теплоносителя из одной точки в другую.

Пьезометрический график представляет собой графическое изображение напора в трубопроводах тепловой сети относительно рельефа местности, по которой эти трубопроводы проложены. На графике в определенном масштабе нанесены рельеф (профиль) местности, высота зданий, системы теплопотребления которых присоединены к трубопроводам тепловой сети, значения напора в трубопроводах тепловой сети (в подающем, обратном). На горизонтальной оси (оси ординат) наносится длина трассы тепловой сети, м, на вертикальной (оси абсцисс) - значения напора в трубопроводах, геодезические отметки местности и высота систем теплопотребления, м.

Линии напора в трубопроводах тепловой сети наносятся как для рабочего (гидродинамического), так и для статического (гидростатического) режимов.

Для закрытой системы теплоснабжения необходимый напор, м, сетевых и подкачивающих насосов определяется при расчетном значении расхода теплоносителя по выражению:

$$H_n = H_{\text{и}} + H_{\text{с}} + H_{\text{п}}, \quad (1.3)$$

где $H_{\text{и}}$, $H_{\text{с}}$, $H_{\text{п}}$ - расчетные потери напора в водонагревательной установке источника теплоснабжения, суммарные расчетные потери напора в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети до гидравлически наиболее удаленного потребителя тепловой энергии, расчетные потери напора в системе теплоснабжения этого потребителя, м.

Важной эксплуатационной характеристикой гидравлического режима работы теплосети является располагаемый напор в какой-либо точке теплосети, который определяет циркуляцию в местной системе, подключенной в этой точке. Он определяется как разность полного напора в подающей и обратной линиях.

При эксплуатации теплосети необходимо выполнение обязательных требований, которые относятся к статическому и динамическому режимам:

1. Давление в подающей трубе не должно превышать максимального значения из условия обеспечения прочности подключенного оборудования и должно быть не меньше значения, исключающего вскипание теплоносителя.

2. Давление в обратной трубе также не должно превышать максимального значения из условия прочности подключенного оборудования, но при этом быть не меньше сем на 5 м выше значения, обеспечивающего заполнение системы (статического напора), а также исключать кавитацию циркуляционного насоса (напор не менее 5 м).

3. Располагаемый напор в системе должен удовлетворять условию обеспечения циркуляции в системах, для этого разность напоров в подающем и обратном трубопроводах должна быть не менее расчетного значения потерь напора в системах теплоснабжения.

4. Напор во всасывающих патрубках подпиточных, сетевых, подкачивающих насосов не должен превышать допустимых значений по условиям прочности насосов и быть не ниже 5 м или допустимого кавитационного запаса.

Напор подпиточных насосов на источнике теплоснабжения определяется для поддержания в трубопроводах тепловой сети гидростатического режима; производительность складывается из среднего часового расхода теплоносителя на горячее водоснабжение (среднечасовой водоразбор) с коэффициентом 1,2 и расхода на подпитку тепловой сети. Напор подпиточных насосов в неотапительном периоде определяется из условия поддержания в тепловой сети требуемого гидростатического режима. Подача подпиточных насосов должна составлять 0,75% объема сетевой воды в трубопроводах тепловой сети и присоединенных к ним теплообменниках горячего водоснабжения в час. При наличии транзитных магистралей длиной более 5 км к указанному значению подачи необходимо добавить расход, равный 0,5% объема транзитных магистралей в час.

Производительность сетевых насосов определяется по проверочному расходу теплоносителя в подающем трубопроводе на головном участке тепловой сети при максимальном значении водоразбора из него. Таким же образом определяется производительность подкачивающих насосов, установленных на подающем трубопроводе в тепловой сети.

Производительность и напор подкачивающих насосов, установленных на обратном трубопроводе тепловой сети, определяется по проверочному расходу теплоносителя и пьезометрическому графику, соответствующим отсутствию водоразбора.

Схемы присоединения абонентов к теплосети

Схемы присоединения систем отопления к теплосети бывают зависимыми и независимыми. В зависимых схемах теплоноситель в отопительные приборы поступает непосредственно из тепловой сети. Один и тот же теплоноситель

циркулирует как в тепловой сети, так и в системе отопления, поэтому давление в системах отопления определяется давлением в тепловой сети. В независимых схемах теплоноситель из тепловой сети поступает в подогреватель, в котором нагревает воду, циркулирующую в системе отопления. Система отопления и тепловая сеть разделены поверхностью нагрева теплообменника и, таким образом, гидравлически изолированы друг от друга.

От правильного выбора схемы присоединения будет зависеть качество обеспечения теплового и гидравлического режимов. Рассмотрим основные схемы.

Схема непосредственного присоединения систем отопления является простейшей и применяется, когда температура и давление теплоносителя совпадают с параметрами системы отопления. Для присоединения жилых зданий на абонентском вводе должна быть температура сетевой воды не более 95°C , для производственных зданий – не более 150°C . Эта схема может применяться для подключения промышленных зданий и жилого сектора к котельным с чугунными водогрейными котлами, работающими с максимальными температурами $95 - 105^{\circ}\text{C}$ или после ЦТП.

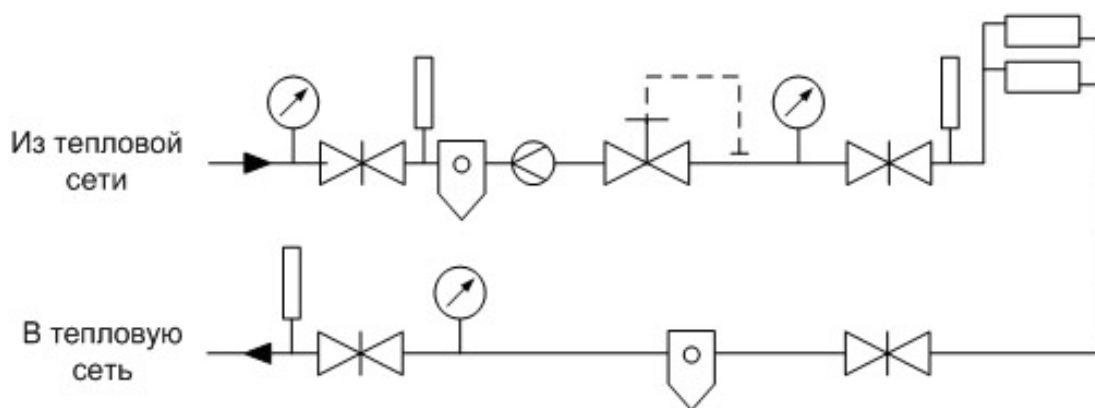


Рисунок 1.15. Схема непосредственного присоединения систем отопления

Схема с элеватором применяется, когда требуется снизить температуру теплоносителя для систем отопления по санитарно-гигиеническим показателям (например, со 150°C до 95°C). Для этого применяют водоструйные насосы (элеваторы). Кроме того, элеватор является побудителем циркуляции. По этой

схеме присоединяется большинство жилых и общественных зданий. Преимуществом этой схемы является ее низкая стоимость и, что особенно важно, высокая степень надежности элеватора.

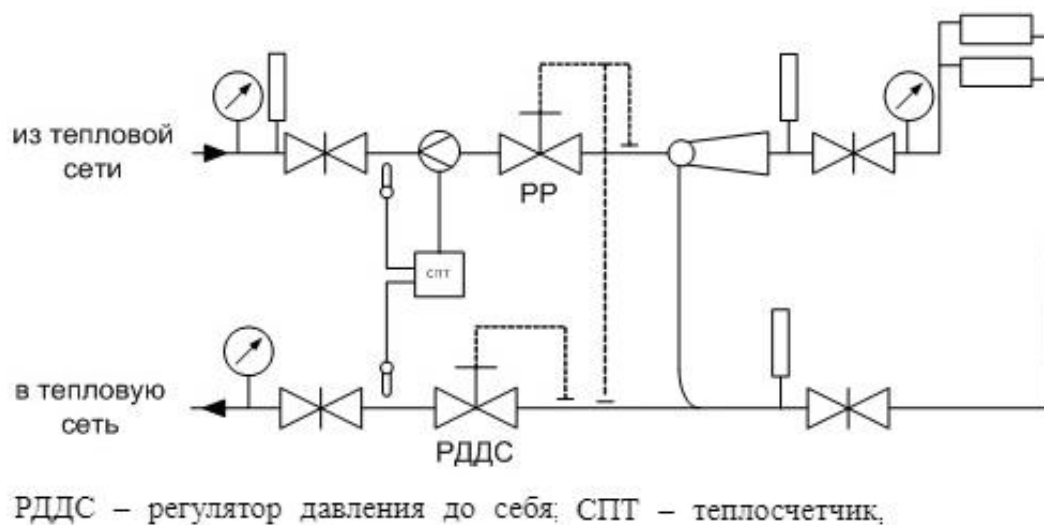
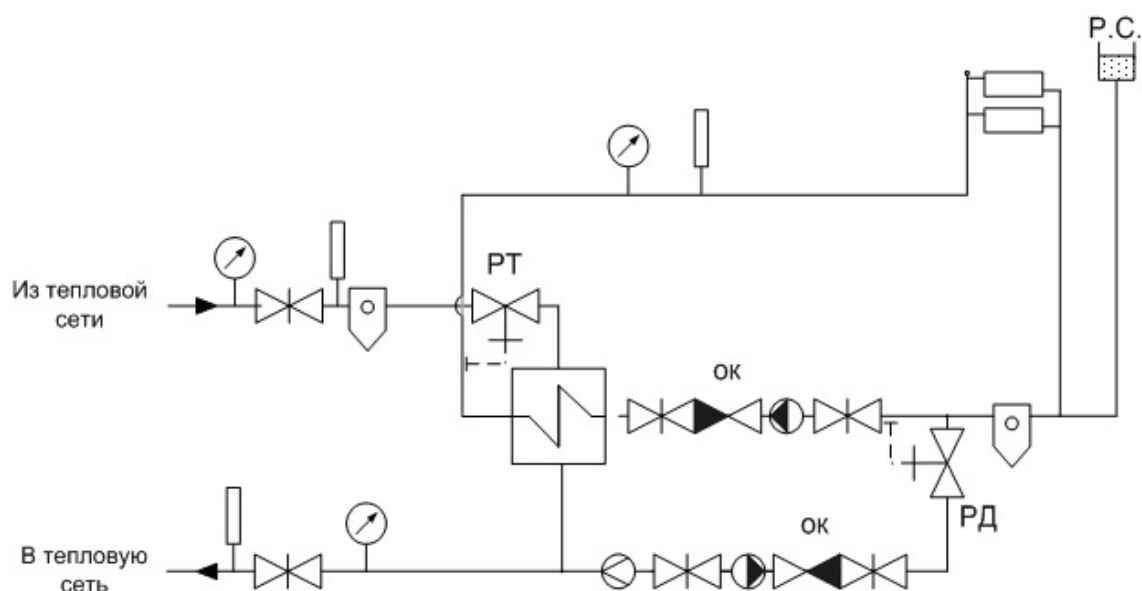


Рисунок 1.16. Схема с элеватором

Независимая схема присоединения систем отопления применяется в следующих случаях:

- для подключения высоких зданий (более 12 этажей), когда давления в тепловой сети недостаточно для заполнения отопительных приборов на верхних этажах;
- для зданий, требующих повышенной надежности работы систем отопления (музеи, архивы, библиотеки, больницы);
- для зданий, имеющих помещения, куда нежелателен доступ постороннего обслуживающего персонала;
- если давление в обратном трубопроводе тепловой сети выше допустимого давления для систем отопления (больше 60 м.вод.ст. или 0,6 МПа).



РС – расширительный сосуд, РД – регулятор давления, РТ – регулятор температуры; ОК – обратный клапан.

Рисунок 1.17. Независимая схема присоединения систем отопления

Сетевая вода из подающей линии поступает в теплообменник и нагревает воду местной отопительной системы. Циркуляция в системе отопления осуществляется циркуляционным насосом, который обеспечивает постоянный расход воды через нагревательные приборы. Система отопления может иметь расширительный сосуд, в котором содержится запас воды для восполнения утечек из системы. Он обычно устанавливается в верхней точке и подключается к обратной линии на всасывающем патрубке циркуляционного насоса. При нормальной работе системы отопления утечки незначительны, что дает возможность заполнять расширительный бак раз в неделю. Подпитка производится из обратной линии по перемычке, выполняемой для надежности с двумя кранами и сливом между ними, или с помощью подпиточного насоса, если давления в обратной линии недостаточно для заполнения расширительного сосуда. Расходомер на линии подпитки позволяет учитывать водоразбор из тепловой сети и правильно производить оплату. Наличие подогревателя позволяет осуществлять наиболее рациональный режим регулирования. Это особенно эффективно при плюсовых температурах наружного воздуха и при центральном качественном регулировании в зоне излома температурного графика.

Наличие в схеме подогревателей, насоса, расширительного бака увеличивает стоимость оборудования и монтажа, и увеличивает размеры теплового пункта, а также требует дополнительных затрат на обслуживание и ремонт. Использование теплообменника увеличивает удельный расход сетевой воды на тепловой пункт и вызывает повышение температуры обратной сетевой воды на 3-4°C в среднем за отопительный сезон.

Причины ухудшения гидравлического режима работы оборудования и систем

Управление гидравлическим режимом осуществляется путем поддержания постоянного давления в одной или нескольких точках одинаковым как для динамического, так и для статического режимов. Такие точки называют нейтральными. В простых и непротяженных системах нейтральная точка устанавливается у всасывающего патрубка сетевого насоса.

При решении вопросов обеспечения гидравлического режима теплосети возникают следующие проблемы:

- 1) внешние сети, как правило, не могут обеспечить требуемые параметры, т.е. требуются повысительные установки;
- 2) большая неравномерность в течение суток потребления воды населением, причем пики водопотребления приходятся на часы наименьшего давления воды во внешней сети;
- 3) накипеобразование в теплообменниках ГВС, зарастание труб создает дополнительное гидравлическое сопротивление в системах, т.е. приводит к самопроизвольному изменению гидравлических характеристик. С течением времени гидравлическое сопротивление тепломеханического оборудования резко возрастает, что приводит к снижению напора в системе ГВС и ухудшению подачи воды к потребителям.

К средствам обеспечения гидравлического режима ТВС относятся:

- при наличии запаса по значению параметра в наружных сетях регуляторы расхода, давления, дросселирующие диафрагмы, арматура, сопла

элеваторов;

– при отсутствии запаса насосы циркуляционные, подпиточные, подкачивающие, переход на независимую схему, использование сложных схем автоматизации управления несколькими насосами, использование различных схем присоединения теплообменников.

Расчетный гидравлический режим функционирования тепловой сети и оптимальное функционирование местных систем горячего водоснабжения в неотапительный период достигаются установкой дроссельных диафрагм на каждом из тепловых пунктов, где к трубопроводам тепловой сети присоединены местные системы горячего водоснабжения.

