

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«26 ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»
(ФГУП «26 ЦНИИ МО РФ»)
ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ВИТУ)**

**МЕТОДИКА
ДИАГНОСТИКИ ФАКТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ
ОБЪЕКТОВ ВОЕННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ**

Москва 2006 г.

Содержание

Введение.....	4
Термины и определения.....	6
1. Общие положения.....	9
2. Классификация водяных систем отопления и особенности их теплогидравлических режимов.....	11
2.1. Классификация водяных систем отопления.....	11
2.2. Особенности теплогидравлических режимов водяных систем отопления.....	18
3. Основные нарушения, критерии качества и эффективности работы систем отопления.....	21
3.1. Нарушения в работе систем отопления.....	21
3.2. Критерии оценки систем отопления.....	23
3.3. Оценка состояния систем отопления.....	27
4. Цели и задачи диагностики и оценки состояния систем отопления...	31
4.1. Цели и задачи диагностики систем отопления.....	31
4.2. Виды диагностики.....	32
4.3. Оценка результатов диагностики.....	38
5. Определение характерных неисправностей в системах отопления....	40
6. Методы количественной оценки показателей работы системы отопления в ходе диагностики.....	63
6.1. Оценка средней температуры внутреннего воздуха здания.....	63
6.2. Оценка критериев.....	67
7. Методика диагностики систем отопления.....	75
7.1. Инструментальная база для проведения работ по диагностике систем отопления.....	75
7.2. Методика измерения параметров микроклимата помещений...	81

7.3 Методика определения фактических теплозащитных свойств ограждающих конструкций.....	85
7.4. Определение фактического расхода тепла на отопление.....	88
7.5. Определение фактической теплоотдачи отопительного прибора.....	89
7.6. Определение теоретической теплоотдачи отопительного прибора.....	91
Приложения.....	93
Приложение А. Минимальная продолжительность эффективной эксплуатации элементов зданий и объектов.....	94
Приложение Б. Требования к эксплуатации систем отопления.....	99
Приложение В. Правила технического обслуживания и ремонта систем отопления воинских зданий.....	113
Приложение Г. Гидравлическое испытание систем отопления.....	116
Приложение Д. Диагностика и наладка элеваторов систем отопления....	113
Приложение Е. Оценка физического износа систем отопления.....	130
Приложение Ж. Алгоритмы определения засоров.....	135
Приложение И. Оценка коррозионного состояния трубопроводов и отопительных приборов.....	137
Приложение К. Расчет результирующей температуры помещения.....	141
Приложение Л. Порядок расчетов показателей теплозащитных свойств ограждающих конструкций.....	147
Приложение М. Перечень действующих приказов и директив Министерства обороны РФ по эксплуатации жилого фонда и инженерных систем.....	173
Литература.....	175

Введение

Система отопления является важнейшим элементом инженерного оборудования зданий, обеспечивающих комфортный температурный режим в отапливаемых помещениях.

Избыточный расход теплоты в системах отопления эксплуатируемых зданий не редко достигает 25-30% от проектного расхода. Причинами этого перерасхода являются:

- несоблюдение правил технической эксплуатации систем отопления;
- неотрегулированность работы системы отопления;
- чрезмерные потери теплоты через изоляцию теплопроводов системы отопления;
- установка в ряде помещений излишней (по сравнению с расчетами) поверхности нагревательных приборов.

Неполадки в системах отопления и, как следствие, недотопы в помещениях приводят к периодическим жалобам, сырости и к преждевременному разрушению ограждающих конструкций зданий.

Практика показала, что при квалифицированной диагностике с весьма небольшими единовременными затратами избыточный расход теплоты (при одновременном повышении качества отопления) может быть устранен или резко сокращен.

Одной из причин создавшейся и изложенной выше ситуации является недостаточность методической и справочной литературы по рассматриваемым вопросам и, как следствие, низкий уровень квалификации персонала, обслуживающего системы отопления.

В связи с повышением требований к качеству поддержания температурно-влажностного режима в отапливаемых помещениях зданий, необходимостью сокращения непроизводительных потерь теплоты возрастают требования к уровню специальной технической подготовки работников жилищно-эксплуатационных организаций.

Настоящая методика должна в определенной мере способствовать решению этой задачи.

Настоящая Методика диагностики фактического состояния систем отопления объектов военной инфраструктуры разработана ФГУП «26 ЦНИИ МО РФ» (к.т.н. Андреичев С.В., к.т.н. Артемов А.П., к.т.н. Алба А.А., инж. Калинин С.А., инж. Ломакин А.С., к.т.н. Наумов А.В., инж. Смирнов Ю.М., инж. Шаралапов А.С., инж. Федоров А.В., инж. Артемов Д.А., инж. Гордеев С.) и ВИТУ (д.т.н. Аверьянов В.К., к.т.н. Тютюнников А.И., д.н.т. Михайлов А.Г., инж. Миткевич О.А.).

Термины и определения

Ввод в эксплуатацию - заполнение тепловых сетей и систем теплопотребления абонента теплоносителем и постановка их под давление, производимые после надлежащего оформления допуска объекта в эксплуатацию.

Допустимые параметры микроклимата - сочетания значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызвать общее и локальное ощущение дискомфорта, умеренное напряжение механизмов терморегуляции, не вызывающих повреждений или нарушений состояния здоровья.

Закрытая система теплоснабжения - водяная система теплоснабжения, в которой вода, циркулирующая в тепловой сети, используется только как теплоноситель и не отбирается из сети.

Капитальный ремонт - ремонт, выполняемый для восстановления технических и экономических характеристик объекта до значений, близких к проектным, с заменой или восстановлением любых составных частей.

Максимальная расчетная нагрузка (мощность) - максимальный часовой расход тепловой энергии и (или) соответствующий ей максимальный часовой расход теплоносителя.

Микроклимат помещения - состояние внутренней среды помещения, характеризуемое следующими показателями: температура воздуха помещения, радиационная температура помещения, скорость движения воздуха в помещении, относительная влажность воздуха в помещении.

Надежность - способность систем отопления, вентиляции и кондиционирования обеспечить в обслуживаемом помещении нормируемые параметры микроклимата и чистоту воздуха в пределах заданной обеспеченности в интервале расчетного времени (год, сезон и т.п.).

Неисправность - нарушения в работе системы теплоснабжения, при которых не выполняется хотя бы одно из требований, определенных технологическим процессом;

Оптимальные микроклиматические условия - сочетание значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают нормальное тепловое состояние организма при минимальном напряжении механизмов терморегуляции; обеспечивают ощущение теплового комфорта не менее чем у 80% людей, находящихся в помещении.

Отказ - нарушение в работе оборудования и (или) элементов систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, вызывающее отклонение параметров микроклимата в обслуживаемой или рабочей зоне в помещении от нормируемых.

Открытая система теплоснабжения - водяная система теплоснабжения, в которой технологической схемой предусмотрен разбор теплоносителя (сетевой воды) на бытовые, технологические и другие нужды потребителей.

Отопление - поддержание в закрытых помещениях нормируемой температуры помещения.

Допустимые рабочие параметры транспортируемой среды - максимальная температура и наибольшее возможное давление воды в подающем трубопроводе с учетом работы насосных станций и рельефа местности.

Радиационная температура помещения - осредненная по площади температура внутренних поверхностей ограждений помещения и отопительных приборов.

Ремонтопригодность - возможность восстанавливать надежность систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха после ремонта или замены оборудования и его элементов.

Система отопления - техническая установка, состоящая из комплекта оборудования, связанного между собой конструктивными элементами, предназначенная для получения, переноса и передачи заданного количества тепла в обогреваемое помещение.

Текущий ремонт - ремонт, выполняемый для поддержания технических и экономических характеристик объекта в заданных пределах с заменой и (или)

восстановлением отдельных быстроизнашивающихся составных частей и деталей.

Тепловой пункт - совокупность устройств, предназначенных для присоединения к тепловым сетям систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, горячего водоснабжения и технологических теплоиспользующих установок промышленных и сельскохозяйственных предприятий, жилых и общественных зданий (индивидуальные - для присоединения систем теплоснабжения одного здания или его части; центральные - то же, двух зданий или более).

Теплый период года - период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха выше $+ 8^{\circ} \text{C}$.

Техническое обслуживание - комплекс операций или операция по поддержанию работоспособности или исправности изделия (установки) при использовании его (ее) по назначению, хранении или транспортировке;

Узел ввода в здание (УВ) - узел ввода трубопроводов теплоснабжения в здание, в котором при отсутствии ИТП устанавливаются отсекающие задвижки и приборы учета количества тепловой энергии, теплоносителя и воды.

Холодный период года - период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха, равной $+ 8^{\circ} \text{C}$ и ниже.

1. Общие положения

Настоящая «Методика...» разработана в развитие Руководства по техническому обслуживанию, текущему и капитальному ремонту зданий и объектов Министерства обороны Российской Федерации и распространяются на объекты военной инфраструктуры.

Методика устанавливает порядок оценки технического уровня, эксплуатационного состояния систем отопления, а также порядок диагностики и сбора информации о параметрах и характеристиках её элементов, необходимых для обнаружения неполадок, наладки и оценки эффективности функционирования систем отопления.

Методика содержит критерии качества и эффективности работы систем отопления, диагностику неполадок и оценки состояния систем, а также рекомендации, с учетом энергосбережения, по наладке и эксплуатации различных элементов систем отопления.

Настоящая «Методика...» разработана для систем водяного отопления с учётом специфики объектов МО РФ в развитие следующих документов:

Методические рекомендации по организации и проведению текущего ремонта жилищного фонда всех форм собственности. – Утверждены приказом Госстроя России № 170 от 30.12.1999 г.

Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания жилых зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения: ВСН 58-88 (р).

Положение по техническому обследованию жилых зданий: ВСН 57-88 (р). – М.: Госкомархитектура, 1988.

Правила оценки физического износа жилых зданий: ВСН 53-86 (р). – М.: Госгражданстрой, 1986.

Руководство по техническому обслуживанию, текущему и капитальному ремонту зданий и объектов Министерства обороны Российской Федерации. Приказ Заместителя МО РФ по СиРВ № 260 1996 года.

Руководство по экономии топливно-энергетических ресурсов, расходуемых в Вооружённых Силах Российской Федерации на коммунально-бытовые нужды. – М., 2004.

Руководство по технической эксплуатации жилищного фонда и общевоинских зданий и сооружений Министерства обороны Российской Федерации: ВСП 13-02-04 МО РФ, М., 2003.

2. Классификация водяных систем отопления и особенности их теплогидравлических режимов

2.1. Классификация водяных систем отопления

Системы водяного отопления классифицируются по нескольким признакам:

- по способу циркуляции теплоносителя;
- по способу соединения труб стояка с нагревательными приборами;
- по способу прокладки магистральных трубопроводов;
- по способу прокладки трубопроводов, соединяющих нагревательные приборы;
- по направлению движения теплоносителя;
- по способу присоединения нагревательных приборов.

По способу создания циркуляции водяные системы делятся на системы с естественной циркуляцией (гравитационные) и с искусственной циркуляцией (насосные). В системах с естественной циркуляцией движение воды осуществляется за счёт разности плотностей горячей воды, поступающей в систему, и охлажденной воды после нагревательных приборов. В системах с искусственной циркуляцией движение воды происходит за счёт давления, создаваемого насосом.

В зависимости от схемы соединения труб стояка с нагревательными приборами системы водяного отопления делятся на двухтрубные и однотрубные. В двухтрубной системе (рис. 2.1 и 2.2) стояк состоит из двух труб: по одной горячая вода подводится к каждому отопительному прибору, а по другой отводится охлажденная. В однотрубных системах отопления (рис. 2.3 и 2.4) отопительные приборы одного стояка или ветви соединяются одной трубой так, что вода последовательно перетекает из одного прибора в другой.

В зависимости от места прокладки магистральных трубопроводов системы подразделяются на системы с верхней разводкой (рис. 2.1, 2.3), когда горячая магистраль прокладывается выше нагревательных приборов, и системы с

нижней разводкой (рис. 2.2, 2.4), если подающая (горячая) и обратная (охлажденная) магистрали расположены ниже приборов.

По расположению труб, соединяющих нагревательные приборы, системы делятся на вертикальные, когда приборы присоединяются к вертикальному стояку, и горизонтальные (рис. 2.5), когда приборы присоединяются к горизонтально расположенным трубопроводам.

По направлению движения воды в подающей и обратной магистралях системы водяного отопления делятся на тупиковые, когда имеет место встречное движение горячей и охлажденной воды, и системы с попутным движением воды, когда направление потоков воды в подающей и обратной магистралях совпадает (рис. 2.3).

В зависимости от характера присоединения отопительных приборов системы отопления делятся на проточные (или системы без замыкающих участков) (стояк 1, рис. 2.3), системы со смещёнными (стояк 3, рис. 2.3) и несмещёнными (стояк 2, рис. 2.3) замыкающими участками.