На тепловых пунктах, где установлены теплообменники горячего водоснабжения, устанавливается одна дроссельная диафрагма – перед теплообменником.

На тепловых пунктах с непосредственным водоразбором из трубопроводов тепловой сети устанавливаются две дроссельные диафрагмы: первая – на подающем трубопроводе к местной системе горячего водоснабжения, вторая – в конце циркуляционного трубопровода этой системы.

В качестве расчетного значения расхода теплоносителя для определения диаметра отверстия дроссельной диафрагмы, устанавливаемой на подающем трубопроводе теплового пункта (перед теплообменником горячего водоснабжения или на ответвлении к системе горячего водоснабжения до узла смешения при непосредственном водоразборе), принимается значение расхода теплоносителя в вечерний период суток, т.е. максимальный часовой расход теплоносителя на горячее водоснабжение, – для жилых зданий, и в дневной период суток, т.е. 30% максимального часового расхода теплоносителя, – для общественных зданий или предприятий коммунального обслуживания населения.

Напор, подлежащий гашению в дроссельной диафрагме, устанавливаемой перед теплообменником горячего водоснабжения, определяется как разность

между значениями располагаемого напора перед тепловым пунктом и потерь напора в теплообменнике; рекомендуется при расчетах принимать: для теплообменников в ЦТП $\Delta H_T = 10$ м, в тепловых пунктах зданий (ИТП) $\Delta H_T = 5$ м.

Напор, подлежащий гашению в дроссельной диафрагме, устанавливаемой на ответвлении к системе горячего водоснабжения до узла смешения при непосредственном водоразборе, определяется как разность между значениями располагаемого напора перед тепловым пунктом и потерь напора в местной системе горячего водоснабжения, которые можно принимать $\Delta H_C = 2$ м.

Напор, подлежащий гашению в дроссельной диафрагме, устанавливаемой в конце циркуляционного трубопровода местной системы горячего водоснабжения, определяется как разность между значениями располагаемого напора перед тепловым пунктом и потерь напора в местной системе горячего водоснабжения, принимаемых в этом случае $\Delta H_C = 1$ м.

Для сокращения объема работ при переводе системы теплоснабжения в условия эксплуатации в неотопительном периоде указанные дроссельные диафрагмы рекомендуется устанавливать на трубопроводах, смонтированных специально для эксплуатации в неотопительный период и оборудованных запорной арматурой. Эти трубопроводы (байпасы) должны шунтировать:

- имеющиеся запорную арматуру и дроссельные устройства отопительного периода на трубопроводах ответвлений от подающего трубопровода тепловой сети на тепловом пункте к теплообменнику горячего водоснабжения или к местной системе горячего водоснабжения (при водоразборе непосредственно из трубопроводов тепловой сети);

- имеющиеся запорную арматуру и дроссельные устройства отопительного периода на циркуляционном трубопроводе местной системы горячего водоснабжения (при водоразборе непосредственно из трубопроводов тепловой сети).

РАЗДЕЛ 2. КОНТРОЛЬ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ВНУТРИДОМОВЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

Тема 2.1 Технологические и эксплуатационные особенности вводов в здания

Оборудование вводов в здания играет важную роль в обеспечении надежной работы системы ТВС. С помощью вводов обеспечивается требуемый режим работы местных систем. Они позволяют отключать отдельные местные системы для оперативного устранения их отказов или для предохранения их от механических повреждений и завоздушивания при нарушении режимов работы внешних систем. На элементах вводов лежит особая ответственность, поскольку отказ одного из них влечет общий отказ домовой системы с массовыми социальными издержками. Поэтому необходимо учитывать это обстоятельство при выполнении мероприятий технической эксплуатации вводов.

Эксплуатация вводов включает обслуживание, наладку и ремонт. Обслуживание заключается в проверке на соответствие требуемым техническим параметрам. Наладка предполагает регулирование тепловых и гидравлических параметров работы. При ремонте осуществляется восстановление оборудования и проверка его на исправность.

Ввод системы холодного водоснабжения состоит из узла присоединения к наружной сети до здания и водомерного узла с запорной арматурой, размещенного внутри здания. Присоединение к наружной сети устраивается, как правило, в колодце, в котором на трубе наружного водопровода устанавливается тройник или крестовина с задвижкой и заглушкой.

Автоматическое регулирование гидравлического режима работы домовой системы осуществляется с помощью гидравлического регулятора давления, который дает возможность погасить лишний напор воды на вводе, что позволяет сократить расходы воды и утечки в домовой системе. Водомер, как

правило, устанавливается непосредственно после ввода трубопровода в здание вблизи наружной стены в нежилом помещении. Перед водомером и после него, а также на байпасной линии устанавливаются задвижки или вентили, позволяющие снять водомер для ремонта или проверки, а также отключать домовую систему от наружной сети.

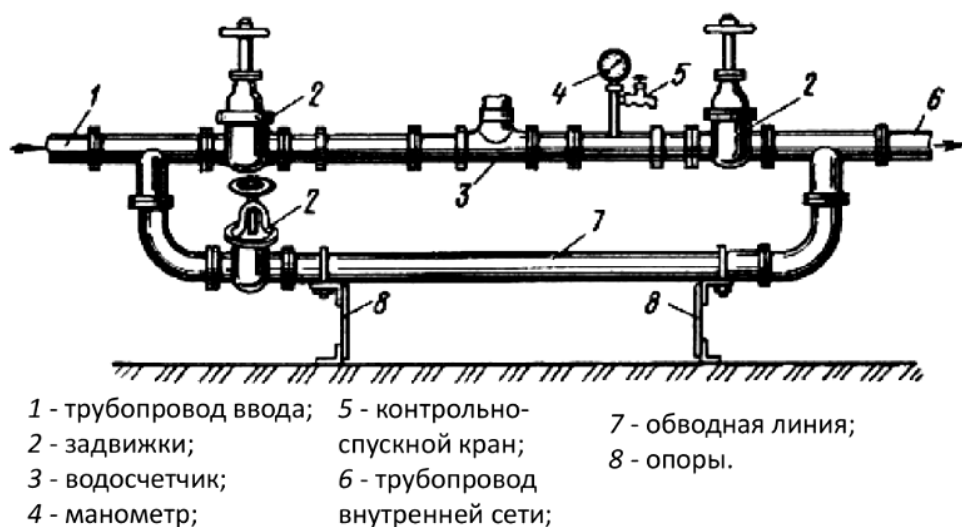


Рисунок 2.1. Водомерный ввод системы холодного водоснабжения

Вводы систем горячего водоснабжения оборудуются задвижками на подающей и циркуляционной линиях, а также штуцерами для установки термометров и манометров, необходимых для наладки местной системы и контроля внешней сети.

Для регулировки системы на циркуляционном трубопроводе ввариваются фланцы для установки регулирующей диафрагмы. В системах горячего водоснабжения может устраиваться местное автоматическое регулирование расхода циркуляционной воды. С этой целью на обратных трубопроводах секционных узлов или у оснований циркуляционных стояков устанавливаются термодрессели, применение которых повышает эффективность циркуляции в сетях горячего водоснабжения и соответственно снижает теплопотери и непроизводительный расход остывшей воды.

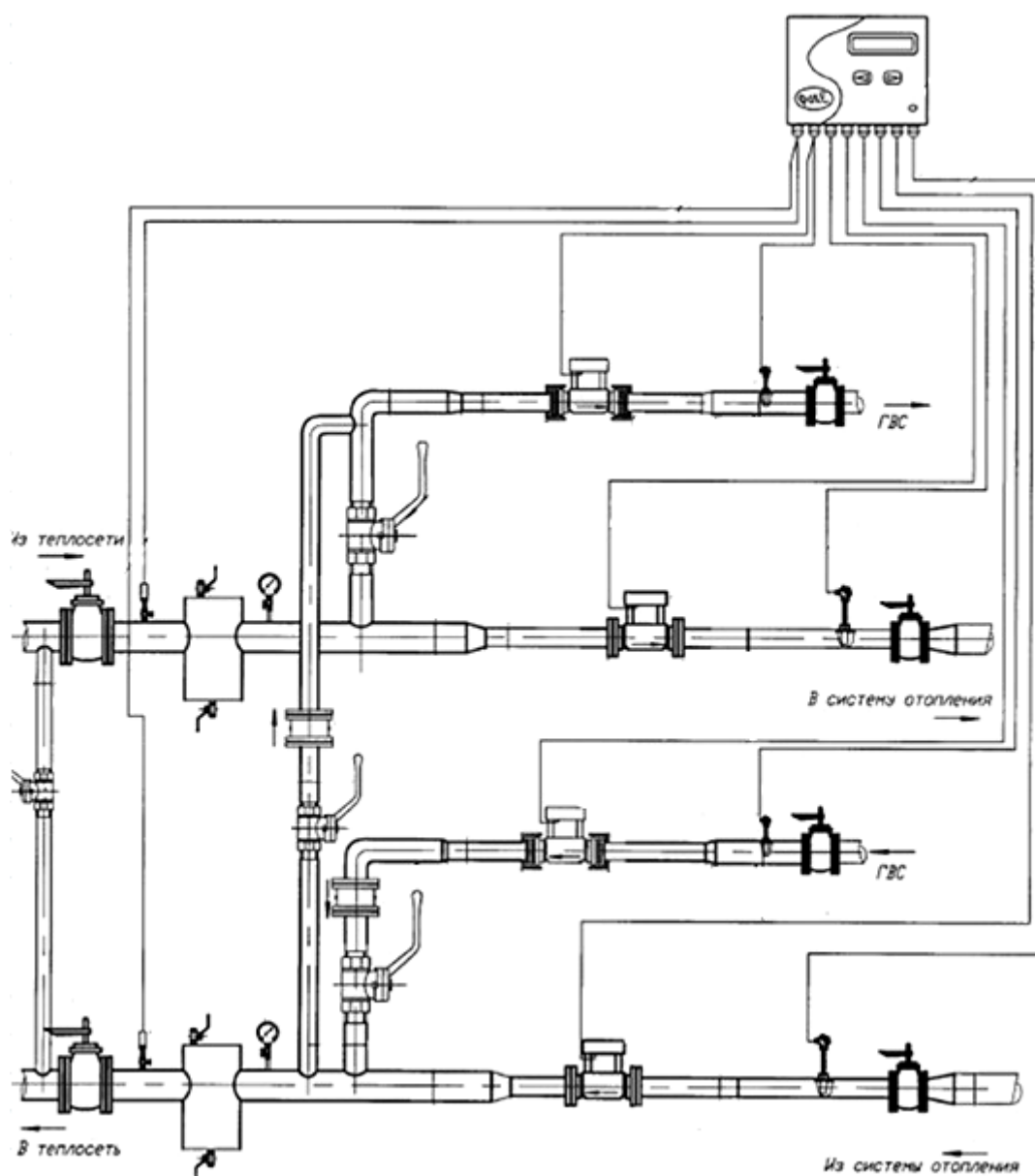


Рисунок 2.2. Ввод системы горячего водоснабжения при открытой системе

В закрытой системе теплоноситель из них не отбирается: поступив из сети в дом и, отдав здесь часть своего тепла, он возвращается в сеть. При этом сетевой теплоноситель может либо непосредственно проходить по внутридомовым «стоякам» и радиаторам в квартирах (зависимое подключение системы теплоснабжения), либо циркулировать через теплообменник в тепловом пункте дома (независимое подключение). Во втором случае внутридомовая система не зависит от сети и заполнена «местным» теплоносителем. Горячее водоснабжение в закрытых системах теплоснабжения организуется путем нагрева холодной воды в теплообменниках.

Эксплуатационные характеристики элеваторного и насосного смещения теплоносителя

Элеваторный узел устанавливается в местной системе отопления и представляет собой водоструйный насос, в котором потенциальная энергия перепада давления на входе и выходе преобразуется в кинетическую энергию подмеса. Он осуществляет работу по перемещению воды из зоны низкого давления в зону высокого давления. За счет резкого увеличения скорости после сопла в приемной камере создается разрежение, которое обеспечивает подсос охлажденной воды из обратной линии.

Поэтому для нормальной работы элеватора необходим определенный уровень перепада давления, составляющий $0,1 \dots 0,14$ МПа.

Достоинства элеватора: простота и надежность работы; нет движущихся частей; не требуется постоянное наблюдение; производительность легко регулируется подбором диаметра сменного сопла; большой срок службы; постоянный коэффициент смешения при колебаниях перепада давления в тепловой сети (в определенных пределах); вследствие большого сопротивления элеватора повышается гидравлическая устойчивость тепловой сети.

Недостатки элеватора: низкий КПД, равный $0,25-0,3$, поэтому для создания перепада давления в системе отопления надо иметь до элеватора располагаемый напор в 8-10 раз больший; постоянство коэффициента смешения элеватора, что приводит к перегреву помещений в теплый период отопительного сезона, т.к. нельзя изменить соотношение между количествами сетевой воды и подмешиваемой; зависимость давлений в системе отопления от давлений в тепловой сети; при аварийном отключении тепловой сети прекращается циркуляция воды в отопительной установке, в результате чего создается опасность замерзания воды в системе отопления.

Схема с насосным смешением с насосом на перемычке применяется:

– при недостаточном перепаде давлений на абонентском вводе ;

– при достаточном перепаде давлений, но если давление в обратном трубопроводе превышает статическое давление системы отопления не более чем на 5 м вод. ст.;

– требуемая мощность теплового узла велика (более 0,8МВт) и выходит за пределы мощности выпускаемых элеваторов.

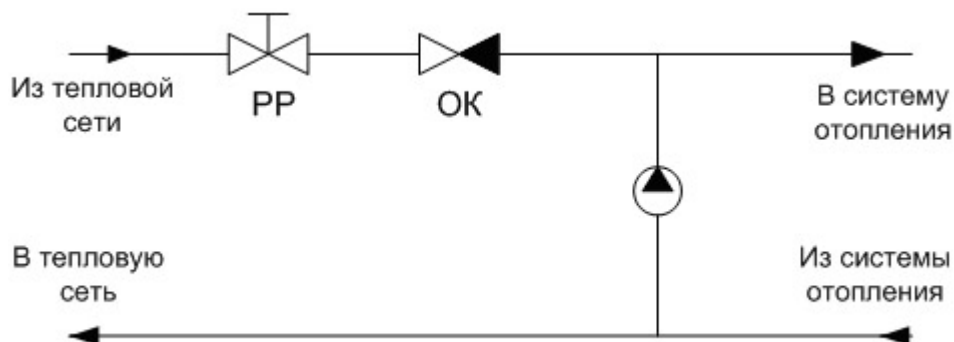


Рисунок 2.3. Схема с насосом на перемычке

При аварийном отключении тепловой сети насос осуществляет циркуляцию воды в отопительной установке, что предотвращает ее размораживание в течение относительно длительного периода (8-12 часов). Такая схема установки насоса обеспечивает наименьший расход электроэнергии на перекачку, т.к. насос подбирается по расходу подмешиваемой воды. При установке смесительных насосов в жилых и общественных зданиях рекомендуется применять бесшумные бесфундаментные насосы типа ЦВЦ производительностью от 2,5 до 25 т/час. Более высокой надежностью обладают насосы импортного производства, которые в настоящее время начинают использоваться на тепловых пунктах.

Замена элеваторов насосами является прогрессивным решением, т.к. позволяет примерно на 10% снизить расход сетевой воды и уменьшить диаметр трубопроводов. Недостаток – шум насосов (фундаментных) и необходимость их обслуживания. Схема широко применяется для ЦТП.

Схема с насосом на подающей линии применяется при недостаточном давлении в подающей магистрали, т.е. когда это давление ниже статического давления системы отопления (в зданиях повышенной этажности).

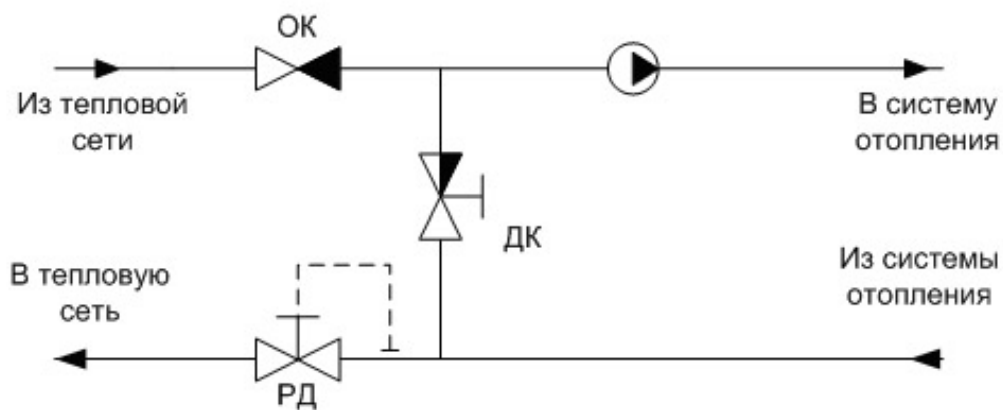


Рисунок 2.4. Схема с насосом на подающей линии

Расчетный напор насоса должен соответствовать недостающему напору, а производительность выбирается равной полному расходу воды в отопительной установке. Залив системы отопления обеспечивается регулятором подпора РД, причем разность напоров между подающей и обратной линиями дросселируется в регулировочном клапане на перемычке (ДК – дроссельный регулировочный клапан). С его помощью устанавливается необходимый коэффициент подмешивания. При нестабильном гидравлическом режиме тепловой сети обратный клапан на подающей линии заменяют регулятором давления после себя (РДПС), на который подается импульс при остановке подкачивающих насосов.

Схема с насосом на обратной линии применяется при недопустимо высоком давлении в обратной линии. Наиболее часто применяется на концевых участках, когда давление в обратке повышено, а перепад недостаточен. Насосы работают в режиме «подмешивание-подкачка», при этом снижается давление в обратной линии и увеличивается перепад между подающим и обратным трубопроводами. Регулятор подпора на обратной линии необходим при статическом режиме, когда насосы работают в качестве циркуляционных. В этом случае регуляторы давления на подающей и обратной линиях принудительно закрываются, и происходит отсечка абонентского ввода от тепловой сети. Для регулирования сниженного давления в обратной линии на перемычке устанавливается дроссельный регулировочный клапан (ДК), с помощью которого регулируется коэффициент подмешивания.

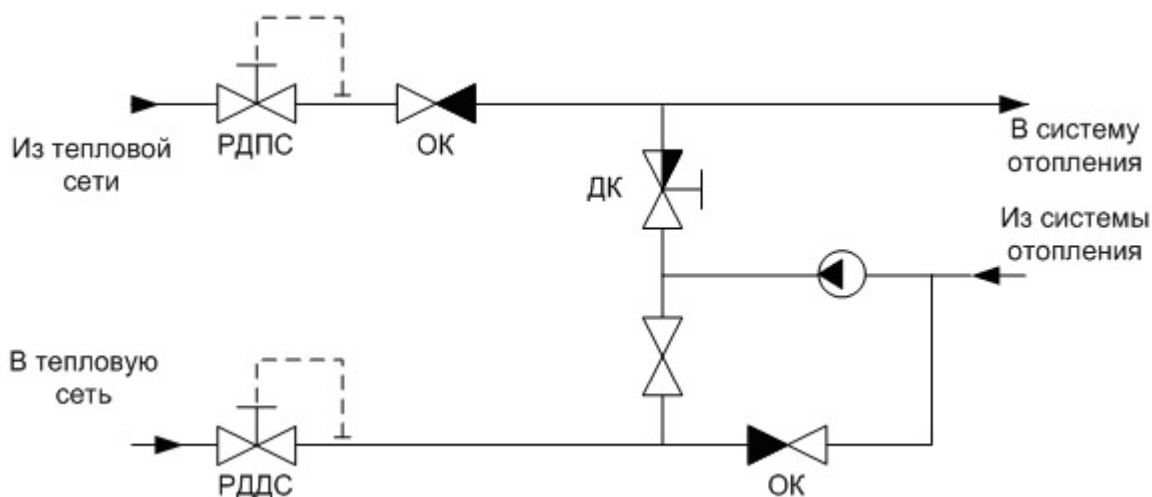


Рисунок 2.5. Схема с насосом на обратной линии

При использовании насосного смешения на тепловых пунктах наряду с рабочим насосом необходимо устанавливать резервный. Кроме того, требуется повышенная надежность в электроснабжении, так как отключение насоса приводит к поступлению перегретой воды из тепловой сети в местную отопительную систему, что может привести к ее повреждению. В случае аварии в тепловой сети, чтобы сохранить воду в местной системе отопления дополнительно устанавливаются обратный клапан на подающей линии и регулятор давления на обратном трубопроводе.

Отмеченные недостатки устраняются в схемах с элеватором и центробежным насосом. В этом случае выход из строя центробежного насоса приводит к снижению коэффициента смешения элеватора, но не снизит его до нуля, как при чисто насосном смешении. Эти схемы применимы если разность напоров перед элеватором не может обеспечить необходимого коэффициента смешения, т.е. она меньше $10 \div 15$ м вод. ст., но больше 5 м вод. ст. В действующих тепловых сетях такие зоны обширны. Схемы позволяют вести ступенчатое температурное регулирование в зоне высоких температур наружного воздуха. Установка центробежного насоса с нормально работающим элеватором при включении насоса позволяет увеличить коэффициент смешения и снизить температуру воды, подаваемой в систему отопления. Возможны 3 схемы включения насоса по отношению к элеватору (2.6).

Схема 1.

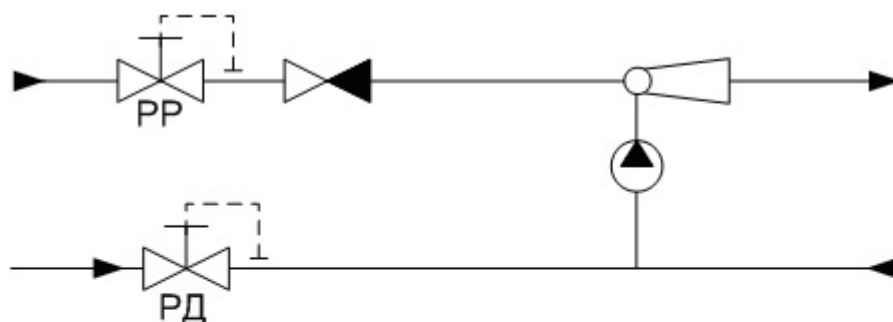


Схема 2

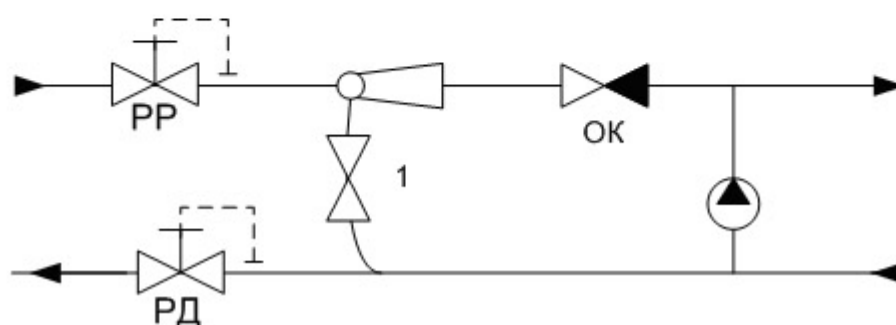


Рисунок 2.6. Схемы с насосом и элеватором

Схема 1 применяется, если потери напора в остановленном насосе невелики и не могут заметно снизить коэффициент смешения элеватора. Если это условие не выполняется, применяют схему 2. При малых перепадах давления необходимо прикрывать задвижку 1.

Другой схемой, которая может обеспечить двухступенчатое регулирование в зоне высоких температур наружного воздуха, является схема с двумя элеваторами.

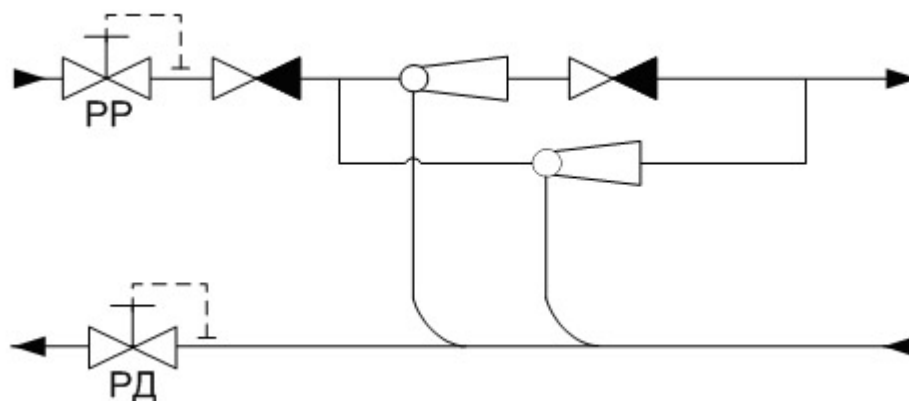


Рисунок 2.7. Схемы с двумя элеваторами

Отключение одного элеватора ведет к снижению расхода сетевой воды и повышению коэффициента смешения. Каждый элеватор может быть рассчитан на 50% расхода воды, либо один на 30-40%, а другой на 70-60%.

Разработаны элеваторы с регулируемым соплом. Путем введения иглы изменяется сечение сопла и соответственно коэффициент смешения. Это позволяет в теплый период снизить расход сетевой воды и увеличить коэффициент смешения, сохраняя постоянным расход в системе отопления. Как бы ни была совершенна конструкция элеватора, погрешность и маневренность при зависимом присоединении от этого не повысятся.

В последние годы в связи с увеличением строительства зданий повышенной этажности растет использование независимых схем присоединения систем отопления через водо-водяные подогреватели. Переход на независимые схемы позволяет широко применять автоматизацию и повысить надежность теплоснабжения. Целесообразно применять независимое присоединение систем отопления в сетях с непосредственным водоразбором, что позволяет ликвидировать основной недостаток этих систем, а именно, низкое качество воды, идущей на горячее водоснабжение.

Наладка и регулировка домовых вводов

Регулировка теплового ввода выполняется после регулировки тепловой сети и заключается в определении и получении нужного коэффициента смешения. Наиболее сложно этот вопрос решается при элеваторном смешении. Поэтому вначале рассмотрим наладку элеваторного узла.

Для обычно принимаемых расчетных температур местных отопительных систем 95-70°C коэффициент смешения элеватора при температурном графике наружной теплосети 130°C и 150°C составит соответственно 1,4 и 2,2. Однако на практике большинство отопительных систем (особенно в домах старой постройки) имеет завышенную теплоотдачу нагревательных приборов. В результате нормативный коэффициент смешения, определяемый по расчетным температурам теплосети и отопительной системы оказывается как правило

заниженным по сравнению с необходимым. Для устранения перегрева отапливаемых помещений в этом случае необходимо соответствующее снижение температуры воды в системе, что достигается увеличением коэффициента смешения с одновременным сокращением расхода сетевой воды. Такое изменение величины коэффициента смешения можно получить уменьшением диаметра сопла элеватора.

Как показывает эксплуатационная практика, большинство систем отопления удовлетворительно работает (без значительной их разрегулировки) лишь с завышением расхода местной воды не менее, чем на 15-25 %. Обеспечение необходимых для этого высоких значений коэффициента смешения требует наличия повышенных перепадов давления перед элеватором. При этом расход сетевой воды не должен уменьшаться. Подобное изменение коэффициента смешения может быть получено уменьшением диаметра сопла элеватора с одновременным соответствующим повышением давления перед элеватором. Уменьшение коэффициента смешения при последовательной схеме и нормальном графике теплоснабжения компенсирует уменьшение отпускаемой теплоты часы горячего водоразбора.

При решении вопроса о том, на какую разность давлений следует налаживать элеватор, необходимо иметь в виду, что эта разность не сохраняется неизменной, а снижается по мере загрузки теплосети за счет подключения новых абонентов. При неполной загрузке тепловой сети фактические значения разности давлений могут быть выше заданных и принятых в проекте. На практике на головных участках теплосети они могут быть еще больше. Поэтому регулировку следует вести на режиме, соответствующем полной загрузке теплосети. При неполной загрузке временный избыток напора следует погасить в регуляторе расхода, а при его отсутствии дроссельной диафрагмой. Постоянный избыток напора при общей величине напора до 0,2 МПа целесообразно гасить в элеваторе, уменьшая диаметр отверстия сопла. Необходимый диаметр сопла можно определить по

справочным таблицам или номограммам как функцию расчетного расхода сетевой воды и перепада давления в сопле.

В отличие от двухтрубных систем однотрубные обладают большей гидравлической устойчивостью. Кроме того, увеличение расхода циркулирующей воды в однотрубной системе отопления вызывает температурную разрегулировку системы, связанную с изменением температуры воды в системе по мере ее охлаждения в нагревательных приборах. Всякое изменение расхода воды против расчетного изменяет распределение температур по приборам и тем самым нарушает их расчетную теплоотдачу. Поэтому увеличение коэффициента смешения против необходимого в однотрубных системах является нежелательным. Уменьшить его можно увеличением гидравлического сопротивления системы отопления. Проще и лучше всего это сделать прикрытием задвижки после элеватора. При таком способе регулирования коэффициента смешения расход сетевой воды практически остается неизменным.