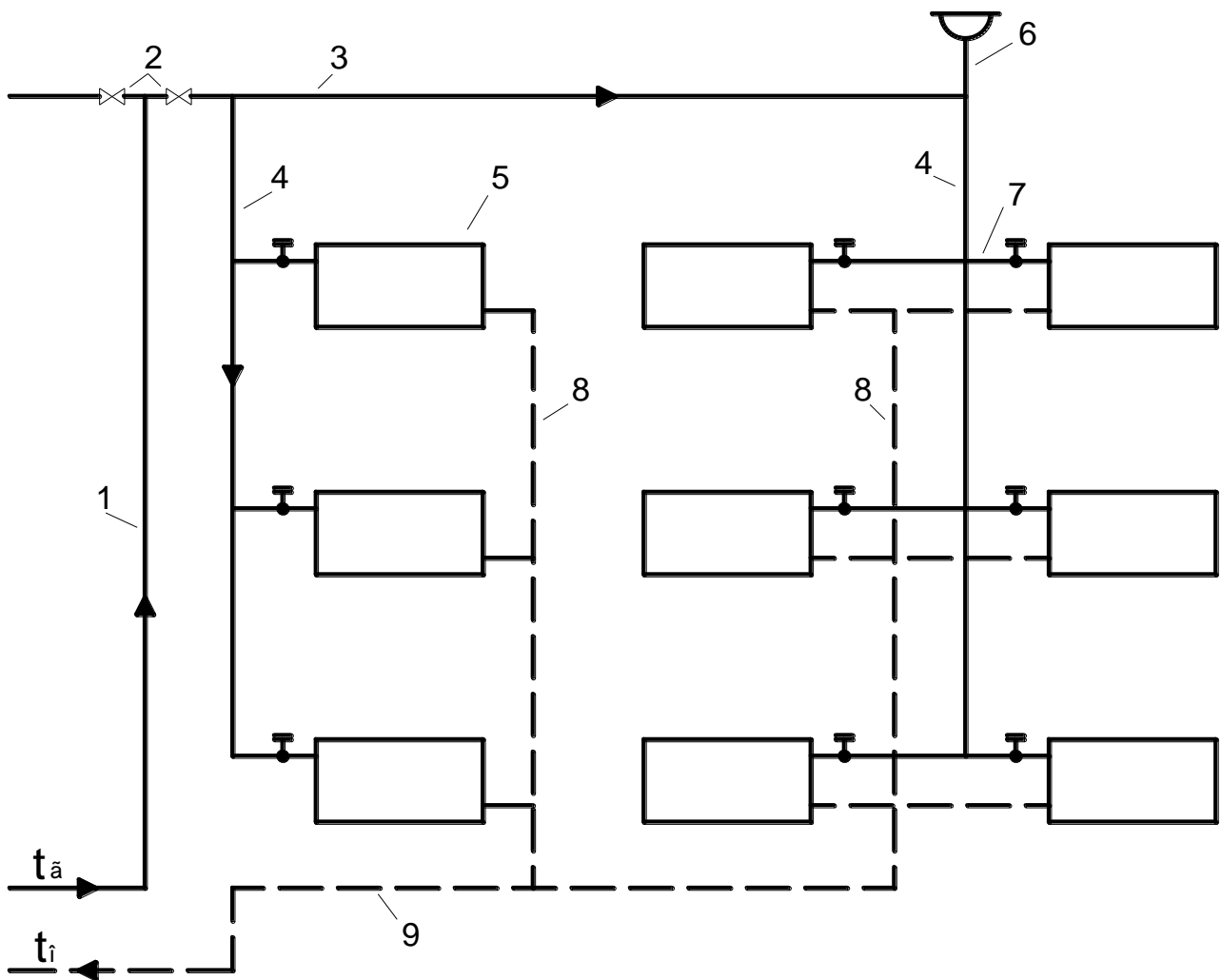


Рис. 2.1. Двухтрубная вертикальная система водяного отопления с верхней разводкой

1 – стояк горячей воды; 2 – регулировочные краны на ответвлениях; 3 – подающая магистраль горячей воды; 4 – стояки горячей воды; 5 – нагревательные приборы; 6 – выпуск воздуха; 7 – подводки к приборам; 8 – стояки обратной воды; 9 – обратная магистраль.

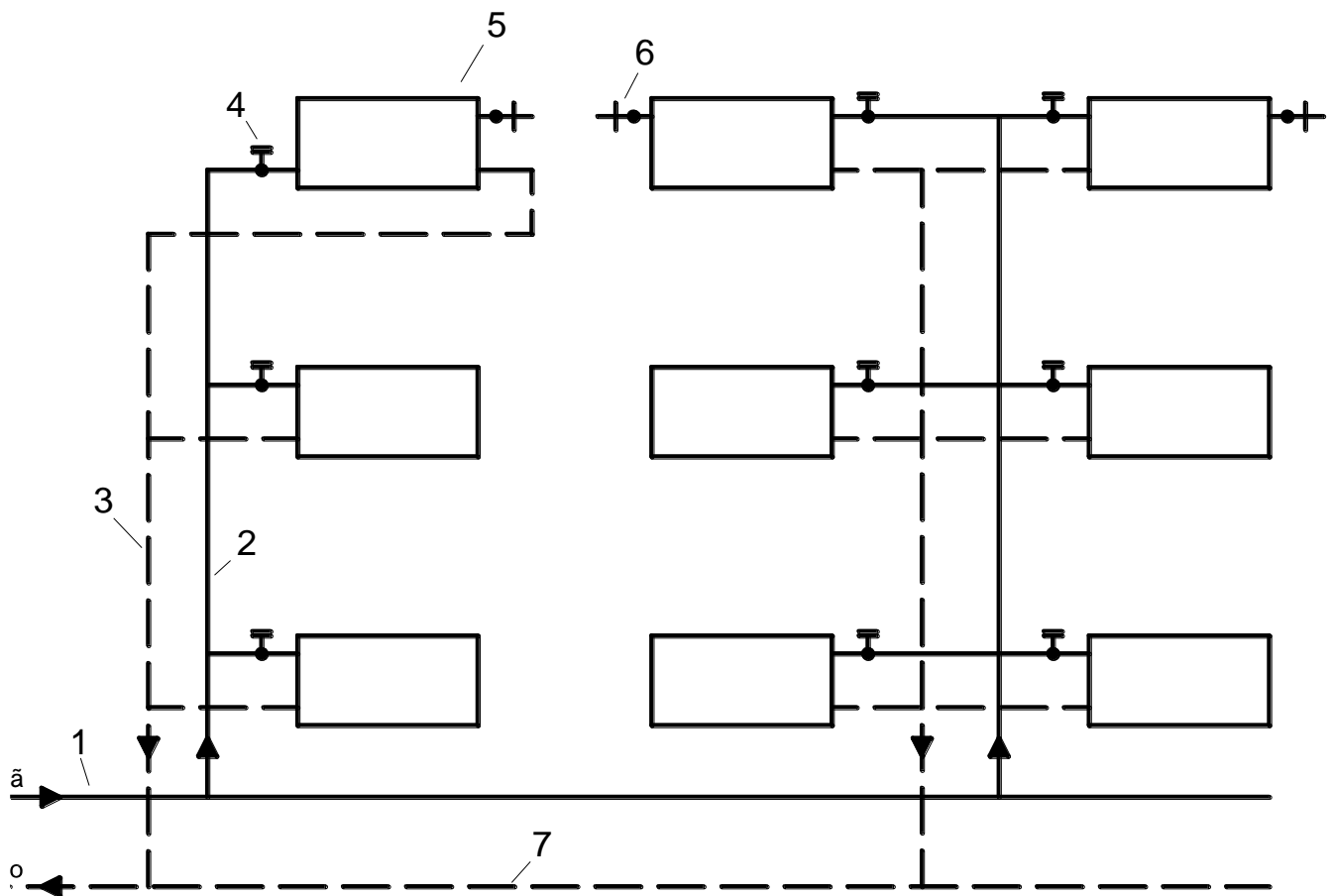


Рис. 2.2. Двухтрубная вертикальная система водяного отопления
с нижней разводкой

1 – подающая магистраль горячей воды; 2 – стояки горячей воды; 3 – стояки обратной воды; 4 – краны у приборов; 5 – нагревательные приборы; 6 – выпуск воздуха; 7 – обратная магистраль.

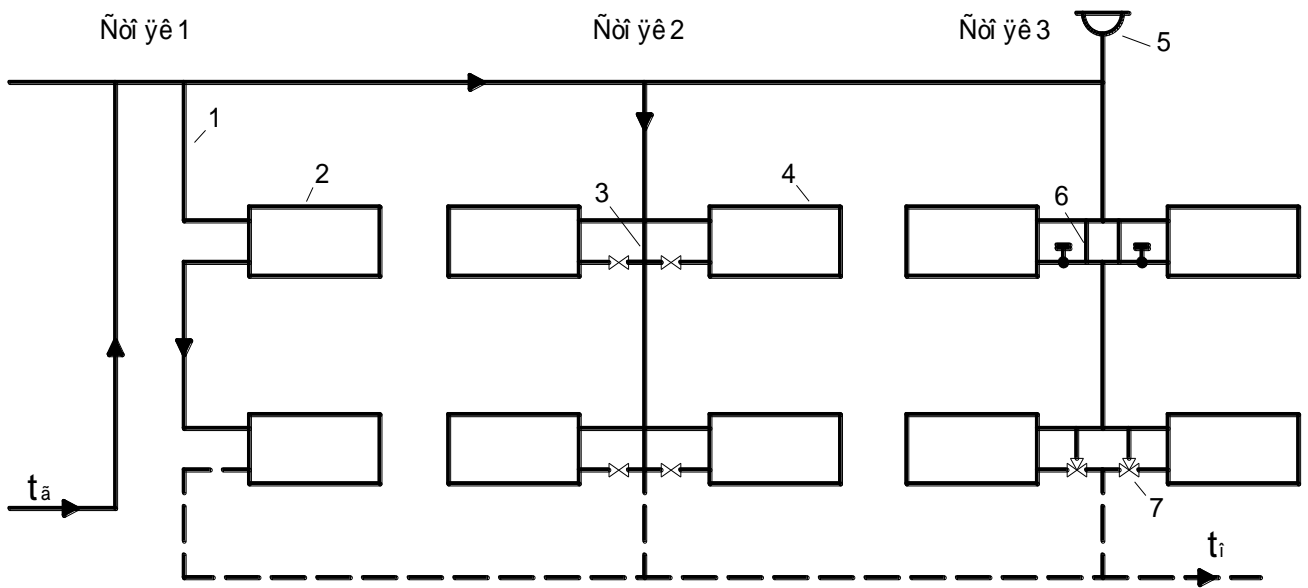


Рис. 2.3. Схема однотрубной системы отопления с верхней разводкой с попутным движением теплоносителя

1 – стояк проточный (без замыкающих участков); 2, 4 – отопительный прибор;
 3 – стояк с несмещенными замыкающими участками; 5 – воздухооборник; 6 –
 смещенные замыкающие участки; 7 – трёхходовой кран.

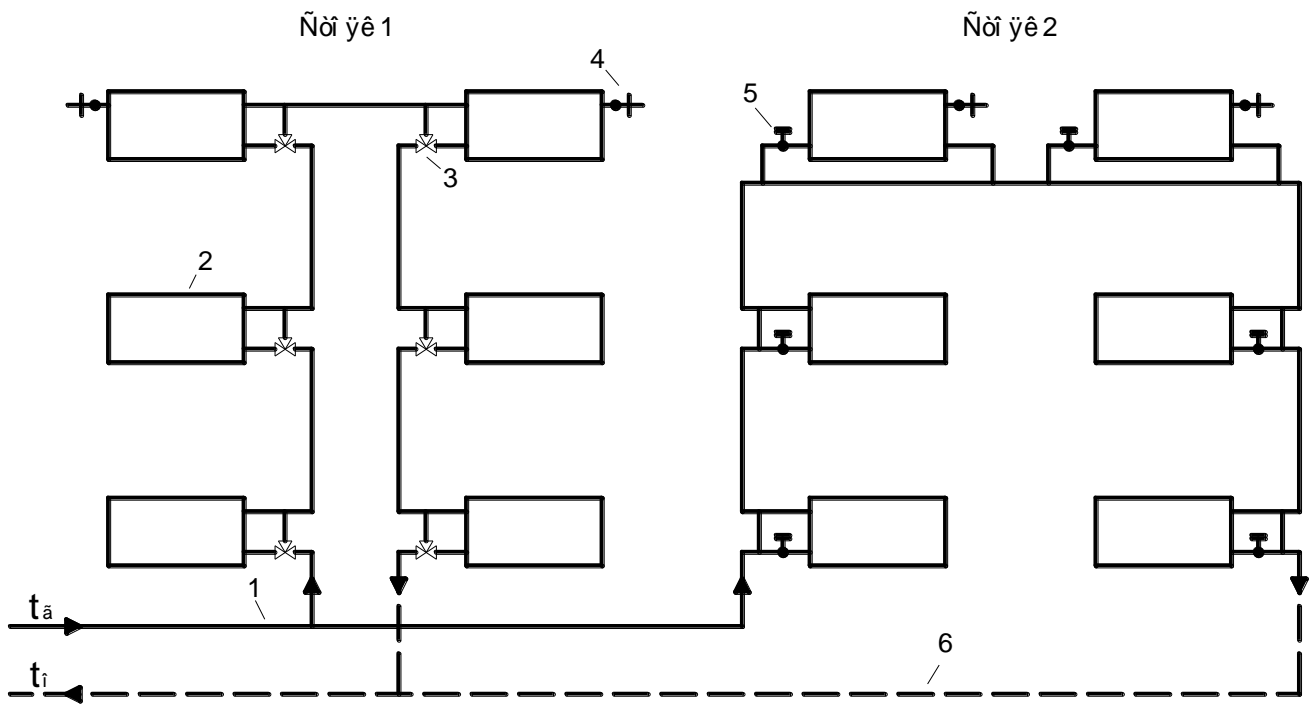


Рис. 2.4. Схема однотрубной системы отопления с нижней разводкой и П-образными стояками

1 – подающая магистраль горячей воды; 2 – нагревательный прибор; 3 – трехходовой кран; 4 – выпуск воздуха; 5 – регулирующий кран; 6 – магистраль обратной воды.

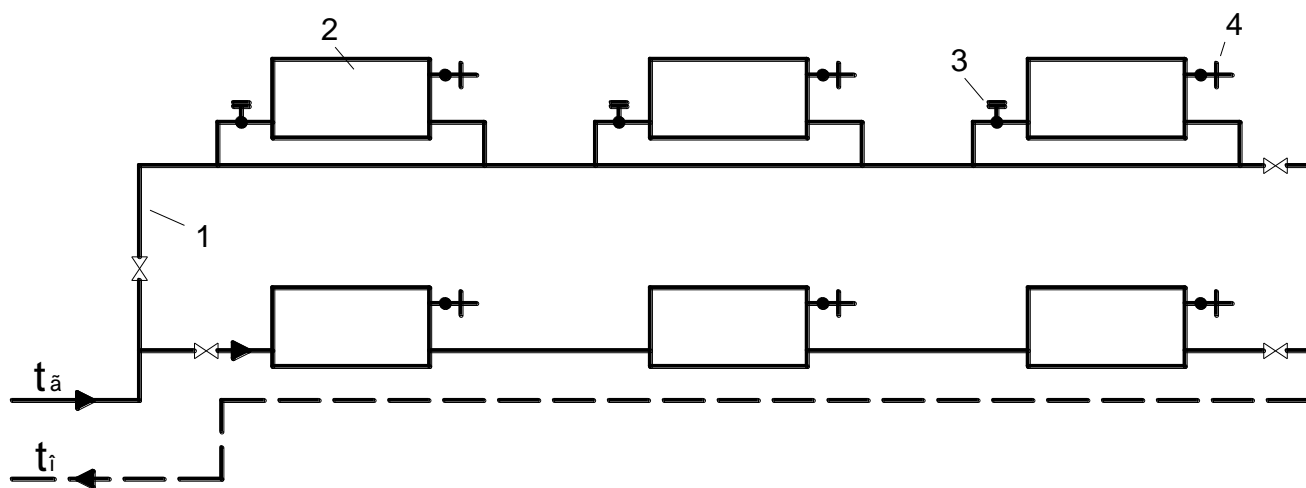


Рис. 2.5. Схема горизонтальной однотрубной системы отопления

1 – стояк; 2 – нагревательные приборы; 3 – регулирующий кран; 4 – выпуск воздуха.

2.2. Особенности теплогидравлических режимов водяных систем отопления

На теплоотдачу отопительных приборов системы отопления оказывает влияние, как изменение температуры, так и расхода теплоносителя (воды). При этом в зависимости от вида системы это влияние сказывается по-разному.