Тема 2.2 Эксплуатационные характеристики систем отопления

Тепловой и гидравлический режимы

В настоящее время в жилищном хозяйстве находятся в эксплуатации системы отопления самых различных конструкций, в том числе: по разливу теплоносителя с верхней и нижней разводкой, по конфигурации магистрали с попутным и тупиковым движением воды; по подаче и отводу воды от отопительных приборов двухтрубные и однотрубные.

К эксплуатационным особенностям двухтрубных систем относятся: низкая гидравлическая устойчивость систем, которая вызывает их тепловую разрегулировку и, как следствие, перераспределение теплоотдачи отопительными приборами при изменении наружной температуры; большое количество соединительных и запорных элементов снижает эксплуатационную надежность систем, поскольку увеличивается число потенциальных источников отказов; большое количество стояков с уменьшенными диаметрами

способствует возникновению засоров в трубах; соответствие конструкции принципу индивидуального регулирования теплоотдачи отопительными приборами.

В качестве эксплуатационных особенностей однотрубных систем можно отметить: отсутствие тепловой разрегулировки; повышенная гидравлическая устойчивость; меньшее число конструктивных элементов; меньшая подверженность засорению и образованию воздушных пробок; более высокие эстетические качества; возможность температурной разрегулировки, которая свойственна только однотрубным системам.

Эксплуатационными особенностями систем с нижней разводкой являются: пониженные теплопотери; облегченный контроль и анализ работы системы; тепловая разрегулировка компенсируется гидравлической вертикальной; затрудненный централизованный сбор и удаление воздуха, особенно в радиаторах; затрудненный спуск и наполнение системы.

Классификация отказов систем отопления

Отказы в системах отопления могут проявляться в виде течи, отклонений от требуемой теплоотдачи у отдельных приборов или их групп.

Отказы первого вида вызываются нарушениями механической прочности элементов системы и являются следствием чрезмерного повышения давления в системе, физического износа или старения уплотнительного материала.

Отказы второго рода связаны с засорами, завоздушиваниями, зарастанием систем или с их разрегулировкой.

Засоры происходят в результате попадания в систему посторонних предметов, продуктов коррозионно-накипных отложений, которые препятствуют нормальной циркуляции воды в трубопроводах, а также вследствие зарастания системы. Для недопущения засоров необходимо ежегодно промывать систему.

Завоздушивание происходит в результате заполнения и подпитки системы водопроводной водой; наличия контруклонов на отдельных участках системы;

неправильного заполнения системы; плохой работы воздуховыпускных устройств.

Разрегулировка вызывает нарушение нормальной теплоотдачи отдельными приборами или их группами. Она является следствием конструктивных особенностей системы. Разрегулировка может классифицироваться по физическим причинам, ее вызывающим, на тепловую, гидравлическую и температурную, по характеру проявления на вертикальную и горизонтальную.

Тепловая разрегулировка является неизбежным свойством двухтрубных систем отопления и вызывается различным влиянием на работу приборов разных этажей гравитационной составляющей естественного располагаемого напора, который меняется при изменении температуры наружного воздуха.

Гидравлическая разрегулировка обусловлена недостаточной увязкой циркуляционных колец стояков и приборов, что на практике приводит к относительно большему расходу воды в кольцах стояков, ближайших к вводу.

Температурная разрегулировка присуща только однетрубным системам. Она является результатом различия и взаимозависимости температуры воды в приборах одного стояка. Меры по устранению температурной разрегулировки сводятся к восстановлению расчетных значений поверхности отопительных приборов; расхода местной воды через все стояки или ветки.

Таблица 2.1

Характерные неисправности в системе отопления и способы их
предупреждения и устранения

№	Неисправность	Признаки неисправности	Причины неисправности	Способы предупреждения или устранения неисправности
1	Неисправность насосов ручного действия.	Не обеспечивается заполнение или подпитка системы водой вручную.	Неплотное прилегание клапанов, чрезмерно большой зазор между крыльчаткой и корпусом и т.п.	Произвести ревизию насоса, устранить дефекты или заменить насос новым, улучшенной конструкции с ручным или электроприводом

2	Неисправность запорно-регулирующей арматуры, неисправность задвижки.	Плотно закрытая задвижка пропускает воду.	Отложение солей на дисках задвижки.	Для удаления отложений шпиндели всех задвижек необходимо один раз в неделю передвигать до крайних положений несколько раз. Неисправную задвижку разобрать и прошабрить ее дисковые кольца и гнезда.
		Утечка воды из задвижки	Неплотности сальника.	Подтянуть болты сальника или сменить набивку сальника.
			Неплотности фланцевого соединения.	Подтянуть болты на фланцах, сменить прокладку.
3	Неисправности регулировочных кранов и вентилей.	Трехходовой кран перекрывает весь стояк системы отопления.	Сломан или отсутствует стопор.	Установить стопор или сменить дефектный кран.
		Кран не проворачивается.	Засорение или поломка крана.	Разобрать, произвести очистку, смазку или заменить кран.
		Плотно закрытый вентиль пропускает воду.	Изношена уплотнительная прокладка.	Сменить прокладку.
		Утечка воды из крана.	Разрыв корпуса в резьбовом соединении.	Сменить кран.
			Неплотности в соединении.	Перебрать заново соединение.
			Неплотности сальника.	Подтянуть болты сальника, сменить набивку.
4	Неисправности циркуляционных насосов.	Чрезмерный шум при работе.	Неправильная сборка насоса.	Устранить неисправность.
			Неправильное центрирование насоса и двигателя	Соединить насос с двигателем болтами с резиновыми

			на одной оси.	прокладками.
			Слабая затяжка болтов на полумуфтах.	Устранить неисправность.
			Отопительные трубопроводы жестко заделаны в стенах или перекрытиях.	В этих местах трубу заключить в гильзу, "заполненную звукоизолирующим "материалом.
			Наличие заусенцев и наплывов в напорной	После разборки насоса срубить или зачистить
		Недостаточны производительность и давление, создаваемые насосом.	Недоброкачественно выполненный фундамент создает вибрацию или движение насоса вдоль фундамента.	Сменить фундамент на новый с упругими прокладками между насосом и фундаментом. Лучший результат дает установка насоса на виброосновании с пружинными и стальными амортизаторами.
			Жесткое присоединение трубопроводов к насосу.	Присоединить трубопроводы к насосам при помощи вибровставок.
			Засорение лопастей насоса.	Очистить колесо.
			Подсасывание воздуха через сальники или фланцы на всасывающей трубе.	Подтянуть сальник или сменить его набивку; подтянуть фланцы или сменить прокладку между ними.
			Колесо насоса вращается в обратную сторону.	Изменить направление вращения двигателя.
			Открыта или негерметична задвижка на обводной линии.	Закрыть плотно задвижку на обводной линии или, в случае необходимости, отремонтировать
		Чрезмерный нагрев	Насос засорен грязью и песком.	Разобрать и очистить насос.

		насоса или двигателя.	Сильно затянут сальник (насос после выключения двигателя останавливается не постепенно, а сразу).	Ослабить сальник или сменить его.
			Заедание или повреждение смазывающегося кольца.	Устранить причину заедания кольца или сменить его.
			В смазке много грязи и песка.	Удалить смазку, промыть подшипники керосином и заполнить смазочные коробки качественной смазкой.
5	Недогрев и непрогрев отдельных стояков системы.	Чрезмерно низкая температура воды, выходящей из стояка.	Неполное открытие крана.	Устранить дефекты крана или сменить его.
			Наличие воздушных пробок.	Выверить уклоны магистральных трубопроводов, устанавливать только проточные воздухоотборники.
			Засор в верхней или в нижней части стояка, в том числе диафрагмы.	Устранить засор, разобрав неисправную часть стояка.
			Сужение проходного сечения стояка пробкой с чрезмерно длинной резьбой, завернутой в тройник на стояке (для спуска из него воды).	Уменьшить длину резьбы пробки.
			Циркуляция воды через воздушные трубы системы с нижней разводкой.	Устраивать петли около воздухоотборников и устанавливать вентили на воздушных трубках стояков. Прикрывать вентили до тех пор, пока циркуляция воды через

				воздушную трубку не прекратится (трубка при этом перестает нагреваться).
			Система не отрегулирована (недостаточная температура на входе в систему отопления, не достаточен расход воды в системе отопления).	Произвести регулировку системы отопления, доведя температуру подающей и обратной воды в системе.
6	Недогрев или непрогрев отдельных приборов.	Чрезмерно низкая температура воды, выходящей из прибора.	Наличие контруклонов, мешков и горбов на подводках.	Переделать подводку.
			Засоры внутри прибора у места входа воды в сгон на обратной проводке, длинная резьба которого ввернута в пробку прибора.	Раззенковать и очистить от заусенцев сгоны, ввертываемые длинной резьбой внутрь прибора.
			Засорение трубы металлом во время сварки подводов.	Заменить подводку.
			Смят конец чрезмерно длинной резьбы в кране двойной регулировки (резко уменьшилось в этом месте сечение трубы).	Разобрать подводку и отрезать смятый участок резьбы.
7	Недостаточная теплоотдача нагревательного прибора.	Чрезмерно высокая температура воды, выходящей из прибора.	Чрезмерно длинная резьба, завернутая в тройник или крестовину, что создает большое сопротивление проходу воды в	Разобрать подводку и уменьшить длину резьбы до нормальной величины.

			прибор.	
			Неправильная установка радиатора.	Радиатор должен быть установлен строго вертикально и находиться от пола на 60 мм, от подоконной доски на 50 мм и от стен на 30 мм.
			Нагревательный прибор закрыт мебелью или предметами домашнего обихода.	Расстояние от прибора до мебели должно быть не менее 60 мм.
			В нагревательном приборе много грязи.	Тщательно промыть прибор (2-3 раза).
			Поверхность нагревательного прибора меньше проектной величины.	Сверить поверхность установленного прибора с проектной ее величиной и, соответственно, в случае необходимости, ее увеличить.
			У ребристой трубы выбито более 10% ребер.	Заменить неисправную ребристую трубу новой.
8	Неисправность бетонных отопительных панелей.	Наличие щелей по периметру панелей.	В результате механических воздействий смяты ребра конвектора плинтусного типа.	Демонтировать конвектор и выправить ребра при помощи деревянного шаблона и молотка.
		Утечка воды из труб, заделанных в панель.	Некачественный монтаж или температурные деформации.	Снизу в стык между панелями подлить цементный раствор, а сверху и с боков законопатить жгутом из льняной пряжи, а затем зачеканить цементным раствором.
		Перегрев или недогрев панели.	Некачественное изготовление панелей.	Разрушить слой бетона в месте утечки, устранить ее при помощи газовой сварки (операционным

				швом), опрессовать панель и заделать поврежденный участок трубопровода.
			Наличие засоров.	Произвести промывку стояка, к которому присоединена панель, после чего отключить кранами все панели стояка (кроме не прогревающейся) и дополнительно промыть стояк.
9	Неисправность системы воздушного отопления.	Чрезмерно низкая температура воздуха в большинстве помещений.	Недостаточная поверхность нагрева калориферов.	Увеличить поверхность нагрева калориферов согласно соответствующему расчету.
			Ребра калориферов покрыты пылью и грязью.	Очистить калориферы пылесосом или промыть при помощи шланга.
			Через притворы окон и две рей в нижние этажи здания поступает наружный воздух в количествах, значительно превышающих норму.	Уплотнить притворы окон и дверей прокладками или отремонтировать переплеты.
10	Неисправность радиаторов	Течи в ниппельных соединениях	Ниппельные соединения уплотнены льняной прядью или сухими картонными прокладками.	Снять и разобрать неисправные приборы, удалить имеющиеся уплотнения и собрать радиатор с уплотнением, проваренным в олифе, прокладками из картона, а в системах с перегретой водой из паронита.
			Повышение давления в системе, присоединенной к тепловым сетям	Заменить неисправные радиаторы новыми. При включении системы необходимо открыть задвижку на обратной магистрали,

			ТЭЦ или районных котельных.	а при отключении сначала открывать задвижку из горячей магистрали.
--	--	--	-----------------------------	--

Методы предупреждения и ликвидации отказов систем отопления

Отличить завоздушивание от засора можно исходя из характерных особенностей завоздушивания: последнее образуется в верхних участках системы или приборов; для завоздушиваний обычно характерны контруклоны. Место нахождения рассматриваемой причины нарушения циркуляции определяется анализом, на основании четкого понимания работы системы.

Особую трудность в выявлении и устранении представляют так называемые блуждающие засоры, которые образуются при попадании в трубопроводы легких предметов (деревянная стружка, окалина и т.п.) и проявляются в разных местах. Для недопущения зарастания системы необходимо ее промывать 1–2 раза в год.

Разрегулировки как специфический отказ системы отопления и связанные с ними нарушения гидравлического и теплового режимов.

Повысить устойчивость к тепловой разрегулировке можно, увеличив механический напор с сохранением общей теплоподдачи; уменьшив естественный напор путем увеличения расхода местной воды, одновременно снизив температуру теплоносителя в местной системе для сохранения неизменной общей теплоподдачи; увеличив гидравлическое сопротивление верхних приборов; модернизировав существующую систему на систему с нижней разводкой.

Теоретически гидравлическая разрегулировка может быть полностью устранена путем гидравлической увязки всех циркуляционных колец с помощью запорной или регулирующей арматуры и диафрагм; увеличения расхода местной воды в двухтрубных системах отопления.

Меры по устранению температурной разрегулировки сводятся к восстановлению расчетных значений: поверхности отопительных приборов; расхода местной воды через все стояки (или ветки в горизонтальных системах).

Сравнительная оценка надежности распространенных систем отопления

Эксплуатационные особенности конструкций систем отопления и отопительных приборов позволяют выделить факторы надежности систем в целом. Надежность распространенных систем отопления повышается при использовании:

- конвекторов как отопительных приборов с лучшей ремонтпригодностью, большей надежностью, практически неподверженных заводушиванию;
- конструкций однетрубных систем, как систем, не подверженных к тепловой разрегулировке;
- нижней разводки, достоинства которой приведены выше;
- конструкций бифилярных систем;
- конструкций с попутным движением воды, особенно в протяженных системах, в коротких этот фактор малосущественен.

Методы обследования систем и оборудования

Трубопроводы теплоснабжения, горячего водоснабжения, водоотведения (напорные) подвергаются следующим видам технического освидетельствования: наружному осмотру и гидравлическому испытанию.

Наружный осмотр трубопроводов, производимый без снятия изоляции, имеет целью проверку: отсутствия видимой течи из трубопровода и заземления трубопровода в компенсаторах (для теплоснабжения), в местах прохода трубопровода через стенки камер, площадки, состояния подвижных и неподвижных опор.

Наружный осмотр трубопроводов, производимый со снятием изоляции, имеет целью выявление изменений формы трубопровода, поверхностных дефектов в основном металле трубопровода и сварных соединениях, образовавшихся в процессе эксплуатации (трещин всех видов и направлений, коррозионного износа поверхностей), и включает визуальный и измерительный

контроль. Решение о необходимости снятия изоляции и проведения измерительного контроля, а также его объемах принимает лицо, ответственное за исправное состояние и безопасную эксплуатацию трубопровода.