В однотрубной системе снижение расхода воды в стояке, прежде всего, сказывается на уменьшении теплоотдачи последних (нижних) приборов. При этом теплоотдача первых по ходу теплоносителя (верхних) отопительных приборов меняется в незначительной степени. В таких системах в ходе проведения количественного регулирования возможно переохлаждение нижних помещений. В насосной системе с верхней разводкой разрешается снижение расхода до $11\div 38\%$ при допустимом снижении теплоотдачи приборов соответственно на $2,5\div 11\%$.

В однотрубной системе с верхней разводкой и насосной циркуляцией при уменьшении температуры воды теплоотдача нижних приборов уменьшается в большей степени, нежели верхних (до 40%).

Вышесказанное свидетельствует о том, что для равномерного изменения теплоотдачи всех отопительных приборов однотрубного стояка рекомендуется проведение смешанного (количественно–качественного) регулирования.

В однотрубной системе с естественной циркуляцией с понижением температуры одновременно уменьшается и расход воды в стояках. Этот процесс сопровождается относительно более быстрым (до 30%) уменьшением теплоотдачи нижних отопительных приборов. Может возникнуть опасность недогрева помещений нижних этажей, особенно в системах с разной высотой стояков или при существенной неравномерности распределения между ними тепловой нагрузки.

Для системы с верхней разводкой, особенно при высоком расположении центра охлаждения и (или) относительно малым гидравлическим сопротивлением стояков, характерно явление саморегулирования. При снижении по какой-либо причине температуры воздуха около одного или нескольких отопитель-

ных приборов стояка из-за некоторого увеличения их теплоотдачи и снижения температуры воды на выходе из стояка повышается её плотность, растёт естественная (гравитационная) составляющая циркуляционного давления и увеличивается расход воды в стояке. Это, в свою очередь, приводит к увеличению теплоотдачи и частичному восстановлению температурной обстановки в обогреваемых помещениях. При повышении температуры воздуха явление саморегулирования протекает в обратном порядке, но с тем же результатом. В таких системах происходит некоторое пофасадно–вертикальное саморегулирование.

В однотрубной системе отопления с нижней разводкой обеих магистралей, при расположении отопительных приборов стояка в рядом расположенных помещениях, температура воздуха одновременно меняется, как у приборов на подъемной, так и на опускной частях стояка. Изменение плотности воды в опускной части стояка будет частично компенсироваться соответствующим увеличением или уменьшением плотности в его подъемной части. Поэтому, явление саморегулирования протекает менее интенсивно, чем в системе с верхней разводкой.

В системе с нижней разводкой допустимо снижение расхода воды до 38%, за исключением стояков с замыкающими участками, из-за ухудшения прогрева отопительных приборов на подъёмной части стояков. Пофасадно–вертикальное саморегулирование практически неосуществимо.

Для бифилярной системы отопления характерно пропорциональное изменение суммарной теплоотдачи приборов, обслуживающих помещения на разных этажах, при изменении температуры подаваемой воды. Допустимы большие колебания расхода, чем в других однотрубных системах (18÷52%). Саморегулирующее влияние естественного циркуляционного давления такое же, как и в однотрубной системе отопления. Допустимо пофасадное регулирование, но вертикальное регулирование практически неосуществимо.

В горизонтальной однотрубной системе с насосной циркуляцией снижение температуры в ходе сезонного регулирования температуры воды в подающей магистрали сопровождается относительным увеличением теплоотдачи

последних по ходу воды приборов (до 40%). При естественной циркуляции в системе многоэтажного здания одновременно со снижением температуры теплоносителя сокращается и расход воды, что приводит к уменьшению относительной теплоотдачи последних по ходу воды приборов (до 30%). Допустимое понижение расхода и саморегулирующее влияние естественного циркуляционного давления такие же, как в вертикальной однотрубной системе. Допустимо пофасадное регулирование системы.

В вертикальной двухтрубной системе водяного отопления, при равных расчётных перепадах температуры в приборах, понижение температуры воды в ходе сезонного регулирования сопровождается значительно большим снижением теплоотдачи отопительных приборов на верхних этажах по сравнению с теплоотдачей приборов на нижних. Сокращение расхода воды в двухтрубной вертикальной системе вызывает существенно большее уменьшение теплоотдачи приборов на нижних этажах.

Нарушение структуры системы заметно сказывается на изменении теплоотдачи приборов в однотрубной системе (в отличие от двухтрубной). Относится это, прежде всего, к приборам однотрубной системы, непосредственно расположенным после прибора с несанкционированно увеличенной площадью теплоотдающей поверхности (после прибора понижается температура воды в стояке) или с уменьшенным расходом воды при регулировании краном на подводке (повышение температуры воды после прибора). В системе водяного отопления с тупиковым движением воды в магистралях отключение отдельных стояков заметно изменяет расход воды по другим стоякам. Однако, чем больше количество стояков в тупиковой ветви системы, тем больше её гидравлическая устойчивость при проведении отключений стояков в процессе эксплуатации системы.

3. Основные нарушения, критерии качества и эффективности работы систем отопления

3.1 Нарушения в работе систем отопления

Основной задачей систем отопления является поддержание оптимальных (в пределах определенных значений) условий теплового комфорта в помещениях при минимуме энергетических затрат. В ходе работы систем отопления допускаются не продолжительные по времени отклонения значений параметров микроклимата в помещениях (температуры внутреннего воздуха, радиационной и результирующей температуры) от оптимальных значений. При этом нарушением в работе системы, считается такое состояние, когда эти отклонения выходят за пределы допустимых значений. Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха приведены в таблицах приложения К.

Нарушение в работе систем отопления будет и в том случае, когда обеспечение оптимальных параметров микроклимата в здании осуществляется при завышенных энергетических затратах, а в ряде случаев и при повышенных параметрах теплоносителя - температуры обратной воды после системы отопления.

Нарушения в системах отопления условно разделяются на две взаимосвязанные группы:

1. Механические повреждения.
2. Технологические нарушения.

Механические повреждения могут привести к аварийным ситуациям (невозможность функционирования системы), вызывать снижение эксплуатационных качеств (например, невозможность отключения отдельного стояка в ходе ремонта), а также могут приводить к технологическим нарушениям в работе систем.

Технологические нарушения могут быть вызваны не только механическими повреждениями, но и рядом других факторов. К внешним факторам относятся:

- несоответствие термического сопротивления ограждения здания или его отдельных частей требуемым (проектным, нормативным) значениям;
- увеличение тепловых потерь и (или) инфильтрации наружного воздуха из-за ухудшения теплотехнических свойств ограждений вследствие физического износа ограждающих (теплоизоляционных) конструкций или несоблюдения правил технической эксплуатации зданий (неподготовленность здания к зиме и др.);
- несоблюдение правил и технологии технического обслуживания систем отопления при её эксплуатации (завоздушивание, длительная эксплуатация систем без промывки и др.);
- отсутствие наладки или разрегулировка в ходе длительной эксплуатации самой системы отопления и (или) узла смешения на вводе в здание;
- несоблюдение условий нормальной эксплуатации отопительных приборов;
- отсутствие средств автоматизации на вводе в здание и в самой системе отопления, позволяющих корректировать теплоотдачу отопительных приборов при изменении условий теплового баланса в помещениях.

Кроме выше перечисленных внешних факторов технологические нарушения в работе систем отопления могут быть вызваны и внешними причинами:

- несоблюдением графика регулирования температур теплоносителя в тепловой сети;
- занижением, как перепада давлений (расхода воды) на вводе тепловой сети, так и напора в обратной магистрали (возникновение опасности опорожнения системы).

3.2 Критерии оценки систем отопления

Для оценки качества функционирования системы отопления, обеспечения бесперебойного круглосуточного отопления зданий, соблюдения оптимальных условий теплового комфорта при минимуме энергетических затрат без технологических нарушений и механических повреждений служат критерии оценки.

Основные критерии

1. Соблюдение температурных режимов в отапливаемых помещениях в течение отопительного периода характеризует величина и период отклонений фактических значений температуры воздуха от оптимальных значений и оценивается **коэффициентом температурных отклонений (аварийности)**

$$\sigma_{on} = 1 - \frac{\sum_{j=1}^m A_j T_j}{t_e^H \cdot \tau}, \quad (3.1)$$

где $A_j = (t_e^H - t_e^{факт})$ - амплитуда j -го отклонения, °С;

T - период (время) отклонения, час;

m - число эпизодических отклонений за время τ ;

τ - число часов отопительного периода, час;

t_e^H - нормативное значение внутренней температуры, °С (приложение К).

Здесь характер отклонений классифицируется отказами I, II и III родов.

Отказ I рода – отклонение отопительных параметров в зону допустимых значений.

Отказ II рода – отклонение отопительных параметров за пределы зоны допустимых значений, но не настолько, чтобы в системе, либо зданиях, наступили необратимые процессы (размораживание элементов, значительный технологический ущерб и др).

Отказ III рода – отклонение отопительных параметров за пределы зоны допустимых значений, приведшее к аварийной ситуации и повлекшее за собой

конкретные издержки (последующие ремонтные работы, технологические ущербы и др.).

Коэффициент аварийности может определяться по формуле 3.1 отдельно для отказов I, II и III родов.

2. Эффективность использования энергоресурсов системой отопления за отопительный период оценивается **коэффициентом эффективности системы отопления**

$$\varepsilon_{co} = \frac{q'_{yd}}{q_{yd}}, \quad (3.2)$$

где q'_{yd} - расчетное, нормативное или базовое значение удельного расхода тепла на отопление здания, Вт/м²·°C·сут (определяется по формуле 6.19);

q_{yd} - фактическое значение удельного расхода тепла на 1 м² жилой (полезной) площади здания, Вт/м²·°C·сут (определяется по формуле 6.18).

Критерии состояния элементов системы отопления

1. Состояние ограждающих конструкций, их теплотехнические характеристики, оценивается **коэффициентом эффективности теплозащиты здания**

$$\varphi_{огр} = \frac{Q_{зд}^H}{Q_{зд}}. \quad (3.3)$$

где $Q_{зд}^H$ - нормативные тепловые потери здания при текущих параметрах наружного климата, Вт (определяется по формуле 6.22);

$Q_{зд}$ - фактические (действительные) тепловые потери здания, Вт (определяется по формуле 6.22).

2. Фактическое техническое состояние системы отопления (степень внутреннего загрязнения, наличие воздуха и отложений), способность системы ото-

пления компенсировать тепловые потери помещений оценивается с помощью коэффициента $\varphi_{\tilde{n}i}$ - **коэффициента теплотехнического качества системы отопления**, представляющего собой отношение действительного значения удельной теплопроизводительности системы отопления, к его расчётному (базовому) значению

$$\varphi_{co} = \frac{(k_0F)}{(k_0F)}, \quad (3.4)$$

где (k_0F) - действительное, пересчитанное на расчетные условия, значение удельной теплопроизводительности системы отопления, Вт/°С (определяется по формуле 6.28);

(k_0F) - расчетное или базовое значение удельной теплопроизводительности системы отопления, Вт/°С (определяется по формуле 6.27).

3. Состояние отопительных приборов (степень внутреннего загрязнения, наличие воздуха и загрязнений) определяется **коэффициентом качества отопительных приборов ε_i** :

$$\varepsilon_i = \frac{Q_{факт_i}}{Q_{теор_i}}, \quad (3.6)$$

$$\varepsilon = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{факт_i}}{\sum_{i=1}^n Q_{теор_i}}, \quad (3.6a)$$

где $Q_{факт_i}$ - фактическая теплоотдача i -го отопительного прибора, определяемая по температурам воды на входе и выходе из него или иными способами, Вт (определяется по формуле 7.5.2);

$Q_{теор\ i}$ - теоретическая теплоотдача i -го отопительного прибора, вычисленное на основе паспортных (справочных) данных отопительного прибора, Вт (определяется по формуле 7.6.1);
 n - число установленных отопительных приборов.

4. Качество наладки системы отопления оценивается **коэффициентом разналадки системы отопления**

$$\varphi_t^{рн} = 1 - 2 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |t_{cp} - t_{vi}^{факт}| \cdot V_i}{t_{cp} \cdot V_i}, \quad (3.7)$$

где t_{cp} - средняя температура воздуха в помещениях здания на период мониторинга, °С (определяется по формуле 6.1);

$t_{vi}^{факт}$ - фактическая температура воздуха в помещении, °С (определяется по приложению К);

V_i - объем отапливаемого помещения, м³.

5. Величина перерасхода (недопоставки при недотопе) тепла характеризуется **коэффициентом перетопа (недотопа) здания**

$$\varphi_{\Delta Q} = \frac{Q_{норм.i} - Q_{факт.i}}{Q_{норм.i}} \cdot 100, \quad (3.8)$$

где $Q_{норм.i}$ - нормативное значение теплопотребления отапливаемого помещения или здания при текущей температуре наружного воздуха, Вт;

$Q_{факт.i}$ - фактический (расчетный) расход тепла на отопление здания, Вт (определяется по формуле 7.4.1).

3.3 Оценка состояния систем отопления

1. Коэффициент температурных отклонений (аварийности)

$$\sigma_{on} = 1 - \sum_{j=1}^m A_j T_j / t_6^H \cdot \tau.$$

$\sigma_{on} \geq 0,95$ - техническое состояние системы отопления хорошее при отсутствии отказов II и III родов;

$0,8 \leq \sigma_{on} < 0,95$ - техническое состояние системы отопления удовлетворительное, при $\sigma_{on} \geq 0,95$ для отказов II рода и отсутствия отказов III рода;

$\sigma_{on} < 0,8$ - техническое состояние системы отопления неудовлетворительное при наличии отказов III рода или отказов II рода при $\sigma_{on} < 0,95$ или отказов I рода при $\sigma_{on} < 0,8$.

При $\sigma_{on} < 0,7$ необходимо назначение энергетического обследования.

2. Коэффициент эффективности системы отопления

$$\varepsilon_{co} = \frac{q'_{y\partial}}{q_{y\partial}}.$$

$\varepsilon_{co} \geq 0,95$ - система отопления эффективна, функционирует хорошо;

$0,85 \leq \varepsilon_{co} < 0,95$ - система отопления малоэффективна, функционирует удовлетворительно;

$\varepsilon_{co} < 0,8$ - система отопления неэффективна, функционирует неудовлетворительно, периоды с недопоставками топлива исключаются.

При $\varepsilon_{co} < 0,7$ - необходимо назначение энергетического обследования.

3. Коэффициент эффективности теплозащиты здания

$$\varphi_{огр} = \frac{Q_{3\partial}^H}{Q_{3\partial}}.$$

$\varphi_{огр} \geq 0,95$ - теплозащита здания эффективна, в хорошем техническом состоянии;

$0,9 \leq \varphi_{огр} < 0,95$ - теплозащита низкоэффективна, необходимо рассмотреть вопрос о дополнительном утеплении;

$\varphi_{огр} < 0,9$ - теплозащита неэффективна, нуждается в инструментальном обследовании ограждающих конструкций, с рассмотрением вопроса о проведении ремонтно-восстановительных работ, или при получении значений $R_{факт.}$ не удовлетворяющим требованиям гигиенических норм.