Техническое освидетельствование при наружном осмотре проводится с периодичностью не реже одного раза в полгода для паровых и водяных сетей всех стандартных диаметров. Также по утвержденному графику проводятся предупреждающие локальные наружные осмотры сетей (мест подземной прокладки сетей) в местах проведения мероприятий подразумевающих массовые скопления людей.

Для обнаружения дефектов трубопроводов косвенными методами рекомендуется использовать современные методы неразрушающего контроля состояния трубопроводов тепловых сетей: инфракрасная техника, акустические и ультразвуковые течеискатели, методы корреляции, магнитные методы, методы акустической эмиссии, вихретоковые методы, длинноволновые ультразвуковые методы и другие.

Обеспечение энергоэффективности и безопасности систем

Большое значение имеет оценка состояния системы отопления, ее проверка и наладка ее работы, поскольку неправильная работа системы отопления, ее отдельных элементов приводит, в конечном итоге, к большим потерям тепла и снижению ее энергоэффективности.

Наладка – это подготовка к использованию, которая включает: проверку соответствия системы проекту; промывку системы и заполнение ее водой; пусконаладку основного оборудования.

В процессе пусконаладки выполняется: включение основного оборудования; контроль наличия/отсутствия посторонних шумов, вибрации, наличия утечки воды, запаха гари, ярких вспышек.

При наладке необходимо: внимательно проконтролировать показания всех имеющихся контрольно-измерительных приборов; настроить и отрегулировать различные контуры системы отопления; подписать приёмо-сдаточный акт.

В общем случае процесс наладки можно разделить на несколько этапов, каждый из которых отвечает за настройку и регулировку определённой группы узлов системы: наладка котельного агрегата или теплового пункта; гидравлическая и тепловая регулировка системы отопления.

Регулировка систем осуществляется для обеспечения распределения проектных расходов теплоносителя по всем циркуляционным кольцам. Теплоотдачу СО можно регулировать двумя способами: качественно и количественно (рис. 2.8).

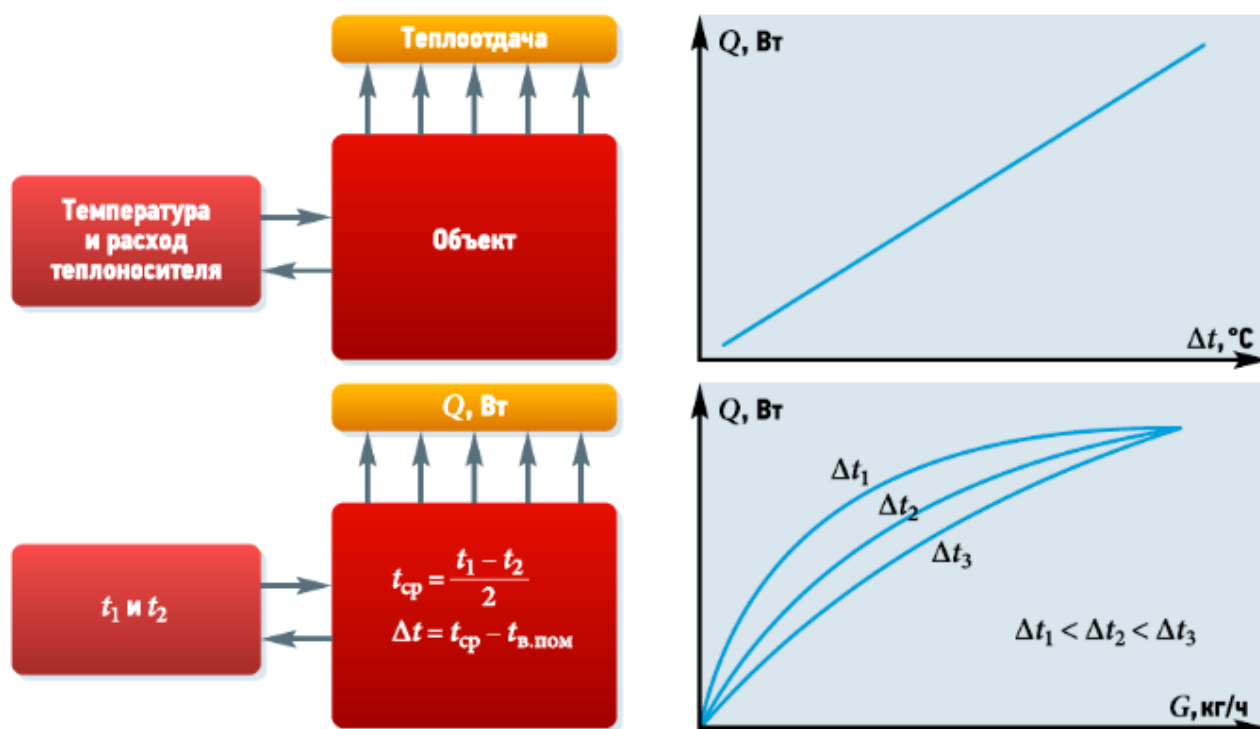


Рисунок 2.8. Качественная и количественная регулировка системы отопления

Цель регулировки - обеспечить равномерное, требуемое распределение тепла у всех потребителей. Качественное регулирование – это изменение теплоотдачи за счёт изменения температуры теплоносителя t_1 и t_2 и, соответственно, температурного напора отопительного оборудования Δt . Качественное регулирование осуществляется в котельной, индивидуальном тепловом пункте и смесительном узле. В котельной температура теплоносителя изменяется за счёт изменения количества сжигаемого топлива или смешивания теплоносителей; в ИТП при закрытой схеме – за счёт изменения расхода греющего теплоносителя; в ИТП при открытой схеме присоединения системы

отопления и в узлах смешивания – смешиванием подающего и обратного теплоносителя.

Количественное регулирование – это изменение теплоотдачи за счёт изменения расхода теплоносителя G . Количественное регулирование в первую очередь направлено на гидравлическую увязку системы, то есть настройку распределения потоков между циркуляционными кольцами. Настройка системы отопления заключается в обеспечении равномерности прогрева системы отопления и равномерности распределения теплоносителя. В практике наладки и эксплуатации систем отопления применяются оба способа одновременно.

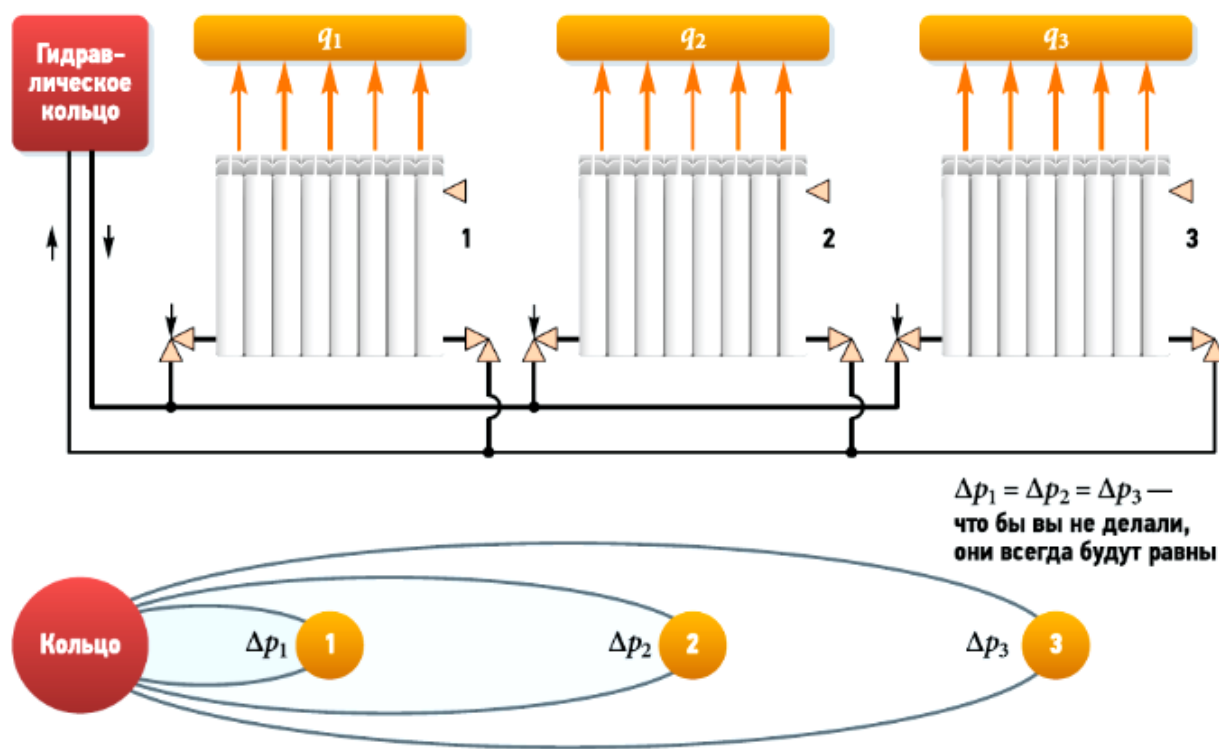


Рисунок 2.9. Пример гидравлической регулировки двухтрубной системы отопления

Гидравлическая увязка потоков на практике может осуществляться несколькими методами: последовательного приближения к заранее заданному расходу; температурным; проектным; пропорциональным; компенсационным; компьютерным. Стоит отметить, что при наладке целесообразно использовать комбинацию методов, учитывая при этом особенности смонтированной системы отопления.

Метод последовательного приближения к заранее заданному расходу полностью опирается на индивидуальный интуитивный опыт наладчика и заключается в закрытии и открытии регулирующих клапанов в надежде настроить систему отопления. Результат наладки чаще всего определяется по температуре отопительных приборов – она должна быть одинаковой.

Плюсы метода:

- простота и малые финансовые затраты, не требуются дополнительные технические средства;
- данным методом умеет пользоваться каждый, не требуется специальная подготовка;
- удовлетворительно настраиваются небольшие системы.

Минусы:

- неточность регулировки;
- трудно настраивать большие системы, требуются большие затраты времени и волевых усилий.

Метод температурной наладки аналогичен предыдущему методу, их даже можно назвать аналогами. Однако есть ряд «но». Данный метод опирается на закон сохранения энергии и на приборные измерения температуры теплоносителя на входе и выходе из отопительного прибора. Метод базируется на законе сохранения энергии, уравнении определения количества теплоты: при передаче тепла от теплоносителя посредством отопительного прибора в помещение температура теплоносителя понижается, изменяем расход – регулируется теплоотдача. Данный метод применяется в достаточно простых системах, где используются балансировочные клапана без штуцеров.

Плюсы – доступность. Использование этого метода возможно в ситуациях, когда другие методы недоступны. Такой метод применяется, когда мастер ограничен в ресурсах (приборы, современные балансировочные и автоматические клапаны, «интеллект» и т.п.).

Минусы: данный метод является неточным, особенно в ситуациях, когда разность температур теплоносителя незначительна. То есть точность метода повышается с ростом температуры наружного воздуха. К некорректным результатам также приводит завышенная площадь отопительных приборов.

Проектный (расчётный) метод или метод предварительной настройки клапанов основан на регулировке по результатам гидравлического расчёта при проектировании систем отопления. Собственно, в первую очередь он осуществляется в процессе проектирования. При этом проектировщик производит увязку циркуляционных колец в ходе расчёта пропускной способности и настройки регулирующих клапанов.

Преимущества: наладчику достаточно выставить необходимую настройку, проверить расход теплоносителя и, в случае необходимости, произвести корректировку данных настроек.

Недостатки: не учитываются изменения, внесённые в процессе монтажа систем отопления, а их может быть предостаточно. Монтаж – коварная штука, и очень часто «взгляды» проектировщика и монтажника расходятся по ряду объективных и необъективных причин.

Пропорциональный метод основан на закономерностях отклонения потоков в параллельных участках системы при регулировании одного из них. Из курса гидравлики известно, что контуры трубопроводов могут соединяться параллельно, последовательно и разветвлённо. Каждый участок трубопровода имеет определённую характеристику сопротивления. В зависимости от способа соединения различных трубопроводов эти характеристики определённым образом суммируются. При последовательном соединении данная зависимость имеет вид: $S = S_1 + S_2$, $G_1 = G_2$. При параллельном соединении: $S = 1 / (\frac{1}{\sqrt{S_1}} + \frac{1}{\sqrt{S_2}})^2$.

Известно, что в параллельно соединённых трубопроводах будут одинаковые потери напора. Предполагается, что регулировка одного из

вентилей в контуре не ведёт к пропорциональному изменению параметров в остальных клапанах контура.

Между расходами воды в контурах системы существует пропорциональная зависимость – изменение сопротивления одного из клапанов влечёт за собой перераспределение расходов с сохранением пропорции между ними.

Алгоритм регулировки системы отопления пропорциональным методом:

1. Определяем циркуляционные кольца.
2. Выделяем главное циркуляционное кольцо.
3. Открываем вентиль основного циркуляционного кольца (при этом немного прикрываем остальные вентили контура). Если нет уверенности в том, какое циркуляционное кольцо главное, – оставляем открытыми.
4. Определяем существующую пропорцию между стояками или пропорцию между фактическими и проектными расходами в стояках (контурах).
5. Находим стояк или контур, относительно которого будем осуществлять регулирование (обычно это контур с наименьшим соотношением $G_{1ф}/G_{1пр}$).
6. Затем методом последовательных приближений выставляется регулируемым вентилем расход в контуре $2 \ G_{1ф}/G_{1пр} = n = G_{2ф}/G_{2пр}$ и т.д.
7. На завершающем этапе регулируем основной вентиль, выставляя на нём соотношение $G_{ф}/G_{пр}=1$, и по закону пропорциональности в остальных контурах системы установится также соотношение $G_{1ф}/G_{1пр} = G_{2ф}/G_{2пр} = 1$.

Этот метод регулирования применяется в больших разветвлённых системах.

Плюсы: возможность настройки сложных разветвлённых систем; возможность быстрой корректировки при регулировании проектным методом в случае изменений смонтированных систем относительно проекта. Минусы: наличие большого количества балансировочных вентилей и, как следствие, повышенные потери давления в системе; многократные измерения расходов

теплоносителя в контурах; необходимость наличия измерительных приборов и времени.

Компенсационный метод регулировки базируется на рассмотренных в предыдущем разделе принципах гидравлики (является усовершенствованным пропорциональным методом).

Алгоритм регулировки системы отопления компенсационным методом:

1. Необходимо наличие не менее трёх человек. Наладчик 1 будет отвечать за регулировку основного (эталонного) клапана, наладчик 2 – настраивать клапана системы и контролировать расход в них, наладчик 3 – регулируя магистральный клапан, поддержит заданный перепад давления или расход на основном клапане (компенсирует перетоки).