4. Коэффициент теплотехнического качества системы отопления,

$$\varphi_{co} = \frac{(k_0 F)}{(k_0 F)},$$

$\varphi_{co} \geq 0,95$ - техническое состояние системы отопления хорошее;

$0,85 \leq \varphi_{co} < 0,95$ - техническое состояние системы отопления удовлетворительное, нуждается в обследовании и выявлении причин, способствующих снижению теплотехнического качества системы, необходимость проведения регламентных работ

$\varphi_{co} < 0,85$ - техническое состояние системы отопления неудовлетворительное, обязательное проведение обследования и регламентных работ, при отсутствии положительных результатов - принятие решения о реконструкции системы.

При $\varphi_{co} > 1,03$ - в системе отопления установлено дополнительное отопительное оборудование (приборы). Необходимость проведения работ по выявлению дополнительного оборудования (приборов).

5. Коэффициент качества отопительных приборов ε_i :

$$\varepsilon_i = \frac{Q_{факт_i}}{Q_{теор_i}},$$

$\varepsilon_i \geq 0,95$ - техническое состояние отопительного прибора хорошее;

$0,9 \leq \varepsilon_i < 0,95$ - техническое состояние отопительного прибора удовлетворительное, необходимо проведение регламентных работ;

$\varepsilon_i < 0,9$ - техническое состояние отопительного прибора неудовлетворительное, необходимость проведения регламентных работ, при отсутствии положительных результатов - принятие решения о замене отопительного прибора.

6. Коэффициент разналадки СО

$$\varphi_t^{PH} = 1 - 2 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |t_{cp} - t_{\partial i}^{\text{факт}}| \cdot V_i}{t_{cp} \cdot V_i},$$

$\varphi_t^{PH} \geq 0,95$ - состояние наладки системы отопления хорошее, не требует вмешательства;

$0,9 \leq \varphi_t^{PH} < 0,95$ - состояние наладки системы отопления удовлетворительное, включить в план очередных регламентных работ корректировку наладки системы;

$\varphi_t^{PH} < 0,9$ - состояние наладки системы отопления неудовлетворительное, необходимо провести внеочередные регламентные работы по корректировке наладки системы.

7. Коэффициент перетопа (недотопа) здания

$$\varphi_{\Delta Q} = \frac{Q_{\text{норм.}i} - Q_{\text{факт.}i}}{Q_{\text{норм.}i}} \cdot 100,$$

$\varphi_{\Delta Q} \leq \pm 5\%$ - система отопления функционирует удовлетворительно;

$\varphi_{\Delta Q} > \pm 5\%$ - система отопления функционирует неудовлетворительно, необходимость проведения работ по определению причин недотопа (перетопа).

При систематическом превышении (уменьшении) $\varphi_{\Delta Q}$ более чем на 20% за счет влияния внутренних факторов необходимо проведения работ по энергетическому обследованию.

4. Цели и задачи диагностики и оценки состояния систем отопления

4.1. Цели и задачи диагностики систем отопления

Исправная работа системы отопления и сбережение теплоты в течение всего срока её службы зависят от качества обслуживания, строгого выполнения правил планово-предупредительных ремонтов системы, предусматривающих проведение ряда мероприятий, в состав которых входит диагностика и оценка состояния системы.

Диагностика системы отопления предназначена для выявления на основе характерных признаков дефектов или отклонений от оптимальных (установленных) режимов работы в отдельных устройствах, узлах, оборудовании и в системе отопления в целом.

Диагностика и оценка состояния системы отопления является составным элементом системы технического обслуживания зданий и объектов, служит основным звеном в системе управления тепло-гидравлическими режимами в системе, повышения эксплуатационных показателей, надёжности и качества обеспечения температурного режима в отапливаемых зданиях.

Диагностика системы отопления осуществляется с целью определения комплекса конкретных технических мер, реализация которых позволяет повысить качество поддержания температурного режима в отапливаемых помещениях зданий с одновременным снижением теплопотребления на эти нужды, предотвратить возникновение и ускорить ликвидацию аварийных ситуаций.

В зависимости от вида диагностики системы отопления в её задачи входят:

- определение неполадок в работе системы и их причин (оценка равномерности прогрева отопительных приборов, степени горизонтальной и вертикальной разрегулировки, качество поддержания в отапливаемых помещениях температурного режима, выявления мест засоров, отложений и завоздушивания в системе и др.);

- определение физического износа и отклонение в системе от расчетных характеристик (за счет обрастания отложениями трубопровода и элементов системы, несанкционированной установки дополнительных отопительных приборов и др., приложение Е);
- оценка качества взаимодействия устройств, оборудования и узлов системы отопления при расчетных (стационарных) условиях и необходимость технических мер по обслуживанию или реконструкции;
- оценка качества взаимодействия устройств, оборудования и узлов системы отопления при переменных внешних и внутренних воздействиях и необходимость технических мер по обслуживанию или реконструкции;
- оценка энергетической эффективности работы системы отопления, расчёт количественных характеристик функционирования системы в процессе мониторинга;
- определение непроизводительных потерь теплоты и разработка на этой основе мероприятий по энергосбережению.

4.2. Виды диагностики

Диагностика систем отопления подразделяется на:

1. Пуско-наладочную.
2. Планово-периодическую (выборочно-профилактическую).
3. Весеннюю и осеннюю.
4. Осмотр-диагностику при формировании плана капитального ремонта систем отопления.
5. Диагностику в ходе ежедневных (еженедельных) осмотров.
6. Неплановую или оперативную (аварийную, при непредвиденных неисправностях системы отопления).
7. Мониторинг-диагностику при функционировании АСУ объекта.
8. Диагностику в комплексе работ по энергоаудиту здания.

Пуско-наладочная диагностика осуществляется на завершающей стадии строительно-монтажных работ, а также после проведения текущего и капитального ремонта системы отопления с целью выявления отклонения параметров установленного оборудования, приборов и теплопроводов от паспортных (проектных) значений, качество их взаимодействия при расчетных (стационарных) и переменных условиях эксплуатации и необходимость их коррекции в процессе наладки.

В ходе пуско-наладочной диагностики необходимо определять коэффициент разналадки системы отопления и коэффициент эффективности теплозащиты здания.

Планово-периодическая (выборочно-профилактическая) диагностика проводится с целью оценки, как степени соответствия параметров оборудования, приборов и теплопроводов расчетным (паспортным, проектным) значениям, так и качества их взаимодействия (поддержания тепло-гидравлических характеристик) при изменении условий эксплуатации (погодных условий, поставок тепла). Кроме того, в ходе диагностики выявляются устройства, узлы и оборудование, находящиеся в предаварийном состоянии или характеристики которых выходят за допустимые значения.

Основываясь на результатах планово-периодической (выборочно-профилактической) диагностики делается вывод о качестве работы системы отопления, необходимости её реконструкции или капитального ремонта, намечаются объёмы планового текущего ремонта, принимается решение о проведении наладочных работ силами обслуживающего подразделения, корректируются сроки и объёмы регламентных работ.

В ходе планово-периодической (выборочно-профилактической) диагностики необходимо определять коэффициент эффективности теплозащиты здания, коэффициент теплотехнического качества системы отопления, коэффициент качества отопительных приборов.

В период **весенней диагностики** уточняются устройства, узлы и оборудование, находящиеся в предаварийном состоянии или характеристики кото-

рых выходят за допустимые значения. По результатам весенней диагностики системы отопления принимаются решение о замене отдельных устройств, узлов и оборудования в ходе проведения планового летнего текущего ремонта, уточняется объем летних регламентных, наладочных и ремонтных работ, составляются предложения об объемах капитального ремонта и реконструкции системы на следующий год.

В ходе весенней диагностики необходимо определять коэффициент качества отопительных приборов, коэффициент теплотехнического качества системы отопления, коэффициент рассогласования значений внутренней температуры воздуха в отапливаемых помещениях, коэффициент эффективности системы отопления.

Осенняя диагностика проводится с целью установления соответствия отремонтированных или установленных в период летних плановых работ устройств, узлов, оборудования и системы отопления в целом паспортным (проектным) значениям. По результатам осенней диагностики делается вывод о готовности систем отопления к отопительному периоду.

В ходе осенней диагностики необходимо определять коэффициент разладки системы отопления.

Весенняя и осенняя диагностики проводится, как правило, в составе общих весенне-осенних осмотров зданий.

Осмотр-диагностика при формировании плана капитального ремонта проводится с целью определения объема работ на основе данных действительных характеристик (тепловых, гидравлических и др.) и состояния узлов и оборудования системы отопления и возможности их дальнейшего использования.

В ходе осмотр-диагностики необходимо определять коэффициент качества отопительных приборов, коэффициент рассогласования значений внутренней температуры воздуха в отапливаемых помещениях.

Неплановая или оперативная диагностика проводится после стихийных природных явлений и повреждений здания, аварий в системах теплоснабжения и перерывов в подаче тепла, способных вызвать неисправности в систе-

ме отопления здания, при обнаружении неисправностей в самих системах отопления, а также по жалобам жильцов или арендаторов помещений на неисправности в системе.

В ходе оперативной диагностики и оценки состояния в первую очередь выявляются устройства, узлы и оборудование системы, характеристики которых выходят за пределы допустимых значений. Во-вторых, диагностируются неполадки и отклонения от нормального функционирования системы и вызвавшие их причины.

На основании результатов оперативной диагностики принимается решение о замене, либо продолжении функционирования до проведения планового ремонта устройств или оборудования с параметрами, выходящими за пределы допустимых значений, назначается проведение и определяется объём внеплановых ремонтных, наладочных или регламентных работ.

В ходе неплановой (оперативной) диагностики необходимо определять коэффициент разбалансировки системы отопления, коэффициент эффективности теплозащиты здания, коэффициент рассогласования значений внутренней температуры воздуха в отапливаемых помещениях

Мониторинг-диагностика при функционировании АСУ объекта предназначена в первую очередь для выявления нештатных (предаварийных) ситуаций путем как непосредственного отслеживания текущих параметров в системе отопления, так и за счет прогнозирования изменения этих параметров во времени при использовании вероятностно-статистических и других моделей системы отопления.

В первую очередь, с точки зрения наибольшей опасности, а значит требующими более быстрого оперативного вмешательства, должны определяться технологические неисправности (нештатные ситуации) в следующей последовательности:

- повышенная подпитка теплоносителя, характеризующая возможные утечки в системе;

- непрогрев отдельных участков системы, который может спровоцировать размораживание элементов системы отопления;
- пониженное значение расхода из тепловой сети (при отрицательных температурах, ведущее к возможному размораживанию системы отопления);
- пониженное значение расхода в тепловую сеть (авария в системе отопления, водоразбор);
- пониженное значение температуры теплоносителя (необеспечение требуемых параметров воздуха в помещениях);
- пониженное значение перепада давления на тепловом вводе (необеспечение циркуляции в системе отопления, ведущее к возможному размораживанию системы отопления);
- завышенные параметры (температура, давление, расход) ведущие к перерасходу ресурсов и завышению внутренней температуры воздуха в помещениях.

В ходе мониторинг-диагностики необходимо определять коэффициент температурных отклонений (аварийности), коэффициент качества отопительных приборов, коэффициент теплотехнического качества системы отопления, коэффициент эффективности теплозащиты здания, коэффициент рассогласования значений внутренней температуры воздуха в отапливаемых помещениях, коэффициент эффективности системы отопления.

Диагностика в комплексе работ по энергетическому аудиту здания предназначена для определения действительных характеристик, как отдельных составляющих, так и всей системы отопления, и проводится в соответствии с положениями и правилами проведения энергоаудита.

Требования нормативных документов по энергосбережению, необходимость проведения энергетического аудита и составление на этой основе энергетического паспорта здания формируют новый класс задач по обследованию системы отопления, основанных на диагностике и оценке состояния системы.

К ним можно отнести:

- определение удельных энергетических затрат на отопление здания;
- диагностика системы отопления и оценка на этой основе качества её функционирования;
- разработку мероприятий и расчёт количественных показателей для наладки системы;
- формирование программы внедрения энергосберегающих мероприятий, технологий и оборудования.

В ходе диагностики в комплексе работ по энергоаудиту здания необходимо определять коэффициент температурных отклонений (аварийности), коэффициент качества отопительных приборов, коэффициент теплотехнического качества системы отопления, коэффициент эффективности теплозащиты здания, коэффициент рассогласования значений внутренней температуры воздуха в отапливаемых помещениях, коэффициент эффективности системы отопления, коэффициент разналадки системы отопления, коэффициент перетопа (недотопа) здания.

В ходе отдельных видов диагностик оценивается как состояние системы отопления, так и теплотехнические характеристики ограждающих конструкций. При выявлении нарушений теплотехнических характеристик ограждающих конструкций решения по их техническому обслуживанию, ремонту или реконструкции принимаются в соответствии с Руководством по техническому обслуживанию, текущему и капитальному ремонту зданий и объектов Министерства обороны Российской Федерации (Приказ Начальника СирВ РФ № 260 1996 года).

При проведении диагностики системы отопления могут применяться как инструментальные, так и визуальные способы диагностики. В свою очередь в ходе инструментальной диагностики используются приборы и датчики, как установленные на системе отопления и узле ввода, так и дополнительно устанавливаемые измерительные приборы.

На основе визуальных методов диагностируются:

- целостность трубопроводов, нагревательных приборов, тепловой изоляции, арматуры и устройств системы отопления;
- наличие зон промерзания (повышенного охлаждения) ограждающих конструкций;
- наличие признаков коррозии, в том числе электрохимической коррозии;
- наличие зон изменения структуры поверхности полимерных трубопроводов;
- наличие перегибов, сильных прогибов и других деформаций трубопроводов;
- наличие свищей, течи в арматуре, фланцевых, резьбовых и сварных соединениях,
- признаков и последствий замораживания системы;
- неравномерность прогрева отопительных приборов;
- непрогрев отдельных приборов и стояков.

На основе инструментальных методов оценивается:

- степень отклонения теплотехнических характеристик ограждающих конструкций от паспортных (проектных) значений;
- степень отклонения теплотехнических характеристик систем отопления от паспортных значений;
- гидравлические характеристики элементов систем;
- степень гидравлической разрегулировки;
- удельные показатели и критерии качества и эффективности работы системы отопления.

4.3. Оценка результатов диагностики

По результатам диагностики системы отопления принимаются решения о состоянии системы:

- выявляются находящиеся в предаварийном состоянии устройства, узлы и оборудование, принимаются решение о необходимости их срочной замены или возможности временного использования до проведения

- планового ремонта (даже при возможном выходе характеристик за пределы допустимых значений при нормальной эксплуатации);
- выявляются устройства, узлы и оборудование, характеристики которых выходят за допустимые значения, и требуется проведение регламентных работ или их замена в период планового ремонта;
 - определяется степень отклонения параметров оборудования, приборов и теплопроводов от паспортных (проектных) значений и необходимость их коррекции в процессе эксплуатации;
 - оценивается качество работы системы отопления, а также необходимость внедрения новых технологий и энергосберегающих мероприятий.

На основе диагностики определяется состав конкретных технических мер, реализация которых позволит повысить качество поддержания температурного режима в отапливаемых помещениях зданий с одновременным снижением теплопотребления на эти нужды.

Материалы диагностики систем отопления являются исходной базой для разработки проектно-сметной документации на их ремонт и реконструкцию.

5. Определение характерных неисправностей в системах отопления

Отопительная система, в случае общего рабочего состояния, может иметь (рис. 5.1) следующие внештатные ситуации:

- большой суммарный расход теплоты на нужды отопления;
- пониженную температуру воздуха в одном или нескольких отапливаемых помещениях.

В первом случае, из условий энергосбережения, следует осуществить диагностику состояния в следующей последовательности:

- определить, не завышена ли температура воздуха в отапливаемых помещениях (каждый градус «перетопа» соответствует 3-4% перерасхода топлива в котельной);
- выяснить, существует ли разрегулировка системы, характеризующаяся завышенной температурой воздуха в отдельных помещениях или зонах отапливаемого здания;
- проверить качество теплоизоляции наружных ограждающих конструкций, трубопроводов и имеются ли сверхнормативные инфильтрационные притоки холодного воздуха.

Во втором случае ситуация характеризуется нерасчетным тепловым и гидравлическим режимом в одном или нескольких отопительных приборах (стояке, ветви и т.п.). С другой стороны, это же явление может быть вызвано нарушением теплоизоляционных качеств наружных ограждающих конструкций здания и (или) участков теплопроводов системы отопления на чердаке или в подвале.

В соответствии с выявленным характером нарушения температурного режима в отапливаемых помещениях и в теплопотреблении на эти нужды, согласно схемы представленной на рис. 5.1, определяются возможные причины отклонений. Уточнение причины неисправности на основании характерных признаков производится по материалам таблиц 5.1 и 5.2. Согласно приведенной в таблице классификации и рекомендуемым способам устранения определяется технология ликвидации неисправностей.



Рис. 5.1. Схема нарушений в работе системы отопления

Нарушения в работе системы отопления

Место нарушения	Нарушение	Причины нарушения
Пониженная температура воздуха в помещениях		
В отдельном помещении (один отопительный прибор)	Снижение теплотехнических качеств отопительного прибора	<ol style="list-style-type: none"> 1. Воздушная пробка в приборе. 2. Заиливание прибора. 3. Отложение накипи внутри прибора. 4. Не соблюдение минимальных расстояний от прибора до пола, стены или подоконной доски. 5. Прибор закрыт декоративной панелью, решеткой и др. 6. Засорение или перекрытие меж пластинчатого пространства конвекторов или конвекционных протоков у секционных приборов.
	Сниженный расход теплоносителя через отопительный прибор	<ol style="list-style-type: none"> 1. Засорение подводов трубопроводов к прибору или установленной на них запорно-регулирующей арматуры.
	Несоответствие расчетной теплоотдачи отопительного прибора	<ol style="list-style-type: none"> 1. Заниженная площадь прибора. 2. Несоответствие термического сопротивления ограждений расчетным (проектным) значениям. 3. Дефекты монтажа ограждений, заделки стыков. 4. Наличие повышенной инфильтрации воздуха в помещении.
В нескольких помещениях по линии одного стояка или горизонтальной разводки	Сокращенный расход теплоносителя по стояку системы отопления	<ol style="list-style-type: none"> 1. Засорение трубопроводов стояка или установленной на них запорно-регулирующей арматуры. 2. Перекрытие сечения трубопровода при некачественном монтаже или ремонте.

		<ol style="list-style-type: none"> 3. Воздушная пробка в П-образном стояке. 4. Воздушная пробка в горизонтальной ветви трубопровода. 5. Регулировка горизонтальной ветви системы. 6. Горизонтальная разрегулировка стояков системы. 7. Вертикальная разрегулировка стояков системы.
	Сниженная температура теплоносителя на входе в отопительный прибор	<ol style="list-style-type: none"> 1. Несанкционированная локальная установка дополнительных секций или отопительных приборов.
	Несоответствие расчетной теплоотдачи отопительного прибора	<ol style="list-style-type: none"> 1. Несоответствие термического сопротивления ограждений расчетным (проектным) значениям. 2. Дефекты монтажа ограждений, заделки стыков. 3. Наличие повышенной инфильтрации воздуха в помещениях здания.
	Снижение теплотехнических качеств отопительного прибора стояка системы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Заиливание прибора. 2. Отложение накипи внутри прибора.
В отдельных зонах здания по линии нескольких стояков	Сокращенный расход теплоносителя по системе отопления или группе стояков	<ol style="list-style-type: none"> 1. Засорение магистральных трубопроводов системы или установленной на них запорно-регулирующей арматуры. 2. Перекрытие сечения трубопровода при некачественном монтаже или ремонте. 3. Воздушная пробка в горизонтальном трубопроводе. 4. Горизонтальная разрегулировка стояков и ветвей системы. 5. Частичное опорожнение системы. 6. Недостаточная разность напоров в/на выходе из теплового пункта.
В целом по зданию	Сокращенный расход теплоносителя в системе отопления	<ol style="list-style-type: none"> 1. Заращение трубопроводов в системе. 2. Недостаточная разность напоров в/на выходе из теп-

	ния	лового пункта.
	Сниженная температура теплоносителя в системе отопления	<ol style="list-style-type: none"> 1. Недостаточная температура теплоносителя после теплового ввода. 2. Не отрегулирован узел смешения теплового пункта.
Завышенная температура воздуха в помещениях		
В отдельном помещении (один отопительный прибор)	Несоответствие расчетной теплоотдачи отопительного прибора тепловым потерям помещения	<ol style="list-style-type: none"> 1. Завышенная площадь прибора. 2. Несанкционированная установка дополнительных секций или приборов. 3. Наличие в помещении неучтенных проектом или появившихся в ходе эксплуатации помещений постоянных тепловыделений. 4. Уменьшенная инфильтрация наружного воздуха (сниженная кратность воздухообмена) в помещении. 5. Отсутствие устройств для регулирования теплоотдачи прибора.
В нескольких помещениях по линии одного стояка или горизонтальной разводки	Повышенный расход теплоносителя по стояку системы отопления	<ol style="list-style-type: none"> 1. Горизонтальная разрегулировка стояков системы. 2. Вертикальная разрегулировка.
	Несоответствие расчетной теплоотдачи отопительного прибора тепловым потерям помещения	<ol style="list-style-type: none"> 1. Несанкционированная локальная установка дополнительных секций или приборов. 2. Уменьшенная инфильтрация воздуха в помещениях здания.
В отдельных зонах здания по линии нескольких стояков	Завышенный расход теплоносителя по группе стояков системы отопления	<ol style="list-style-type: none"> 1. Горизонтальная разрегулировка стояков и ветвей системы. 2. Избыточная разность напоров в/на выходе из теплового пункта.
В целом по зданию	Увеличенный расход теплоносителя в системе отопления	<ol style="list-style-type: none"> 1. Завышенная разность напоров в/на выходе из теплового пункта.
	Завышенная температура те-	<ol style="list-style-type: none"> 1. Завышенная температура теплоносителя на выходе из

	плоносителя в системе отопления	<p>теплового пункта.</p> <ol style="list-style-type: none"> Несанкционированное изменение (уменьшение) коэффициента смешения элеваторного узла. Невозможность изменения коэффициента смешения в весенне-осенний период.
Температура воздуха в помещениях здания находится в пределах нормы		
В целом по зданию	Сверхнормативный расход тепла в системе отопления	<ol style="list-style-type: none"> Сверхнормативные потери тепла трубопроводами системы, проложенными по подвалам и неотапливаемым помещениям. Нарушения тепловой изоляции. Несоответствие фактических тепловых потерь здания нормативным значениям.
	Перерасход теплоносителя в системе отопления	<ol style="list-style-type: none"> Слив воды из обратной магистрали системы. Несанкционированный водоразбор из системы. Наличие утечек в системе. Наличие перемычек между подающим и обратным трубопроводом системы.
Завышенная температура теплоносителя в обратной магистрали системы отопления		
В целом по зданию	Завышенный расход теплоносителя в системе отопления	<ol style="list-style-type: none"> Наличие перемычки между подающим и обратным трубопроводом системы. Завышенный перепад напоров на выходе из теплового пункта. Несбалансированность отдельных секций системы, подключенных к общему коллектору.
	Разрегулировка системы отопления	<ol style="list-style-type: none"> Несбалансированность отдельных стояков. Несбалансированность отдельных приборов в двухтрубном стояке или горизонтальной разводке.
	Завышенная температура теплоносителя в подающей магистрали системы отопления	<ol style="list-style-type: none"> Работа системы в режиме “пропусков” или в период “срезки” температурного графика с постоянным коэффициентом смешения.

		<ol style="list-style-type: none"> 2. Заниженный коэффициент смешения элеватора или узла смешения. 3. Отсутствие центрального регулирования при наличии в здании значительных периодических теплопоступлений или инсоляции.
Механические нарушения		
В целом по зданию	Коррозия трубопроводов и отопительных приборов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Наружная, при нахождении трубопроводов и отопительного оборудования без защитного покрытия в воде или помещениях с повышенной влажностью. 2. Внутренняя, при низком качестве теплоносителя. 3. Электрохимическая, при наличие в системе оборудования и трубопроводов из разных материалов.
	Размораживание системы отопления или ее отдельных элементов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Резкое снижение температуры и (или) расхода теплоносителя в системе при отрицательных температурах наружного воздуха.
	Снижение прочности полимерных трубопроводов системы отопления	<ol style="list-style-type: none"> 1. Нарушения при проведении монтажных работ по прокладке трубопроводов. 2. Изменения температуры теплоносителя свыше допустимых для данного вида материала трубопровода.
	Отсутствие необходимой компенсации температурных деформаций элементов системы отопления	<ol style="list-style-type: none"> 1. Нарушения при проектных работах. 2. Нарушения при проведении монтажных работ. 3. Отступления от проектных решений при проведении монтажных работ.
	Повреждения и потеря функциональной способности отключающих и регулирующих устройств системы отопления	<ol style="list-style-type: none"> 1. Низкое качество технического обслуживания. 2. Нарушения при проведении монтажных работ.

Признаки, причины и пути устранения характерных неисправностей

№ п/п	Характерные неисправности элементов системы отопления	Признаки	Возможные причины	Методы диагностики	Пути устранения
1.	Наличие воздушной пробки в отопительном приборе	<ul style="list-style-type: none"> – уменьшение или прекращение циркуляции воды в отопительном приборе или его секциях; – непрогрев секций (обычно крайних) отопительного прибора; – наличие резкого перепада температур между соседними секциями в верхней части прибора при достаточно равномерном градиенте температур в его нижней части (при сохранении частичной циркуляции воды); – возможен звук журчания воды 	<ul style="list-style-type: none"> – перекос нагревательного прибора в сторону стояка; – обратный уклон подводок трубопроводов к нагревательному прибору; – отсутствие устройств для воздухоудаления у приборов с нижней подводкой; – отсутствие устройств для удаления воздуха в верхней части П-образных стояков; – не соблюдение технологии заполнения стояка водой, отсутствие воздухоборников, кранов, для удаления воздуха из системы – сверхнормативная подпитка системы «сырой» (аэрированной водой) 	<ul style="list-style-type: none"> – контрольное открытие кранов или других воздухопускных устройств прибора; – контроль температурного поля секций ОП (температурное поле секции нагревательного прибора равномерно пониженное); – контрольный выпуск воздуха через радиаторные пробки 	<ul style="list-style-type: none"> – исправление отопительного прибора и подводок к нему; – установка устройств воздухоудаления; – проведение регламентных работ

№ п/п	Характерные неисправности элементов системы отопления	Признаки	Возможные причины	Методы диагностики	Пути устранения
2.	Заиливание отопительного прибора	–уменьшение или пре- ращение циркуляции воды в отопительном приборе или его секци- ях; –наличие резкого пере- пад температур между соседними секциями в нижней части прибора при достаточно равно- мерном градиенте тем- ператур в его верхней части (при сохранении частичной циркуляции воды);	–низкое качество подго- товки теплоносителя; –отсутствие грязевиков в тепловом пункте; –длительная эксплуатация СО без промывки	–контроль темпе- ратурного поля секций ОП	–промывка сис- темы отопления; –«продувка» отопительного прибора
3.	Отложения накипи на внутренней поверхности отопительного прибора	–уменьшение теплоот- дачи отопительного прибора по сравнению с расчётными (паспорт- ными) значениями	–отсутствие или низкое качество водоподготовки; –подпитка системы ото- пления «сырой» водой	–химический ана- лиз теплоносите- ля; –контроль темпе- ратурного поля секций ОП	–химическая промывка сис- темы отопления; –улучшение ка- чества теплоно- сителя

№ п/п	Характерные неисправности элементов системы отопления	Признаки	Возможные причины	Методы диагностики	Пути устранения
4.	Не соблюдение минимальных расстояний от отопительного прибора до пола, стены или подоконной доски	<ul style="list-style-type: none"> –уменьшение теплоотдачи отопительного прибора по сравнению с расчётными (паспортными) значениями; –сокращение или прекращение конвективного движения воздуха через ОП; –уменьшение разности температур теплоносителя до и после ОП 	<ul style="list-style-type: none"> –низкое качество строительно-монтажных работ; –несоответствие габаритов ОП размерам ограждений; –отсутствие крепления ОП к ограждению 	<ul style="list-style-type: none"> –визуальный контроль; –контроль разности температур теплоносителя до и после отопительного прибора –контроль соответствия площади отопительного прибора его теплоотдачи 	<ul style="list-style-type: none"> –переустановка и (или) замена отопительного прибора
5.	Засорение или перекрытие межпластинчатого пространства конвекторов или конвекционных протоков у секционных ОП	<ul style="list-style-type: none"> –уменьшение или отсутствие конвективного потока воздуха сквозь ОП; –уменьшение теплоотдачи отопительного прибора; –уменьшение разности температур теплоносителя до и после ОП 	<ul style="list-style-type: none"> –попадание строительного или бытового мусора в межпластинчатое пространство; –западание регулирующей заслонки у конвекторов 	<ul style="list-style-type: none"> –визуальный контроль; –контроль разности температур теплоносителя до и после отопительного прибора –контроль соответствия площади отопительного прибора его теплоотдачи 	<ul style="list-style-type: none"> –проведение технического обслуживания отопительных приборов