2. На наиболее удалённом клапане наладчиком 1 устанавливается такой перепад давления, например – 3 кПа. Остальные клапаны контура, либо в целом системы остаются открытыми.

3. Наладчик 3 прикрывает удалённые клапаны до тех пор, пока не установится соотношение $G_{1ф} = G_{1пр}$.

4. Наладчик 2 начинает регулировать клапан одного из второстепенных контуров и устанавливает $G_{2ф} = G_{2пр}$.

5. Наладчик 3 по указаниям наладчика 1 компенсирует возникшие перераспределения потоков и пока у наладчика 1 не установится $G_{1ф} = G_{1пр}$.

6. Наладчик 2 проверяет, установилось ли в контуре равенство $G_{2ф} = G_{2пр}$. Если оно не установилось, то действия пунктов 4 и 5 повторяются.

7. Наладчик 2 начинает регулировать клапан последующего второстепенного контура и устанавливает на нём расход $G_{3ф} = G_{3пр}$.

8. Наладчик 3 по указаниям наладчика 1 компенсирует возникшие перераспределения потоков, пока у наладчика 1 не установится $G_{1ф} = G_{1пр}$.

9. Далее цикл повторяется вновь и вновь, пока не настроится вся система в целом.

Преимущества метода: настройка разветвлённых систем отопления за один этап; минимизация количеств измерений. Его недостатки: настройку желательно производить втроем; необходимо два дифференциальных манометра.

Рассмотренные методы регулировки на практике целесообразно комбинировать, оперируя теми устройствами регулировки и контроля регулируемых параметров, которые доступны, а понимание пропорциональности перераспределения расходов в регулируемых участках способно облегчить процесс наладки.

Тема 2.3. Эксплуатация систем холодного водоснабжения

Гидравлический режим работы

По назначению водопроводы подразделяют на хозяйственно-питьевой (B1), противопожарный (B2), производственные (B3–B10), поливочный (B11). В общем случае система холодного водоснабжения может состоять из ввода, водомерного узла, разводящих сетей, стояков, подводок к санитарно-техническим приборам, водоразборной и смесительной, а также запорно-регулирующей арматуры, насосных установок, водонапорного бака. Запорная арматура устанавливается у основных стояков; на кольцевой разводящей сети для возможности отключения участка не более полукольца; на ответвлениях в квартиры. Для частичной разборки устанавливаются разъемные соединения у оснований стояков; перед присоединением арматуры.

Для нормальной работы внутреннего водопровода на вводе в здание должен быть создан требуемый напор, который обеспечивал бы подачу нормативного расхода воды к наиболее высоко расположенному устройству (так называемому диктующему прибору). Минимальный напор в наружном водопроводе у места присоединения ввода (у трубы или на поверхности земли) называют гарантированным напором.

Основные задачи эксплуатирующих организаций: наблюдение за оборудованием систем и устранение неполадок, вызывающих перебои в подаче

воды потребителям; контроль за потреблением воды и давлением на вводах и в системах, позволяющих выявить, а затем устранить потери воды; предотвращение замерзания воды в трубопроводах системы и образования конденсата; борьба с шумом, возникающим при работе систем.

Длительные перерывы в подаче воды потребителям или отсутствие воды происходит при снижении давления в наружной водопроводной сети в результате неисправности насосной установки, трубопроводной арматуры, при засорах или замерзании трубопроводов. Снижение давления в наружной сети приводит к перерывам в подаче воды потребителям, расположенным в верхних этажах здания. В этом случае проверяют давление на вводе в здание по манометру, расположенному сразу после водомера. При давлении ниже требуемого проверяют, открыты ли все задвижки на вводе и в колодце в месте присоединения ввода к наружной сети. Затем по показаниям водомера проверяют его исправность. О неисправности водомера свидетельствует очень малая разность показаний счетчика в течение суток и неподвижная стрелка. Причиной неисправности может быть засор или заклиненная крыльчатка.

Неисправность насосной установки определяют по давлению на манометре, установленном после насоса. При незначительном отличии давления на манометре до насоса от давления после насоса означает выход из строя насосного агрегата или арматуры. Неисправный агрегат осматривают, проверяют нагрев подшипников, насос и двигатель, состояние сальников, муфты, соединяющей насос и двигатель, и устраняют неисправности.

Засор трубопровода устанавливают путем сравнения давления на различных участках, измеренного накладным манометром, который надевают на излив водоразборной арматуры на различных участках системы. Место засора можно выявить также прослушиванием трубопроводов с помощью течеискателя в часы максимального водопотребления.

При кратковременных перерывах в подаче воды, наблюдающихся только в часы максимального водопотребления, фактический суточный расход воды в

системе по водомеру проверяют, сравнивая разность показаний водомера, снятых через сутки. При расходе больше планового перерывы в подаче связаны с большими потерями воды. Если фактический суточный расход близок к плановому, то кратковременные перерывы вызваны частичным засором трубопроводов или неисправностью насосной установки.

Таблица 2.2

Характерные неисправности в системах водоснабжения и водоотведения и способы их предупреждения и устранения

№	Неисправность	Признаки неисправности	Причины неисправности	Способы предупреждения или устранения неисправности
1	Утечка воды из дворового водопровода.	Значительное увеличение расхода воды, определяемого по показаниям счетчика; наличие промоин и осадки грунта; просачивание воды через стенки канализационных колодцев вблизи места утечки; появление воды в подвале.	Коррозия труб, находящихся в грунте.	Предупреждение: изоляция стального трубопровода; его очищают до металлического блеска, покрывают грунтовкой (одна часть битума на четыре части бензина), а затем накладывают слой горячей битумной мастики, одновременно обинтовывают трубу по спирали лентой гидроизол или мешковины. Сверху наносят еще слой битумной мастики. Устранение: замена поврежденного участка трубопровода (работа выполняется организацией, на балансе которой находится поврежденный трубопровод).
2	Утечка воды.	Утечка воды из местных поверхностей оцинкованных труб.	Усиленное ржавление труб.	Трубу через бетонное перекрытие пропускать в стальной гильзе так, чтобы верхний ее конец выступал на 510 мм выше пола.
		Утечка воды через про-	Коррозия сгонов	Заменить сгоны

		ржавевшие сгоны.	(большей частью с чрезмерно глубоко нарезанной на них резьбой)	
		Ночная утечка воды через смывные бачки.	Повышенное давление во внутренней сети водопровода	Установка регуляторов давления на вводе и в квартирах
3	Неисправн ость водосчетчи ка.	Измеряемый по водосчетчику расход воды резко увеличился или уменьшился при неизменивше мся потреблении воды в доме.	Длительная эксплуатация водосчетчика.	Проверяют водосчетчик на месте, для этого ночью закрывают домовую задвижку, записывают показатели водомера, сливают значительное количество воды через контрольный кран за водомером в мерное ведро и определяют, сходится ли это количество с разностью отсчетов на водомере. Если количество воды не сходится с разностью отсчетов, водосчетчик заменяют.
4	Неисправн ость смывного бачка типа "Экономия ".	Вода из бачка поступает в унитаз.	На перегородке между воздушной и приемной камерой сифона имеется трещина.	Если трещина не устранима (путем пайки), сифон заменить новым.
			В винипластовом поплавке трещины.	Сменить поплавков.
			На кольцевой кромке имеются раковины.	Устранить раковины без разборки бачка можно приспособлением, состоящим из стержня с рукояткой, на котором прикреплен отрезок

				плоского напильника обточенного под круг. Приспособление вращают в гнезде бачка до устранения всех раковин и шероховатости в гнезде. Нижний торец стакана очистить напильником и наждачной бумагой.
			При резком рывке цепочки клапан выскочил из гнезда и сливное отверстие сифона осталось незакрытым.	Установить задержку или ограничить ее вертикальный ход, установив на стене кронштейн, через который пропускается цепочка или стальной прут, имеющий ограничитель хода (шайбу, планку), упирающийся в кронштейн; ограничитель располагают по месту.
			Поплавок не отрегулирован, вода переполняет сифон и выливается в смывную трубу.	Отрегулировать поплавок, для чего ослабляют регулировочный винт, поворачивая его влево на 0,5 оборота, что позволяет рычагу вместе с поплавком занять самое низкое положение в проушине рычага, после чего винт плотно прижать. Если после перестановки рычага утечка не прекратится, необходимо удлинить золотник. Для этого отключают воду, отворачивают гайку, снимают диафрагму, вынимают золотник и в отверстие канала (где помещают золотник) вставляют резиновую прокладку толщиной 23 мм и диаметром 5 6 мм. Затем устанавливают и отрегулируют положение поплавкового и подъемного

				рычага в вертикальной плоскости.
			Резиновая прокладка не обеспечивает герметичной посадки клапана (наличие неисправности определяется при снятой крышке путем подъема резиновой трубки выше поверхности воды в бачке).	Клапан удаляется из бачка и обследуется плоскость резиновой прокладки. Мелкие неровности ее могут быть разглажены металлическим бруском. При наличии глубоких вмятин прокладку заменить.
5	Неисправность фаянсового бачка типа "Компакт".	Вода из бачка поступает в унитаз.	Утечка воды между резиновой грушей и седлом; груша в результате длительного пользования потеряла эластичность; на рабочей поверхности седла имеется ржавчина; искривилась тяга или рычаг; шайба лежит на рычаге и препятствует опусканию груши до необходимого предела.	Заменить грушу новой; снять гнездо и очистить его тонкой наждачной бумагой от ржавчины; выправить тягу и рычаг; отогнуть рычаг так, чтобы увеличить расстояние между ним и шайбой.
			Утечка воды через перелив сифона;	Заменить прокладку новой; заменить поплавков новым; рычаг отрегулировать так,

			изношена резиновая прокладка в запорном клапане вода поступает в бачок при верхнем положении поплавка; пластмассовый поплавок имеет трещины; не отрегулирована арматура поплавкового клапана.	чтобы вода в баке находилась на уровне ниже перелива на 10 мм.
		При заполнении бачка водой образуется шум.	Медленное заполнение бачка водой; отсутствует резиновая трубочка, вода из клапана падает на дно.	Прочистить отверстия клапана, одеть резиновую трубочку на запорный клапан.
6	Вода при периодическом и при малом расходе имеет бурый оттенок	Бурый оттенок воды и запах	Вместо оцинкованных труб установлены черные.	Заменить черные трубы оцинкованными.
7	Конденсация водяных паров из воздуха на поверхность труб	Интенсивное отпотевание водопроводных стояков, подводок в уборных и ваннах.	Не работает вытяжная вентиляция в уборных и ваннах, чердачных вентиляционных коробах.	Прочистить вытяжные каналы и устранить щели и неплотности
				Для притока воздуха в помещение необходима щель 1520 мм между его полом и дверью; установить над вентиляционной шахтой дефлектор
8	Неисправность	Утечка воды из	Неплотность сальника.	Подтянуть сальниковую гайку или сменить набивку

	арматуры.	водоразборног о крана.		
		Утечка воды из кранов с поворотным носи́ком.	Изношена уплотнительная прокладка. В результате длительной эксплуатации образовалась неплотность между поворотной пробкой носика и его корпусом.	Сменить прокладку. Притереть пробку к корпусу и уплотнить ее прижатием гайки.
		Краны всех видов.	Кран нельзя полностью закрывать сработались нижние витки нарезки шпинделя крана.	Подложить под стержень золотника колечко необ- ходимой толщины из медной проволоки; кран закроется при более высоком положении шпинделя.
9	Пульсация давления домовой сети.	Включение регулятора давления в работу сопро- вождается резким колебанием напора (амплитуда 1020 мм вод. ст.)	Образование вихрей в трубопроводе за регулятором.	Прикрыть игольчатый вентиль, а в случае установки пробкового крана в муфтовом соединении поставить диафрагму с отверстием 1 1,5 мм.
1 0	Не работает регулятор давления на вводе провода.	Принудительн ое перемещение рычага с грузом; не приводит к изменению напора в регулируемой сети.	Нарушено шарнирное соединение штока с золотниками, натянуть соединительну ю гайку	Разобрать регулятор давления. Присоединить золотники к штоку и шар- нирного соединения.
		Из горловины	Повреждена	Сменить мембрану.

		мембранной головки поступает вода.	мембрана из кордированной резины.	
		В часы наименьшего расхода воды напор в регулируемой сети существенно возрастает.	Не обеспечивается герметичность дроссельного клапана.	1. Проверить тип полученного регулятора давления (по расположению золотников относительно седел), комплектность деталей и соответствие его паспортным данным. 2. Разобрать и собрать регулятор давления, предварительно сняв консервационную смазку и насухо протереть все детали. 3. При сборке регуляторов давления типа 21 ч. 10 нж проверить расположение призмы подвески рычага.
		В часы наибольшего расхода воды напор в регулируемой сети значительно снижается.	Регулятор не обеспечивает пропуск требуемого расхода воды.	Предыдущий пункт, если после этого не будет достигнут нужный результат, демонтировать имеющийся и установить новый регулятор давления с большим условным проходом.
		Регулятор давления не реагирует на изменение напора и расхода воды в регулируемой сети.	Заклинивается шток, пропускная способность регулятора значительно превосходит требуемую при небольшом	Выполнить указания п. 10.2., 10. 5., заменить установленный регулятор регулятором с меньшим условным проходом.

			расходе.	
		Регулятор давления во время работы шумит.	Вибрируют золотники.	Затянуть соединительную гайку, шарнирное соединение золотников со штоком. Если вибрация не прекратится, под соединительной гайкой шарнирного соединения золотников со штоком установить резиновую паронитовую прокладку.
1 1	Замерзание водопроводных труб, проложенных по помещению, имеющим отрицательную температуру воздуха.	Прекращение поступления воды. Повреждение труб.	Не выполнены мероприятия, могущие повысить температуру в помещении.	Закрыть все слуховые окна на чердаке, по которым проложены водопроводные трубы; заделать отдушины в цоколе здания.
			Не изолированы трубы.	На чердаках, в подвалах и холодных пристройках трубы изолировать двумя слоями войлока или минеральным войлоком и заключить в деревянный короб, заполненный опилками.
1 2	Вода не поступает к водоразборным точкам.	Вода не поступает к водоразборным точкам на верхних этажах в дневное время.	Недостаточное давление в месте присоединения домового водопровода к городской сети. Загрязнена сетка водосчетчика. Установлен водосчетчик, создающий чрезмерно большое сопротивление.	Установить на чердаке водонапорный бак (необходимо разрешение) или установить насос, повышающий давление в домовой сети.
			В результате длительной эксплуатации	Сменить трубы, если к тому же износ их значителен. Разобрать трубопровод и

			грязевые, солевые и другие отложения значительно уменьшили сечение трубы. Во время ремонта в трубопровод попала окалина	устранить засор.
		Вода не поступает к водоразборным приборам на верхних этажах в любое время суток	Те же причины.	Установить два насоса: один рабочий, второй запасной
			Неисправен обратный клапан, находящийся на обводной линии насоса (проверяется по улучшению работы при отключении работающего насоса и включении запасного) или установлены между водомером и насосом.	Разобрать, прочистить и собрать клапаны, притереть золотник при наличии на его (поверхности раковин и неровностей).
		Вода не поступает в водоразборные приборы одного стояка	Засор в начале этого стояка.	Устранить засор.
			Вода в стояке замерзла.	Отсоединить стояк от магистрали и произвести его отопление, начиная снизу, при помощи горячей воды.
1 3	Наличие гидравлических ударов в трубах.	Шум в трубах.	Большие скорости движения воды в трубах и при истечении ее из кранов.	Уменьшить излишний напор (путем прикрывания запорной арматуры) или увеличить диаметр труб. Напор гасится установкой регуляторов давления.