№ п/п	Характерные неисправности элементов системы отопления	Признаки	Возможные причины	Методы диагностики	Пути устранения
б.	Засорение подводок к отопительному прибору или установленной на подводках арматуры	–уменьшение или пре- ращение циркуляции воды в отдельном ото- пительном приборе; –при сохранении час- тичной циркуляции во- ды увеличение градиен- та температур «по вы- соте» во всех секциях отопительного прибора	–посторонние предметы, попавшие внутрь трубо- провода в период монтаж- ных или сварочных работ (лён, прокладки, грязь и др.); –низкое качество сварного соединения –низкое качество подго- товки теплоносителя; –отсутствие грязевиков на вводе; –эксплуатация СО без её периодической промывки; –посторонние предметы, попавшие внутрь трубо- провода в период монтаж- ных или сварочных работ (лён, прокладки, грязь и др.)	–контроль темпе- ратурного поля поверхности ото- пительного при- бора	–промывка СО перед установкой балансировоч- ных клапанов и термостатов; –заказ арматуры для условий экс- плуатации в Рос- сии; –обратная «про- дувка» засорен- ного участка трубопровода и арматуры; –установка до- полнительных фильтров для обеспечения нормальной ра- боты запорно- регулирующей арматуры

№ п/п	Характерные неисправности элементов системы отопления	Признаки	Возможные причины	Методы диагностики	Пути устранения
7.	Засорение трубопроводов стояка или установленной на них запорно-регулирующей арматуры в отдельном стояке	<ul style="list-style-type: none"> –сокращение или полное прекращение циркуляции воды по стояку; –увеличение перепада температур (более сильное остывание) теплоносителя по стояку; –неравномерное остывание теплоносителя в ОП вдоль стояка (более высокое у ОП в начале стояка) 	<ul style="list-style-type: none"> –посторонние предметы, попавшие внутрь трубопровода в период монтажных или сварочных работ (лён, прокладки, грязь и др.); –перекрытие сечения при низком качестве сварного соединения; –низкое качество подготовки теплоносителя; –отсутствие грязевиков на вводе; –эксплуатация СО без её периодической промывки; –возникновение воздушной пробки 	<ul style="list-style-type: none"> –контроль температур теплоносителя после стояка; –анализ изменения температур теплоносителя вдоль стояка; –контрольный спуск теплоносителя через ОП или др. устройства на стояке при последовательном отключении стояка от подающей или обратной магистрали 	<ul style="list-style-type: none"> –промывка СО перед установкой балансировочных клапанов и термостатов; –заказ арматуры для условий эксплуатации в России; –обратная «продувка» стояка; –установка дополнительных фильтров для обеспечения нормальной работы запорно-регулирующей арматуры

№ п/п	Характерные неисправности элементов системы отопления	Признаки	Возможные причины	Методы диагностики	Пути устранения
8.	Засорение трубопроводов магистрали или установленной на них запорно-регулирующей арматуры в магистральном трубопроводе	<ul style="list-style-type: none"> –сокращение или полное прекращение циркуляции воды по стоякам после места засорения для подающей магистрали и до места засорения для обратной магистрали; –признаки сокращения расхода теплоносителя трубопроводов для нескольких конечных стояков 	<ul style="list-style-type: none"> –посторонние предметы, попавшие внутрь трубопровода в период монтажных или сварочных работ (лён, прокладки, грязь и др.); –перекрытие сечения при низком качестве сварного соединения; –низкое качество подготовки теплоносителя; –отсутствие грязевиков на вводе; –эксплуатация СО без её периодической промывки; –возникновение воздушной пробки 	<ul style="list-style-type: none"> –контроль температур теплоносителя после стояка; –анализ изменения температур теплоносителя вдоль стояка; –контрольный спуск теплоносителя через ОП или др. устройства на стояке при последовательном отключении стояка от подающей или обратной магистрали 	<ul style="list-style-type: none"> –промывка СО перед установкой балансировочных клапанов и термостатов; –заказ арматуры для условий эксплуатации в России; –обратная «продувка» стояка; –установка дополнительных фильтров для обеспечения нормальной работы запорно-регулирующей арматуры

№ п/п	Характерные неисправности элементов системы отопления	Признаки	Возможные причины	Методы диагностики	Пути устранения
9.	Воздушная пробка в П-образном стояке	<ul style="list-style-type: none"> –сокращение или полное прекращение циркуляции воды по стояку; –возможен звук журчания воды в верхних ОП 	<ul style="list-style-type: none"> –отсутствие устройств для воздухоудаления у верхних ОП или на перемычке стояка; –не соблюдение технологии заполнения стояка водой; –сверхнормативная подпитка системы «сырой» (аэрированной водой); –частичное опорожнение СО при снижении давления в обратной магистрали 	<ul style="list-style-type: none"> –контрольное открытие кранов или других воздухопускных устройств у верхних ОП; –контрольный выпуск воздуха через радиаторные пробки 	<ul style="list-style-type: none"> –установка устройств воздухоудаления в верхней части стояка; –проведение регламентных работ

№ п/п	Характерные неисправности элементов системы отопления	Признаки	Возможные причины	Методы диагностики	Пути устранения
10.	Несанкционированная локальная установка дополнительных секций или отопительных приборов	<ul style="list-style-type: none"> – снижение температуры теплоносителя по сравнению с расчетной в трубопроводах после дополнительного прибора в однотрубной горизонтальной разводке или стояке; – снижение теплоотдачи последующих нагревательных приборов в однотрубных системах 	<ul style="list-style-type: none"> – перепланировка отдельных помещений; – замена отопительного оборудования 	<ul style="list-style-type: none"> – визуальная проверка отопительных приборов стояка; – контроль равномерности градиента (снижения) температур теплоносителя вдоль стояка и решение обратной задачи теплообмена 	<ul style="list-style-type: none"> – демонтаж дополнительно установленного отопительного оборудования

№ п/п	Характерные неисправности элементов системы отопления	Признаки	Возможные причины	Методы диагностики	Пути устранения
11.	Наличие воздушной пробки на горизонтальных участках трубопровода	<ul style="list-style-type: none"> –уменьшение или отсутствие циркуляции воды в стояках или отопительных приборах присоединённых после воздушной пробки; –значительное снижение или отсутствие теплоотдачи нагревательных приборов присоединённых после воздушной пробки; –возможен звук журчания воды 	<ul style="list-style-type: none"> –несоблюдение требуемых уклонов при прокладке горизонтального участка трубопровода; –отсутствие устройств для удаления воздуха в верхней точке горизонтального трубопровода; –наличие одного или нескольких последовательных провисаний (с суммарной величиной более 0,5 м) трубопровода; –наличие последовательных вертикальных петель деформации полимерных трубопроводов (с суммарной величиной вертикального вылета более 0,5 м); –частичное опорожнение СО при снижении давления в обратной магистрали; –сверхнормативная подпитка системы «сырой» (аэрированной водой) 	<ul style="list-style-type: none"> –контрольное открытие кранов или других воздухопускных устройств прибора; –контроль температур по длине горизонтального участка; –контрольный выпуск воздуха через радиаторные пробки 	<ul style="list-style-type: none"> –установка устройств воздухоудаления в верхней части стояка; –проведение регламентных работ

№ п/п	Характерные неисправности элементов системы отопления	Признаки	Возможные причины	Методы диагностики	Пути устранения
12.	Вертикальная разрегулировка двухтрубной СО	– непропорциональное изменение теплоотдачи отопительных приборов верхних и нижних эта- жей двухтрубной СО; – резкое отличие темпе- ратур теплоносителя после отопительных приборов разных эта- жей	– значительное уменьше- ние расхода теплоносителя по стояку при проведении количественного регули- рования в тепловом пунк- те; – горизонтальная разрегу- лировка СО; – «заростание» трубопро- водов; – установка дополнитель- ных нагревательных при- боров; – отсутствие начальной ре- гулировки	– анализ отличий температур теп- лоносителя после отопительных приборов разных этажей	– регулирование системы отопле- ния

№ п/п	Характерные неисправности элементов системы отопления	Признаки	Возможные причины	Методы диагностики	Пути устранения
13.	Горизонтальная разрегулировка СО	<ul style="list-style-type: none"> – перераспределение расходов теплоносителя между стояками СО из-за отклонения их гидравлического сопротивления от расчетных (проектных) значений; – непропорциональное изменение теплоотдачи приборов на одном этаже, подключенных к разным стоякам; – резкое отличие температур теплоносителя в конце стояков 	<ul style="list-style-type: none"> – изменение гидравлического сопротивления стояков и участков магистральных трубопроводов из-за зарастаний засоров и пр.; – отсутствие балансировочных вентилей или других устройств для регулирования расхода теплоносителя по отдельным стоякам при наладке СО; – отсутствие начальной наладки СО; – вмешательство посторонних лиц в наладочные и ремонтные работы 	– анализ отличий температур теплоносителя в конце стояков	– проведение наладочных и регламентных работ

№ п/п	Характерные неисправности элементов системы отопления	Признаки	Возможные причины	Методы диагностики	Пути устранения
14.	Неравномерные отложения окислов железа и накипи на внутренней поверхности трубопроводов	<ul style="list-style-type: none"> –уменьшение внутреннего сечения трубопроводов, увеличение шероховатости и тем самым повышение гидравлического сопротивления отдельных участков и системы отопления в целом; –общее уменьшение расхода теплоносителя в СО и общее занижение температуры теплоносителя после СО; –горизонтальная разрегулировка СО; –«прикипание» поворотной арматуры 	<ul style="list-style-type: none"> –низкое качество водоподготовки; –отсутствие грязевиков на вводе; –длительная подпитка системы «сырой» (аэрированной, жесткой водой); 	<ul style="list-style-type: none"> –диагностика гидравлического сопротивления (пропускной способности) СО и отдельных участков трубопровода; –контрольный вырез участков трубопровода в СО; –химический анализ теплоносителя 	<ul style="list-style-type: none"> –улучшение качества теплоносителя; –химическая промывка СО

№ п/п	Характерные неисправности элементов системы отопления	Признаки	Возможные причины	Методы диагностики	Пути устранения
15.	Разморажива- ние нагревательного прибора	<ul style="list-style-type: none"> –наличие трещин, отко- лов или точечных про- течек у чугунных или алюминиевых секций; –вздутие стальных штампованных радиа- торов; –продольные (вдоль шва) разрывы трубо- проводов конвекторов 	<ul style="list-style-type: none"> –не соблюдение темпера- турных режимов теплоно- сителя; –сверхдопустимое (норма- тивное) прерывание пода- чи теплоносителя к отопи- тельному прибору; –наличие «кинжальных» поступлений наружного воздуха в период времен- ного прекращения или зна- чительное уменьшение расхода воды через отопи- тельный прибор; –не полное опорожнение СО при длительной её ос- тановке 	<ul style="list-style-type: none"> –визуальный кон- троль; –мониторинг температуры воды в обратном тру- бопроводе 	<ul style="list-style-type: none"> –замена ОП; –устранение причин вызвав- ших разморажи- вание

№ п/п	Характерные неисправности элементов системы отопления	Признаки	Возможные причины	Методы диагностики	Пути устранения
16.	Размораживание участка трубопровода	<ul style="list-style-type: none"> – продольные (вдоль шва) разрывы стальных трубопроводов; – вздутия полимерных трубопроводов 	<ul style="list-style-type: none"> – не соблюдение температурных режимов теплоносителя; – сверхдопустимое (нормативное) прерывание подачи теплоносителя; – наличие «кинжальных» поступлений наружного воздуха в период временного прекращения или значительного уменьшения циркуляции воды ; – нарушения тепловой изоляции трубопроводов 	– мониторинг температуры воды в обратном трубопроводе	<ul style="list-style-type: none"> – замена ОП; – устранение причин вызвавших размораживание

№ п/п	Характерные неисправности элементов системы отопления	Признаки	Возможные причины	Методы диагностики	Пути устранения
17.	Снижение прочности полимерных трубопроводов из-за изменения их структуры	–появление локальных мест кристаллизации полимерного материала	–сверхдопустимое воздействие температур - механических напряжений, как по величине, так и по времени; –воздействие ультрафиолетового и прямого солнечного света, высокочастотного электромагнитного или другого ионизирующего излучения	–характерное изменение цвета (помутнение) полимерного материала; – появление локальных пятен и зон поверхностных микротрещин	–замена участка трубопровода; –установка средств автоматики, предохраняющих от возникновения сверхдопустимых воздействий; –
18.	Снижение прочности трубопроводов из-за внутреннего давления	–«вздутия» трубопроводов; –перегибы в местах поворота трубопроводов	–превышение давления воды в трубопроводе допустимые значения; –наличие внешнего нагрева полимерного трубопровода	–появления локальных пятен, вздутий и зон поверхностных микротрещин	–Замена отдельных деформированных участков трубопровода –установка средств автоматики, предохраняющих от возникновения сверхдопустимых воздействий;

№ п/п	Характерные неисправности элементов системы отопления	Признаки	Возможные причины	Методы диагностики	Пути устранения
19.	Снижение прочности трубопроводов из-за температурных деформаций	<ul style="list-style-type: none"> –отсутствие компенсации температурных удлинений – «защемление» отдельных участков трубопровода или недостаточная компенсирующая способность компенсаторов; –наличие изгибающих деформаций и напряжений в муфтовых узлах соединения особенно полимерных трубопроводов; –появление перегибов в местах поворота трубопровода 	<ul style="list-style-type: none"> –отсутствие или «цементация» узлов прохода трубопровода через стены и перекрытия; –не учет высокого температурного расширения полимерных трубопроводов при их монтаже 	–визуальных контроль трубопроводов при проведении технического обслуживания	–замена деформированных участков трубопровода

6. Методы количественной оценки критериев работы системы отопления в ходе диагностики

6.1 Оценка средней температуры внутреннего воздуха здания

Оценка на основе замеров температур воздуха в помещениях

Средняя температура воздуха в помещениях здания определяется по формуле

$$t_{\text{в}}^{\text{cp}} = \frac{\sum t_{\text{в}i} V_i}{\sum V_i}, \quad (6.1)$$

где $t_{\text{в}i}$ - температура воздуха в некотором i -ом помещении, °С;

V_i - объем отапливаемого помещения, м³;

$V_{\text{от}} = \sum V_i$ - отапливаемый объем здания, м³.

При наличии ограниченного количества датчиков температур внутреннего воздуха в помещениях здания средняя температура внутреннего воздуха в здании определяется по формуле

$$t_{\text{в}}^{\text{cp}} = \frac{\sum t_{\text{в}i} r_i}{\sum r_i}, \quad (6.2)$$

где $t_{\text{в}i}$ - температура воздуха в контрольном помещении, °С;

r_i - весовой коэффициент или коэффициент значимости помещения.

Коэффициент значимости помещения может быть вычислен по формуле

$$r_i = \frac{\sum V_i}{V_{\text{от}}}, \quad (6.3)$$

где $\sum V_i$ - суммарный объем однотипных по тепловым характеристикам помещений, м³.

При автоматизированном контроле температуры внутреннего воздуха датчики температур должны быть установлены как минимум в шести контрольных помещениях. В качестве контрольных помещений выбираются ха-

ракетные или наиболее ответственные помещения: на первом и последнем этаже, в торцевой секции, остальные в середине здания. Контрольные помещения должны быть расположены по обоим фасадам здания.

Оценка на основе косвенных измерений

При отсутствии датчиков температуры в контрольных помещениях или невозможностью работы в отдельных помещениях (зданиях) средняя температура воздуха в здании или в помещениях вдоль стояка системы отопления может быть определена исходя из оценки:

- наружной температуры воздуха и тепловых потерь здания;
- изменения параметров теплоносителя в системе отопления.

I. В первом случае средняя температура воздуха в здании может быть оценена по формуле

$$t_{\text{в}} = t_{\text{н}} + A_q Q_{\text{зд}}, \quad (6.4)$$

где $t_{\text{в}}$ - средняя температура воздуха в здании, °С;

$t_{\text{н}}$ - текущая температура наружного воздуха, °С;

$Q_{\text{зд}}$ - тепловые потери здания при текущей температуре наружного воздуха, Вт (ккал/час);

A_q - отопительная характеристика здания, °С/Вт.

Отопительная характеристика здания может быть вычислена на основе его паспортных данных по формуле

$$A_q = \frac{1}{V q_o}, \quad (6.5)$$

где q_o - удельная отопительная характеристика здания, Вт/м³·°С;

V - объем здания, м³.

$$q_o = \frac{Q_{\text{факт}}}{V_o (t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}. \quad (6.6)$$

При использовании данного метода оценки температуры воздуха в здании следует учитывать следующие замечания.

1. В первом приближении вместо величины тепловых потерь здания можно использовать расход тепла на систему отопления (например, по показаниям приборов учета на вводе в здание) $Q_{3\partial} \approx Q_o$. Однако недоучет дополнительных теплопоступлений, например, солнечной радиации, может привести к значительным погрешностям вычислений.

2. Тепловая характеристика здания изменяется при изменении внешних погодных условий (направления и средней скорости ветра).

3. Здание обладает достаточно сильной тепловой инерцией. Всегда происходит запаздывание изменения тепловых потерь здания на соответствующее изменение температуры наружного воздуха.

II. При использовании значений параметров теплоносителя в системе отопления, оценка средней температуры воздуха в здании может быть произведена на основе решения обратной задачи регулирования,

$$\begin{aligned} t_1 &= t_{\text{в}} + \Delta t'_{\text{co}} \bar{Q}^m_o + 0,5 \delta'_{\text{co}} \frac{\bar{Q}_o}{G}, \\ t_2 &= t_{\text{в}} + \Delta t'_{\text{co}} \bar{Q}^m_o - 0,5 \delta'_{\text{co}} \frac{\bar{Q}_o}{G}, \end{aligned} \quad (6.7)$$

либо зависимости

$$\frac{1}{(t_2 - t_{\text{в}})^n} - \frac{1}{(t_1 - t_{\text{в}})^n} = \frac{A_t}{G}. \quad (6.8)$$

Исходя из решения обратной задачи регулирования, средняя температура воздуха в здании может быть оценена по формуле

$$t_{\text{в}} = \frac{t_1 + t_2}{2} - C_1 \bar{G} (t_1 - t_2) - C_2, \quad (6.9)$$

где t_1 и t_2 - фактические (текущие) значения температур воды на входе и выходе из системы отопления, соответственно;

$\bar{G} = \frac{G}{G'}$ - относительный расход теплоносителя в системе отопления

– отношение текущего расхода теплоносителя к его расчетному значению.

Входящие в формулу коэффициенты имеют следующие значения:

при $1 > \bar{Q}_o \geq 0,5$

$$C_1 = \frac{\Delta t'_{co}}{\delta t'_{co}} \left(1 - \frac{0,8n}{1+n}\right), \quad C_2 = \frac{0,8\Delta t'_{co}n}{1+n}; \quad (6.10)$$

при $0,5 > \bar{Q}_o \geq 0,17$

$$C_1 = \frac{\Delta t'_{co}}{\delta t'_{co}}, \quad C_2 = \frac{0,4\Delta t'_{co}n}{1+n}. \quad (6.11)$$

где $\bar{Q}_o = \frac{t'_e - t_n}{t'_e - t'_H}$ - относительный расход тепла на систему отопления, вы-

раженный через температуры наружного воздуха;

t'_e - расчетная средняя температура воздуха в помещениях здания, °С;

t_n - фактическая (текущая) температура наружного воздуха, °С;

t'_H - расчетная для проектирования системы отопления температура наружного воздуха, °С;

$\Delta t'_{co} = \frac{t'_1 + t'_2}{2} - t'_e$ - расчетный средний температурный напор в системе отопления, °С;

$\delta t'_{co} = t'_1 - t'_2$ - расчетный перепад температур теплоносителя (воды) в системе отопления, °С.

Для однотрубных систем отопления может быть предложена следующая формула для оценки температуры внутреннего воздуха в здании

$$t_e = \frac{t_2 C_t - t_1}{C_t - 1}, \quad \text{где } C_t = \left(B_t \frac{\bar{\Theta}}{G} + 1 \right)^{\frac{1}{n}}. \quad (6.12)$$

Параметры B_i , $\bar{\Theta}$ могут быть вычислены по зависимостям:

$$B_i = \left(\frac{t_1' - t_6'}{t_2' - t_6'} \right)^n - 1 \text{ и } \bar{\Theta} = \frac{t_1 - t_B'}{t_1' - t_6'}. \quad (6.13)$$

6.2 Оценка критериев

Коэффициент температурного отклонения (аварийности)

В целом за отопительный период коэффициент температурного отклонения определяется по формуле

$$\sigma_{on} = 1 - \sum_{j=1}^m A_j T_j / t_6^H \cdot \tau, \quad (6.14)$$

где $A_j = (t_6^H - t_6^{факт})$ - амплитуда j -го отклонения, °С;

t_6^H - нормативное значение внутренней температуры воздуха, °С;

t_6^m - наименьшая температура внутреннего воздуха в период j -го отклонения при возникновении отказа (отказа I, II или III рода), °С;

T - период (время) отклонения, сут, час;

m - число эпизодических отклонений за время τ ;

τ - фактическая продолжительность отопительного периода, сут., час;

В ходе мониторинга (единовременного наблюдения) коэффициент температурного отклонения может быть вычислен по формуле:

$$\sigma_j = \frac{\sum_{i=1}^n \left| t_{вi}^{норм} - t_{вi}^{факт} \right| \cdot V_i}{V \cdot \left(t_{вн.ср}^{норм} - t_n \right)}, \quad (6.15)$$

где n - число отапливаемых помещений;

$t_{vi}^{норм}$ - нормативная внутренняя температура в i -ом отапливаемом помещении, °С;

$t_{vi}^{факт}$ - фактическая температура в i -ом отапливаемом помещении в период измерения, °С;

V_i - объём i -го отапливаемого помещения, м³;

t_n - температура наружного воздуха в период измерения, °С;

$t_{вн.ср}^{норм}$ - средняя нормативная температура внутреннего воздуха в здании, °С;

V - отапливаемый объём здания, м³.

Различие фактической температуры воздуха в помещениях здания от нормируемых значений можно характеризовать так же коэффициентом среднеквадратичного отклонения

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_{vi}^{норм} - t_{vi}^{факт})^2 V_i}{\sum V_i}}, \quad (6.16)$$

где все обозначения прежние.

Коэффициент эффективности системы отопления

Коэффициент эффективности системы отопления за отопительный (рассматриваемый) период рассчитывается по формуле

$$\varepsilon_{CO} = \frac{q'_{y\partial}}{q_{y\partial}}, \quad (6.17)$$

где $q'_{y\partial}$ - расчетное, нормативное или базовое значение удельного расхода тепла на отопление здания, Вт/м²·°С·сут;

$q_{уд}$ - реальное или фактическое значение удельного расхода тепла на 1 м² жилой (полезной) площади здания, Вт/м²·°C·сут;

$$q_{уд} = \frac{Q_{факт}}{A \tau_{он}^{сум} (t_{в}^{ср} - t_{н}^{ср})}, \quad (6.18)$$

$Q_{факт}$ - фактический расход тепла на отопление здания за отопительный (рассматриваемый) период, Вт;

A - общая жилая или полезная площадь здания, м²;

$t_{в}^{ср}$ и $t_{н}^{ср}$ - средние за отопительный (рассматриваемый) период значения температур внутреннего и наружного воздуха, соответственно, °C;

$\tau_{он}^{сум}$ - фактическая продолжительность отопительного (рассматриваемого) периода, сут.

Расчетное значение удельного расхода тепла на отопление здания определяется по формуле

$$q'_{уд} = \frac{Q_o'^{год}}{A \times ГСОП'}, \quad (6.19)$$

где $Q_o'^{год}$ - расчетный (паспортный) годовой расход тепла на отопление здания (за отопительный период). Рассчитывается на основе положений Приказа Министра обороны РФ № 435 при расчетных параметрах отопительного периода, Вт;

$ГСОП'$ - расчетное значение градусо-суток отопительного периода для данной местности, °C·сут;

$$ГСОП' = \tau_{он}'^{сум} (t_{в}' - t_{н}^{ср.о.н}'), \quad (6.20)$$

$\tau_{он}'^{сум}$, $t_{в}'$ и $t_{н}^{ср.о.н}'$ - расчетные значения продолжительности отопительного периода, сут, температур внутреннего и

средней за отопительный период наружного воздуха, соответственно, °С.

При проведении мониторинга единовременная эффективность использования энергоресурсов в системе отопления оценивается по формуле

$$\varepsilon_{CO_i} = \frac{Q_{норм_i}}{Q_{факт_i}}, \quad (6.21)$$

где $Q_{норм_i}$ - нормативное значение расхода тепла на отопление здания при текущей температуре наружного воздуха. Рассчитывается на основе положений Приказа Министра обороны РФ № 435 при действительных параметрах отопительного (рассматриваемого) периода, Вт;

$Q_{факт_i}$ - фактический расход тепла на отопление за отопительный (рассматриваемый) период, Вт.

Коэффициент эффективности теплозащиты здания

При вычислении коэффициента эффективности теплозащиты здания следует учитывать, как потери тепла через ограждения (кондуктивные тепловые потери), так и расходы тепла на инфильтрацию наружного воздуха. В общем случае его значение может быть вычислено по формуле

$$\varphi_{огр} = \frac{Q_{зд}^H}{Q_{зд}} = \frac{Q'_{тп} + Q'_{инф}}{Q_{тп} + Q_{инф}} \bar{Q}, \quad (6.22)$$

где $Q'_{тп}$ и $Q'_{инф}$ - расчетные (нормативные) или базовые значения тепловых потерь через наружные ограждения и расходов тепла на инфильтрацию наружного воздуха, соответственно, Вт;

$Q_{тп}$ и $Q_{инф}$ - фактические значения, тепловых потерь через наружные ограждения и расходов тела на инфильтрацию наружного воздуха, соответственно, Вт;

$\bar{Q} = \frac{t_{вн} - t_{н}}{t'_{вн} - t'_{н}}$ - коэффициент пересчета на текущие условия эксплуатации;

$t_{вн}$ и $t_{н}$ - фактические значения температур внутреннего и наружного воздуха, соответственно, °С;

$t'_{вн}$ и $t'_{н}$ - расчетные значения температур внутреннего и наружного воздуха, соответственно, °С.

Для здания в целом значение коэффициента эффективности теплозащиты здания может быть оценено на основе удельной отопительной характеристики здания

$$\varphi_{зд} = \frac{q'_{от}}{q_{от}}, \quad (6.23)$$

где $q'_{от}$ - расчетное (паспортное, нормативное или базовое) значение удельной отопительной характеристики здания, Вт/м³·°С;

$q_{от}$ - фактическое значение удельной отопительной характеристики здания, Вт/м³·°С;

$$q_{от} = \frac{Q_{факт}}{V_{о}(t_{в} - t_{н})}, \quad (6.24)$$

$Q_{факт}$ - фактический расход тепла на систему отопления здания, Вт;

$V_{о}$ - паспортный объем здания, м³.

Для отдельного участка наружного ограждения значение коэффициента $\varphi_{огр}$ может быть вычислено по формуле

$$\varphi_{огр}^{уч} = \frac{R}{R'}, \quad (6.25)$$

где R - фактическое термическое сопротивление участка ограждения, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$;

R' - проектное (паспортное или нормативное) значение термического сопротивления наружного ограждения, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$.

Коэффициент теплотехнического качества системы отопления

Коэффициент теплотехнического качества системы отопления представляет собой отношение действительного значения удельной теплопроизводительности системы отопления, к его расчётному (базовому) значению

$$\varphi_{CO} = \frac{(k_0 F)}{(k_0 F)}, \quad (6.26)$$

где $(k_0 F)$ - действительное, пересчитанное на расчетные условия, значение удельной теплопроизводительности системы отопления;

$(k_0 F)$ - расчетное или базовое значение удельной теплопроизводительности системы отопления.

Расчетное значение удельной теплопроизводительности системы отопления рассчитывается по формуле

$$(k_0 F) = \frac{Q'_o}{0,5(t'_n + t'_o) - t'_в}, \quad (6.27)$$

где Q'_o - расчетная мощность системы отопления, Вт;

t'_n , t'_o и $t'_в$ - расчетные значения температур воды в подающей и обратной магистралях системы отопления и внутреннего воздуха в здании (помещениях), соответственно, °C .

При известной средней температуре воздуха в помещениях здания действительная удельная теплопроизводительность системы отопления (приведенная к расчетным условиям) вычисляется по формуле

$$(k_0^F) = Q_o \frac{\Delta t'_{co}{}^n}{\Delta t_{co}{}^{n+1}}, \quad (6.28)$$

где $\Delta t_{co} = \frac{t_1 + t_2}{2} - t'_e$ - действительный средний температурный напор в системе отопления, °С.

При отсутствии датчиков температуры параметр (k_0^F) может быть оценен по следующей зависимости

$$(k_0^F) = \left[\left(\frac{t_1 - t'_e}{t_2 - t'_e} \right)^n - 1 \right] \frac{cG\Delta t'_{co}{}^n}{n(t_1 - t'_e)^n}, \quad (6.29)$$

где c - теплоёмкость воды;

G - фактический (действительный) расход теплоносителя (воды) в системе отопления, кг/с (л/с).

7. Методика диагностики систем отопления

7.1 Инструментальная база для проведения работ по диагностике систем отопления

При проведении работ по диагностике и определения критериев качества и эффективности работы системы отопления необходимо провести ряд работ по измерению технических параметров.

Перечень основного оборудования и измерительного инструмента для проведения диагностики.

Для проведения обмерочных работ:

- рулетки металлические;
- штангенциркуль;
- микрометры;
- измерители длины;
- лазерные дальномеры;
- теодолиты;
- нивелиры.

Для проведения измерений температуры и влажности помещений, ограждающих конструкций:

- психрометры;
- метеорологические гигрографы;
- термографы;
- термометры контактные;
- термометры инфракрасные (пирометры);
- шаровые термометры;
- терморегистраторы;
- термогигрометры;
- самописцы температуры;
- тепловизоры.