			Сужение внутреннего сечения трубы.	Разобрать трубы и сменить поврежденный участок трубы
			Вибрация резинового уплотнителя в вентиллях.	Уплотнительные прокладки вентилля делать из кожи.
			Неправильное устройство фундамента насоса.	Фундамент насоса должен быть изолирован от стен и фундамента зданий. Необходимо устанавливать насос на упругих (резиновых или пружины) прокладках, на трубопроводе вблизи насоса следует делать разрыв с установкой упругих резиновых вставок. В месте пересечения стены трубу заключить в гильзу из кровельной стали с заполнением кольцевого пространства между гильзой и трубой звукоизолирующим материалом
1 4	Наличие неплотностей в канализационных трубах и неудовлетворительная вентиляция стояка.	Наличие канализационных газов	Прекращение действия вытяжных канализационных труб из-за обледенения.	При совмещенных кровлях уменьшить высоту этих труб до 0,2-0,25 м. При чердачных кровлях объединить группы (4-5) стояков, при этом диаметр участков сборного вентиляционного трубопровода, объединяющего стояки, должен быть 100 мм, если к ним присоединено не более 120 санитарных приборов, 125 - 300 шт., 150 мм при большем числе приборов. Сборный стояк должен иметь диаметр тот же, что и ближайший к нему сборный участок.
			Испарение	Перед отъездом жильцов

			воды в водяных затворах сифонов под раковинами, умывальникам и ванными в квартирах, пустующих более 2 месяцев.	все сифоны в квартире залить керосином или машинным маслом.
			Отсутствие сифонов или пробок в них, лопнувшие манжеты на унитазах, неплотно закрытые крышки ревизии и неплотности в стыках труб.	Устранить указанные неисправности.
			Разложение жировых веществ, отложившихся на санитарных приборах.	Обязать жильцов систематически чистить санитарные приборы пастой или другими моющими составами или растворами стиральной соды (две столовые ложки на 1 л горячей воды) с последующим ополаскиванием горячей водой.
1 5	Неисправность санитарных приборов.	Отбитая эмаль на поверхности.	Небрежная эксплуатация приборов жильцами, повреждение прибора при хранении на складе, транспортировке на стройплощадку	Отбитую эмаль восстановить при помощи клея БФ и сухих цинковых белил, предварительно очистив обрабатываемую поверхность наждачной бумагой и промыв ее бензином. Обработка заключается в нанесении последовательно 4-5 слоев клея и затем сухих белил (с

			.	просушкой каждого слоя).
		Поломка проушин в унитазе.	То же.	Крепить унитаз к полу двумя деревянными рейками с боковых сторон унитаза, а к цементному или к плиточному полуцементным раствором.
		Поломка выпусков у фаянсовых приборов.	Соединение приборов с сифонами или канализационными трубами на цементном растворе.	Соединение приборов с сифонами или трубами производить на смоляной пряди и суриковомеловой замазке (4 части мела. 1 часть сухого сурика и 1 часть олифы).
1 6	Замерзание стояков в домовой канализации.	Прекращение работы канализации.	Плохое утепление канализационных труб, проложенных по неотапливаемым помещениям.	Утеплить трубы, проложенные в подпольном пространстве, двумя слоями минерального войлока, трубы проложенные по стенам, утеплить войлоком, заделать в деревянный короб и засыпать опилками слоем в 5-8 см (смоченными известью). Дворовые уборные должны быть утеплены и иметь двойную дверь с пружинами.
1 7	Засорение домовой канализации.	Засоры чаще всего образуются в сифонах, длинных горизонтальных линиях и в местах поворота.	Нарушение жильцами дома правил пользования канализацией.	Необходимо разъяснить жильцам недопустимость нарушения правил пользования канализацией.
			Не производится профилактическая очистка домовой канализации.	Производить не реже двух раз в год профилактическую прочистку домовой канализации ершом, гибким валом либо специальными приборами. Прочистка сифона производится через пробки: для того чтобы он и не ржавел и необходимо смазать поверхность тавотом.

1 8	Неисправность приборов, находящихся в подвале дома.	Во время засора дворовой канализации сточная жидкость через эти приборы поступает в подвальные помещения.	В результате длительного бездействия установленная за приборам и отключающая задвижка стала негерметична.	Необходимо раз в месяц продвигать шпинделя канализационных прокладок до крайних положений 23 раза, неисправную задвижку разобрать очистить ее диски и собрать с по следующей проверкой герметичности (со стороны приборов).
1 9	Неисправность санитарно-технических блоков.	Неплотное прилегание блоков к стенам или перегородкам, или друг к другу.	Некачественный монтаж блоков или осадочные деформации частей здания.	Снизу панели уплотнить цементным раствором, а сверху и с боков законопатить жгут из льняной пряжи и затем швы зачеканить цементным раствором.
		Утечка воды из труб, заделанных в блок.	Некачественное изготовление блока или коррозия труб.	Разрушить слой бетона в местах утечки воды, устранить не герметичность стальных труб с помощью газовой сварки или заменой неисправного участка чугунной трубы установкой соединительных муфт на обоих концах этого участка.

Сокращение непроизводительных потерь воды

Все мероприятия по повышению экономичности водопотребления сводятся к следующим: сокращение потерь воды в системах с утечками в соединениях, сальниках и в запорных узлах водоразборной арматуры, смывном оборудовании качественным проведением мероприятий и выполнением графика техобслуживания; сокращение потерь воды в результате аварий качественным и своевременным проведением мероприятий планово-предупредительных ремонтов, включая работы по борьбе с коррозией; повышением оперативности ликвидации аварий путем повышения ремонтпригодности конструкций и совершенствования организации ремонтных служб; сокращение непроизводительных расходов, связанных с

завышением напоров максимальным снижением напора в магистральных и домовых системах двойным регулированием в ТП и на вводе; зонированием домовых систем; поэтажной стабилизацией давления и стабилизацией давления перед водоразборной арматурой; сокращение непроизводительных расходов, связанных с несовершенством водоразборной арматуры, путем оптимизации гидравлических характеристик арматуры.

Тема 2.4. Эксплуатация систем горячего водоснабжения

Обеспечение теплового и гидравлического режимов работы

Конструкция современных систем горячего водоснабжения основана на принципе циркуляции воды в квартальных магистральных и стояках, которая позволяет поддерживать ее температуру у любой водоразборной точки на требуемом уровне независимо от величины водоразбора. С этой целью каждая система оборудуется циркуляционной магистралью и циркуляционным или главным стояками. Таким образом, все стояки закольцованы верхними перемычками: либо попарно, либо группами в пределах одной секции.

Основные эксплуатационные требования к горячему водопроводу те же, что и к холодному. Особенностью являются мероприятия по специальной обработке холодной воды, поступающей для подогревания в системы горячего водоснабжения во избежание образования отложений в трубах и оборудовании, а также для защиты их от внутренней коррозии. Метод ионного обмена основан на пропуске воды через фильтрующий ионообменный материал (глауконит, сульфоуголь, синтетические смолы), в результате чего достигается глубокое умягчение воды. Термическая деаэрация предусматривает нагрев воды паром до 100...110 °С в деаэраторе, в результате чего из воды интенсивно выделяются растворенные газы и кислород. Вакуумная деаэрация основана на создании десорбции в вакуумной среде, вода проходит через эжектор, газоотделитель в деаэрационную головку, где образуется вакуум и происходит отсос выделившихся из воды газов. Магнитная обработка воды предотвращает

образование твердых отложений и способствует уменьшению количества растворенного в воде кислорода, снижая агрессивные свойства воды.

Электрохимическая защита основана на обескислороживании воды электролизом с применением перфорированных железных и алюминиевых электродов, через которые пропускают постоянный ток напряжением 8...12 В. Химические методы обработки воды для систем горячего водоснабжения предусматривают применение различных добавок. Введение раствора гексаметафосфата натрия не только предотвращает выпадение из воды карбонатов кальция и магния, но и значительно уменьшает коррозию труб. В практике водоподготовки для горячего водоснабжения применяют стабилизационную обработку воды на фильтрах. Получили распространение фильтры, в которых используют в качестве загрузки магномассу, представляющую собой обожженный доломит в гранулированном виде.

Неисправности горячего водопровода аналогичны неисправностям холодного, а также имеют ряд особенностей. Так, перерывы в подаче горячей воды на верхних этажах иногда возникают при установке циркуляционных насосов завышенной мощности.

Такие насосы создают увеличенный циркуляционный расход в распределительных магистральных трубопроводах и стояках, в результате чего наблюдаются потери давления в сети и в концевых точках магистральных трубопроводов и стояков, и вода не доходит до верхних этажей. Для устранения такой неисправности следует уменьшить циркуляционный расход воды, прикрыв задвижки или установив насосы меньшей мощности.

Для систем с парным кольцеванием характерно плохое распределение циркуляционных потоков по стоякам, особенно у дальних стояков. Это снижает температуру горячей воды при работе в циркуляционном режиме, что приводит, в свою очередь, к непроизводительным потерям воды из-за бесполезного слива остывшей воды. Необходима наладка такой системы. Она осуществляется установкой диафрагм в циркуляционных стояках и

циркуляционных магистральных трубопроводах отдельных ветвей. В крупных системах эта работа малоэффективна и трудоемка.

К текущему ремонту горячего водопровода относятся, помимо ремонта оборудования и трубопроводов, работы по очистке водонагревателей от накипи, ремонту циркуляционных насосов, ремонт теплоизоляции трубопроводов.

Таблица 2.3

Характерные неисправности в системе горячего водоснабжения и способы их предупреждения и устранения

№	Неисправность	Признаки неисправности	Причины неисправности	Способы предупреждения или устранения неисправности
1	Превышение расчетного давления в водоподогревателях (со стороны подогреваемой воды) и его разрыв.	Появление на поверхности подогревателя воды, просачивающейся через изоляцию.	Отсутствие или неисправность предохранительного клапана.	Не реже одного раза в месяц проверять исправность клапана, он должен обеспечивать невозможность превышения давления в подогревателе более, чем на 10% выше допустимого рабочего.
			Перегрев воды при отсутствии ее расхода.	Установить на каждом подогревателе термометр и манометр с трехходовым краном.
2	Неисправность циркуляционных насосов.	Аналогично системе отопления	Аналогично системе отопления	Аналогично системе отопления
3	Значительная разность температур воды у водопроводных кранов.	В некоторых стояках температура воды у водоразборных приборов ниже расчетной температуры более чем на 5°C.	Наличие засора у основания отстающих стояков.	Разобрать нижнюю часть стояка и устранить засор.
			Стояки системы с тупиковой разводкой не отрегулированы.	Отрегулировать расход воды по стоякам.
			Засорена	Разобрать трубу и устранить

			циркуляционная труба отстоящего стояка (определяется на ощупь).	засор.
			Отсутствует теплоизоляция горячей магистрали (в этом случае отстоящим является последний стояк, считая по ходу воды).	Устроить изоляцию вновь.
4	Коррозия труб у полотенцесушителей	Трубы и полотенцесушители ржавеют изнутри, образуя сквозные раковины.	Разъедание труб кислородом и углекислотой, находящимися в воде.	Не опорожнять систему, устанавливать специальные фильтры, поглощающие кислород.
			Вместо оцинкованных труб применены черные.	Заменить полотенцесушители, устроенные из труб на сварке в виде регистров, змеевиками из оцинкованных труб или чугунными полотенцесушителями.
			Низкое качество оцинкованных труб.	Заменить поврежденные участки труб.
5	Вода имеет привкус ржавчины.	Бурый оттенок и не приятный вкус.	Вместо оцинкованных труб применены черные.	Заменить черные трубы оцинкованными.
6	Неисправность арматуры.	Утечка воды.	Не плотность сальника.	Подтянуть сальниковую гайку или заменить набивку

				сальника.
			Уплотнительная прокладка сделана из резины или кожи.	Уплотнительную прокладку сделать из листовой фибры.
			Неплотность между поворотной пробкой арматуры и корпусом.	Притереть пробку к корпусу и уплотнить ее прижатием гайки.
7	Пониженная температура воздуха в ванных комнатах.	Недостаточный прогрев полотенцесушителей	Отсутствие или большой диаметр отверстия диафрагмы на обратном трубопроводе системы.	Установить диафрагму с диаметром отверстия, определенным расчетом.
			Воздушная пробка в верхней части стояка.	Установить краны для выпуска воздуха в высших точках стояков или переделать верхние их части, присоединив водоразборный кран на верхнем этаже к циркуляционному стояку перед полотенцесушителем.
			Наличие грязевых отложений.	Ежегодно промывать циркуляционные стоки.
			Недостаточное открывание отключающей арматуры на трубопроводах.	Устранить причины недостаточного открывания арматуры.

Сокращение непроизводительных потерь воды и тепловой энергии

Потери воды во внутреннем водопроводе складываются из утечек и непроизводительных расходов и составляют 30-35 %.

Утечки воды – это постоянные потери, происходящие в результате нарушения герметичности водоразборной или трубопроводной арматуры,

стыковых соединений и трубопроводов. Утечки воды могут происходить в смывном бачке, водоразборной арматуре, во внутренних и магистральных трубопроводах, на вводе в здания.

Непроизводительные расходы в основном обусловлены повышенным давлением перед водоразборной арматурой, в результате чего секундный расход через водоразборную арматуру значительно превышает нормативный (рабочий).

При потерях воды 10-15 % проводят техническое обслуживание системы водопровода. При этом арматуру и трубопроводы осматривают и ремонтируют. При потерях воды 15-25 % проводят текущий ремонт системы, при котором, наряду с ликвидацией утечек воды в системе, принимают меры по сокращению непроизводительных расходов. Непроизводительные расходы снижают путем установки стабилизаторов, регуляторов давления или диафрагм. Регуляторы давления располагают, как правило, после водомерного узла и насосной установки. Диафрагма позволяет снизить давление перед водоразборной арматурой, установленной в нижних этажах здания, что в свою очередь сокращает секундные расходы воды через арматуру. При потерях воды более 25 % и неэффективности вышеуказанных мероприятий по сокращению потерь воды необходимо производить капитальный ремонт системы.

Обеспечение экономичности систем при эксплуатации

Мероприятия по сокращению потерь воды предполагают устранение течей в трубопроводах и арматуре в результате коррозии труб, старения и износа уплотнительного материала; устранение понижения температуры воды в часы максимального водоразбора, причиной которой является ухудшение теплопередачи в теплообменниках вследствие их загрязнения и зарастания накипью; устранение понижения температуры воды в часы минимального водоразбора вследствие плохой регулировки сети; устранение неудовлетворительного нагрева полотенцесушителей вследствие недостаточной циркуляции в системе.

Тема 2.5. Технология выполнения эксплуатационных процессов для повышения энергоэффективности и надежности

К стандартным операциям при управлении эксплуатацией инженерных систем относятся следующие действия: включение и выключение оборудования в связи с ремонтными работами и в аварийных ситуациях; изменение режима работы системы; опорожнение и заполнение участков системы водой; гидравлические испытания; промывка систем и чистка теплообменника.

Особенностью этих действий является то, что они выполняются по строгим правилам, смысл которых состоит в том, чтобы не подвергнуть элементы системы действию высокого давления подающей линии внешней сети; исключить повышенные местные механические напряжения, например, в сварных швах, вальцовочных соединениях и др.; предотвратить активное накипеобразование в теплообменниках; исключить неполный слив воды при опорожнении участка сети, а также их завоздушивание при заполнении водой.

С этой целью правила исключают следующие недопустимые ситуации: системе или оборудованию даже кратковременно оказаться закрытыми со стороны выхода воды при открытом входе; даже мгновенного создания значительного перепада давления в полостях теплообменника; неравномерного нагрева трубопровода или теплообменника, даже кратковременного повышения температуры нагреваемой воды выше 70 °С в теплообменниках горячего водоснабжения.

На основании этих принципов правилами, например, предписывается при пуске сетевой воды открывать вначале задвижку на обратной линии, а затем на подающей; при отключении выполнять действия наоборот. Не допускать расхода греющей воды при отсутствии расхода нагреваемой воды в теплообменнике. Закрывать воздуховыпускные краны только после окончания полного опорожнения или заполнения системы водой.

Сезонные переключения, опорожнение и наполнение

При отключении в первую очередь закрывается задвижка на подающей линии, а затем на обратной. Включение осуществляется в обратном порядке: в первую очередь открывается задвижка на обратной линии, а только затем на подающей.

При заполнении системы в случае, если давление в обратной линии больше статического давления местной системы (т.е. давление в обратной линии достаточно для заполнения системы) – заполнение производится в один прием через обратную линию. В этом случае вода медленно по принципу сообщающихся сосудов равномерно заполняет все элементы системы до верхних участков, где установлены открытые воздушники. По мере появления в них чистой воды без примеси воздуха, их начинают закрывать, начиная с самых низко расположенных. Последним закрывается самый верхний участок. Заполнение производится очень медленно, с частыми перерывами, позволяя, таким образом, воздуху полностью вытисниться заполняющей систему водой.

В случае если давление в обратной линии теплосети, ниже статического давления в местной системе, заполнение выполняется в 2 этапа.

I этап. Так же как и в предыдущем случае, система заполняется до возможного уровня, определяемого напором в обратной линии теплосети. Достижение этого уровня определяется по манометру на обратной линии в тепловом узле.

II этап. Продолжение заполнения производят через задвижку на подающей линии, задвижку на обратной линии прикрывают частично. Заполнение следует производить еще более медленно и при непрерывном контроле повышения давления в системе по манометру. Заполнение следует немедленно прекратить закрытием задвижек вначале на подающей линии, а затем на обратной, как только давление по манометру на обратной линии сравняется со статическим давлением системы. Заполнение заканчивается закрытием последнего (самого верхнего) воздушника системы.

Спуск воды из местной системы производится только с разрешения персонала районной теплосети. Спуск должен быть полным и тщательным через дренажные краны при открытых воздушниках. При спуске необходимо проследить за плотностью отключающих задвижек во избежание дренирования воды из теплосети.

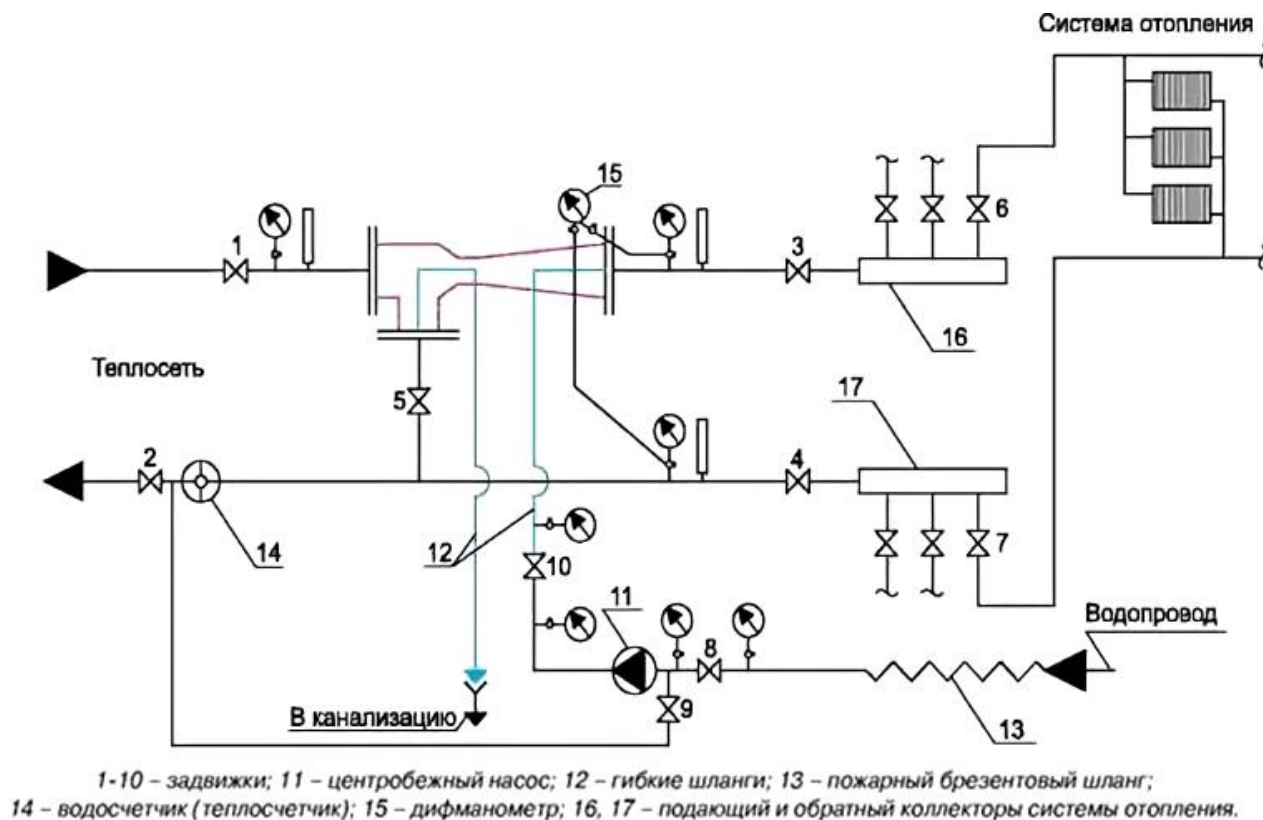


Рисунок 2.10. Схема гидравлической промывки системы отопления

Гидравлические испытания

В квартальных системах тепловодоснабжения проводятся гидравлические испытания на прочность и герметичность. Сущность испытания заключается в том, что испытуемый объект заполняют водой и выдерживают под повышенным давлением в течение определенного времени, достаточного для осмотра объекта и приборной оценки плотности. Способность выдерживать это давление без видимых механических разрушений свидетельствует о прочности объекта. О его герметичности судят по одному из следующих проявлений: наличию видимой течи; скорости падения давления; величине утечек; изменению химического состава воды.

При гидравлических испытаниях необходимо обеспечить отсутствие воздуха во внутреннем объеме испытываемого объекта; исключить воздействие испытательного давления на задвижки с помощью глухих фланцев толщиной не менее 3 мм или вставок; открыть все запорно-регулирующие органы; для контроля давления использовать манометры с ценой деления шкалы 0,01...0,02 МПа и диаметром корпуса не менее 150 мм.

Остановка и пуск квартальной теплосети производится вместе с остановкой и пуском теплового пункта. Испытания трубопроводов квартальной сети систем отопления и горячего водоснабжения проводятся отдельно. Подающий и обратный трубопроводы соединяют в тепловом пункте временной перемычкой. К ней подключают прессовочный агрегат. Сеть заполняют водопроводной водой. Заполнение трубопроводов осуществляется через обратную линию при снятом конусе в тепловом вводе через перемычку в элеваторе в подающий трубопровод при открытых воздушниках. Признаком окончания заполнения служит появление воды в воздушных кранах без примеси воздуха. После этого краны закрываются.

При испытаниях сети давление поднимают до значения рабочего режима и выдерживают в течение времени, необходимого для осмотра и определения величины утечек, но не менее 20 мин. Часовая утечка не должна превышать 0,1 % внутреннего объема сети. При положительном результате поднимают давление на 25 %, но не ниже 1,2 МПа. Проводится осмотр сети и оценка утечки в течение не менее 20 мин.

Тема 2.6. Организация энергоаудита инженерного оборудования

Взаимосвязь качества эксплуатации и экономии топливно-энергетических и водных ресурсов

Успешное применение энергосберегающих технологий в значительной мере предопределяет нормы технологического и строительного проектирования зданий и, в частности, требования к параметрам внутреннего воздуха, удельного тепло-, влаго-, паро-, газовыделения. Значительные резервы

экономии топлива заключены в рациональном архитектурно-строительном проектировании новых общественных зданий.

Определённую экономию может принести применение центрального, зонального, пофасадного, поэтажного, местного индивидуального, программного и прерывистого автоматического регулирования и использование управляющих ЭВМ, оснащённых блоками программного и оптимального регулирования энергопотребления.

Тщательный монтаж систем, теплоизоляция, своевременная наладка, соблюдение сроков и состава работ по обслуживанию и ремонту систем и отдельных элементов – важные резервы экономии ТЭР.

Перерасход теплоты в зданиях происходит, в основном, из-за:

- пониженного по сравнению с расчётным сопротивлением теплопередачи ограждающих конструкций;
- перегрева помещений, особенно в переходные периоды года;
- потери теплоты через неизолированные трубопроводы;
- незаинтересованности теплоснабжающих организаций в сокращении расхода теплоты;
- повышенного воздухообмена в помещениях нижних этажей.

Для коренного изменения положения дел с использованием тепла на отопление и горячее водоснабжение зданий необходимо осуществить целый комплекс законодательных мероприятий, определяющих порядок проектирования, строительства и эксплуатации сооружений различного назначения. Должны быть чётко сформулированы требования к проектным решениям зданий, обеспечивающих пониженное энергопотребление; пересмотрены методы нормирования использования энергоресурсов. Задачи по экономии теплоты на теплоснабжение зданий должны также находить отражение в соответствующих планах социального и экономического развития страны.



Рисунок 2.11. Цель и задачи энергоресурсаудита

В числе важнейших направлений экономии ресурсов на перспективный период необходимо выделить следующие:

- развитие систем управления энергоустановками с использованием современных средств АСУ на базе микро-ЭВМ;
- использование сборного тепла, всех видов вторичных энергетических ресурсов;
- увеличение доли ТЭЦ, обеспечивающих комбинированную выработку электрической и тепловой энергии;
- улучшение теплотехнических характеристик ограждающих конструкций жилых, административных и промышленных зданий;
- совершенствование конструкций источников теплоты и теплопотребляющих систем.

- ❖ Документарный (камеральный) аудит
- ❖ Составление топливно-энергетического баланса предприятия
- ❖ Инструментальный аудит
- ❖ Анализ эффективности использования энергии и энергоносителей
- ❖ Разработка рекомендаций по эффективному использованию энергоресурсов
- ❖ Технико-экономическое обоснование предлагаемых рекомендаций
- ❖ Подготовка отчета и предоставление материалов предприятию
- ❖ Разработка программы энергосбережения и энергетического паспорта предприятия

Рисунок 2.12. Этапы энергоресурсаудита

Отечественный и иностранный опыт в области энерго- и ресурсосбережения

Оснащение потребителей тепла средствами контроля и регулирования расхода позволяет сократить затраты энергоресурсов не менее, чем на 10–14%. А при учёте изменения скорости ветра до 20%. Кроме того, применение систем пофасадного регулирования отпуска теплоты на отопление даёт возможность снизить расход теплоты на 5-7%.

За счёт автоматического регулирования работы центральных и индивидуальных тепловых пунктов и сокращения или ликвидации потерь сетевой воды достигается экономия до 10%. С помощью регуляторов и средств оперативного контроля температуры в отапливаемых помещениях можно стабильно выдержать комфортный режим при одновременном снижении температуры на 1-2°C. Это даёт возможность сокращать до 10% топлива, расходуемого на отопление.

Разработаны ограждающие строительные конструкции со встроенными аккумуляторами на основе фазового перехода гидратных солей. Теплоёмкость аккумулирующего вещества в зоне температуры фазового перехода увеличивается в 4-10 раз. Теплоаккумулирующий материал создан из набора компонентов, которые позволяют иметь температуру плавления 5-70°C.

В Германии получили распространение аккумулярование теплоты в наружных ограждениях зданий с помощью замоноличенных пластмассовых труб с водногликогелевым раствором. Разработаны также мобильные теплоаккумуляторы ёмкостью до 90 м³ с заполнением их жидкостью с высокой температурой кипения (до 320°C). Потери тепла в наших аккумуляторах относительно невелики.

Снижение температуры теплоносителя не превышает 8°C в сутки. Эти аккумуляторы могут быть использованы для утилизации сборного тепла промышленных предприятий и подключения к системам теплоснабжения зданий.

Одним из перспективных направлений является создание комбинированных теплоаккумуляторных систем отопления на базе электроэнергии, вырабатываемой в энергосистеме в ночное время. Такие системы позволяют более полно использовать установленную мощность генерирующих установок и максимально вытеснять органическое топливо из топливно-энергетического баланса экономического района. Комбинированная система даёт возможность покрывать базовую нагрузку за счёт провальной электроэнергии, а пиковую – котельной на органическом топливе, используемой в качестве доводчика.

Преимуществами электроотопления по сравнению с традиционно применяемыми системами водного отопления являются:

- относительная простота и надёжность обеспечения автоматического регулирования;
- возможность использования электроэнергии в периоды нагрузок электросистемы;
- меньшие капитальные вложения.