Для проведения измерений скорости движения и объемов воздуха:

- анемометры крыльчатые;
- анемометры чашечные;
- анемометры цифровые переносные;
- кататермометры;
- термоанемометры.

Для проведения измерений по определению теплозащитных свойств ограждающих конструкций:

- тепломеры;
- термощупы;
- термодпары;
- тепловизоры;
- измерители плотности тепловых потоков;
- самописцы плотности тепловых потоков.
- инфракрасные термометры;
- полупроводниковые термометры.

Для измерения температуры теплоносителя и отопительных приборов:

- термометры контактные;
- термометры инфракрасные (пирометры);
- самописцы температуры;
- тепловизоры.

Для проведения измерений расходов горячей воды и теплоносителя:

- ультразвуковые портативные расходомеры;
- установленные (по проекту) приборы учета.

Для определения давления в системе отопления:

- контрольные манометры;
- самописцы давления.

Для измерения толщины стенок трубопроводов и отопительного оборудования:

- ультразвуковые портативные толщиномеры.

Вспомогательный инструмент:

- отвертки;
- ключи гаечные;
- дрель;
- ключ газовый;
- уголки строительные;
- уровни строительные;
- пассатижи и пр.

Перечень элементов, конструкций и системы отопления здания, подлежащих инструментальному контролю представлен в таблице 7.1.1.

Таблица 7.1.1

Конструкция и измеряемый параметр	Объём измерений
1	2
Температура и влажность воздуха в подвале (техническом подполье)	Измерения проводятся в пределах одной секции здания, с применением термометров и психрометров. При мониторинге – постоянно или при еженедельном обходе, при диагностике – однократно.
Температура и влажность воздуха в чердачном помещении	Измерения проводятся в пределах одной секции здания, с применением термометров и психрометров. При мониторинге – постоянно или при еженедельном обходе, при диагностике – однократно.
Температура и влажность воздуха в жилых и подсобных помещениях квартир	Измерения проводятся в каждом помещении в контрольных квартирах при мониторинге – постоянно; в квартирах, связанных с жалобами в течение года – однократно, при проведении диагностики.
Объём воздуха, удаляемого из помещения через воздухоприёмные устройства	Измерения проводятся однократно в квартирах, связанных с жалобами в течение года. Объём воздуха измеряется для каждого воздухоприёмного устройства в квартире с применением анемометров.
Температура воздуха в одной лестничной клетке	Измерения проводятся в одной лестничной клетке на площадках первого, среднего и последнего этажей при мониторинге – постоянно; при диагностике – однократно.

Температура наружного воздуха	Измерения проводятся в районе здания при диагностике – постоянно или однократно.
Температура воды в подающем трубопроводе тепловой сети	Измерения проводятся на узле теплового ввода (теплового пункта) до смесительного устройства (при его наличии) или после вводной задвижки при мониторинге – постоянно, с использованием самописцев температуры, при диагностике – однократно.
Температура воды в обратном трубопроводе тепловой сети	Измерения проводятся на узле теплового ввода (теплового пункта) после смесительного устройства (при его наличии) или после вводной задвижки при мониторинге – постоянно, с использованием самописцев температуры, при диагностике – однократно.
Температура воды в подающем трубопроводе системы отопления	Измерения проводятся на узле теплового ввода (теплового пункта) до смесительного устройства (при его наличии) или после вводной задвижки при мониторинге – постоянно, с использованием самописцев температуры, при диагностике – однократно.
Температура воды в обратном трубопроводе системы отопления	Измерения проводятся на узле теплового ввода (теплового пункта) после смесительного устройства (при его наличии) или после вводной задвижки при мониторинге – постоянно, с использованием самописцев температуры, при диагностике – однократно.
Температура поверхности отопительных стояков у оснований (верхнего и нижнего)	Измерения проводятся на поверхности оснований стояков при мониторинге – постоянно, с применением самописцев температур, при диагностике - однократно, по два замера с интервалом 5 мин.
Температура поверхности отопительных приборов	Измерения проводятся контактными термометрами поверхности всех отопительных приборов в контрольных квартирах и в квартирах, связанных с жалобами в течение года, при мониторинге – однократно, при диагностике – однократно. Температура измеряется в 9-ти точках всей поверхности прибора, по 3 измерения на уровне верхней подводки, на уровне нижней подводки и по середине. Определяется средняя температура прибора.
Температура поверхности подволок (подающих и обратных) к отопительным	Измерения проводятся контактными термометрами поверхности подволок ко всем отопительным приборам в контрольных кварти-

приборам	рах и в квартирах, связанных с жалобами в течение года, при мониторинге – однократно, при диагностике – однократно. Температура измеряется по окружности в 3-х точках поверхности подводки на расстоянии 0,1 м от прибора. Определяется средняя температура подводки.
Температура воздуха в отапливаемых помещениях	Измерения проводятся в контрольных квартирах и в квартирах, связанных с жалобами в течение года, при мониторинге – постоянно, с применением Самописцев температур, при диагностике – однократно.
Давление в подающем трубопроводе тепловой сети	Измерения проводятся на узле теплового ввода (теплового пункта) до смесительного устройства (при его наличии) или после вводной задвижки при мониторинге – постоянно, с применением самописцев давления, при диагностике – однократно.
Давление в обратном трубопроводе тепловой сети	Измерения проводятся на узле теплового ввода (теплового пункта) после смесительного устройства (при его наличии) или перед вводной задвижкой при мониторинге – постоянно, с применением самописцев давления, при диагностике – однократно.
Давление в подающем трубопроводе системы отопления	Измерения проводятся на узле теплового ввода (теплового пункта) после смесительного устройства (при его наличии) или перед вводной задвижкой при мониторинге – постоянно, с применением самописцев давления, при диагностике – однократно.
Давление в обратном трубопроводе системы отопления	Измерения проводятся на узле теплового ввода (теплового пункта) до смесительного устройства при мониторинге – постоянно, с применением самописцев давления, при диагностике – однократно.
Уклоны подводящих и сборных трубопроводов	Измерения проводятся в техническом этаже (верхнем этаже) и техническом подполье (нижнем этаже) при мониторинге – однократно, при диагностике – однократно. Измерения выполняют на участках между стояками уровнем строительным или нивелиром.
Уклоны подводов к отопительным приборам	Измерения проводятся на каждой подводке к отопительному прибору во всех помещениях в контрольных квартирах и в квартирах, свя-

	занные с жалобами в течение года, при мониторинге – однократно, при диагностике - однократно. Измерения выполняют на подводке между стояком и прибором уровнем строительным или нивелиром.
Вертикальность стояков	Измерения проводятся на каждом стояке в контрольных квартирах и в квартирах, связанные с жалобами в течение года, при мониторинге – однократно, при диагностике - однократно. Измерения выполняют по всей высоте этажа уровнем строительным или нивелиром.
Расстояние от оси стояка до поверхности стены, кромки оконного проёма, оси смещённого замыкающего участка	Измерения проводятся на каждом стояке в контрольных квартирах и в квартирах, связанные с жалобами в течение года, при мониторинге – однократно, при диагностике - однократно. Измерения выполняют измерительным инструментом.
Овальность сечения труб в местах изгиба	Измерения проводятся на каждом месте изгиба в контрольных квартирах и в квартирах, связанные с жалобами в течение года, при мониторинге – однократно, при диагностике - однократно. Измерения выполняют штангенциркулем.
Радиус изгиба труб	Измерения проводятся на каждом месте изгиба в контрольных квартирах и в квартирах, связанные с жалобами в течение года, в техническом этаже (верхнем этаже) и техническом подполье (нижнем этаже) при мониторинге – однократно, при диагностике - однократно. Измерения выполняют штангенциркулем.
Отклонение отопительных приборов от вертикальной и горизонтальной плоскостей	Измерения проводятся на каждом отопительном приборе во всех помещениях в контрольных квартирах и в квартирах, связанные с жалобами в течение года, при мониторинге – однократно, при диагностике - однократно. Измерения выполняют на приборе уровнем строительным или нивелиром.
Расстояние от отопительного прибора до поверхности стены, пола и нижней поверхности подоконной доски	Измерения проводятся на каждом отопительном приборе в контрольных квартирах и в квартирах, связанные с жалобами в течение года, при мониторинге – однократно, при диагностике - однократно. Измерения выпол-

	няют измерительным инструментом.
Расстояние между креплениями трубопроводов разводящих магистралей, стояков, подводок и отопительных приборов	Измерения проводятся в техническом этаже (верхнем этаже), техническом подполье (нижнем этаже), в помещениях контрольных квартир при мониторинге – однократно, при диагностике – однократно. Измерения выполняют измерительным инструментом.
Прочность креплений отопительных приборов	Испытания проводятся в местах креплений отопительных приборов в квартирах, связанные с жалобами при диагностике - однократно.
Перпендикулярность фланцев к оси трубы	Измерения проводятся на узле теплового ввода (теплового пункта) при диагностике - однократно. Измерения выполняются на каждом фланце уголком строительным.
Качество тепловой изоляции разводящей магистрали, главного стояка и теплотехнического оборудования (по проекту)	Измерения проводятся в местах прокладки трубопроводов в тепловой изоляции, в местах установки теплотехнического оборудования. Качество монтажа тепловой изоляции определяется визуально, теплотехнические свойства определяются с помощью измерительных приборов на теплопроводность при мониторинге – постоянно, при диагностике – однократно.

7.2 Методика измерения параметров микроклимата помещений

В помещениях жилых и общественных зданий следует обеспечивать оптимальные или допустимые нормы микроклимата в обслуживаемой зоне.

Требуемые параметры микроклимата: оптимальные, допустимые или их сочетания - следует устанавливать в нормативных документах в зависимости от назначения помещения и периода года.

Параметры, характеризующие микроклимат помещений:

температура воздуха;

скорость движения воздуха;

относительная влажность воздуха;

результатирующая температура помещения;

локальная асимметрия результирующей температуры.

Оптимальные и допустимые нормы микроклимата в обслуживаемой зоне помещений (в установленных расчетных параметрах наружного воздуха) должны соответствовать значениям, приведенным в приложении К.

Измерение показателей микроклимата в холодный период года следует выполнять при температуре наружного воздуха не выше минус 5°C. Не допускается проведение измерений при безоблачном небе в светлое время суток.

Измерение температуры, влажности и скорости движения воздуха следует проводить в обслуживаемой зоне на высоте:

0,1; 0,4 и 1,7 м от поверхности пола для детских дошкольных учреждений;

0,1; 0,6 и 1,7 м от поверхности пола при пребывании людей в помещении преимущественно в сидячем положении;

0,1; 1,1 и 1,7 м от поверхности пола в помещениях, где люди преимущественно стоят или ходят;

в центре обслуживаемой зоны и на расстоянии 0,5 м от внутренней поверхности наружных стен и стационарных отопительных приборов в помещениях, указанных в таблице 7.2.1.

Таблица 7.2.1

Места проведения измерений температур внутреннего воздуха

Вид зданий	Выбор помещения	Место измерения
Одноквартирные	Не менее чем в двух комнатах площадью более 5 м ² каждая, имеющая две наружные стены или комнаты с большими окнами, площадь которых составляет 30% и более площади наружных стен	В центре плоскостей, отстоящих от внутренней поверхности наружной стены и отопительного прибора на 0,5 м и в центре помещения
Многоквартирные	Не менее чем в двух комнатах площадью более 5 м ² каждая в квартирах на первом и последнем	(точке пересечения диагональных линий помещения) на

	этажах	высоте, указано в 7.2
Гостиницы, мотели, больницы, детские учреждения, школы	В одной угловой комнате 1-го или последнего этажа	
Другие общественные и административно-бытовые	В каждом представительском помещении. При площади помещения более 100 м ² , помещение разбивается на зоны ≤ 100 м ²	То же, в помещениях площадью 100 м ² и более измерения осуществляются на участках, размеры которых не превышают 100 м ²

В помещениях площадью более 100 м² измерение температуры, влажности и скорости движения воздуха следует проводить на равновеликих участках, площадь которых должна быть не более 100 м².

Температуру внутренней поверхности стен, перегородок, пола, потолка следует измерять в центре соответствующей поверхности.

Для наружных стен со световыми проемами и отопительными приборами температуру на внутренней поверхности следует измерять в центрах участков, образованных линиями, продолжающими грани откосов светового проема, а также в центре остекления и отопительного прибора.

Результирующую температуру помещения следует вычислять по формулам, указанным в приложении К. Измерения температуры воздуха проводят в центре помещения на высоте 0,6 м от поверхности пола для помещений с пребыванием людей в положении сидя и на высоте 1,1 м в помещениях с пребыванием людей в положении стоя либо по температурам окружающих поверхностей ограждений, либо по данным измерений шаровым термометром (приложение К).

Локальную асимметрию результирующей температуры следует вычис-

лять для указанных точек, по формуле

$$t_{asu} = t_{su1} - t_{su2}, \quad (7.2.1)$$

где t_{su1} и t_{su2} - температуры, °С, измеренные в двух противоположных направлениях шаровым термометром (приложение И).

Относительную влажность в помещении следует измерять в центре помещения на высоте 1,1 м от пола.

При ручной регистрации показателей микроклимата следует выполнять не менее трех измерений с интервалом не менее 5 мин. при автоматической регистрации - следует проводить измерения в течение 2 ч. При сравнении с нормативными показателями принимают среднее значение измеренных величин.

Измерение результирующей температуры следует начинать через 20 мин после установки шарового термометра в точке измерения.

Показатели микроклимата в помещениях следует измерять приборами, прошедшими регистрацию и имеющими соответствующий сертификат.

Диапазон измерения и допустимая погрешность измерительных приборов должны соответствовать требованиям таблицы 7.2.2.

Таблица 7.2.2

Наименование показателя	Диапазон измерений	Предельное отклонение
Температура внутреннего воздуха, °С	От 5 до 40	0,1
Температура внутренней поверхности ограждений, °С	» 0 » 50	0,1
Температура поверхности отопительного прибора, °С	» 5 » 90	0,1
Результирующая температура помещения, °С	» 5 » 40	0,1
Относительная влажность воздуха, %	» 10 » 90	5,0
Скорость движения воздуха, м/с	» 0,05 до 0,6	0,05

7.3 Методика определения фактических теплозащитных свойств ограждающих конструкций

Определение фактических теплозащитных свойств ограждающих конструкций проводится в ходе диагностики с определением сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций контактным методом. Сопротивление теплопередаче, характеризующее способность ограждающей конструкции оказывать сопротивление проходящему через нее тепловому потоку, определяют для базовых участков ограждающих конструкций, имеющих равномерную температуру поверхностей. Приведенное сопротивление теплопередаче для ограждающих конструкций, имеющих неоднородные участки (стыки, теплопроводные включения, притворы и т.д.) и соответствующую им неравномерность температуры поверхности определяют по результатам тепловизионного обследования. Метод позволяет количественно оценить теплотехнические качества ограждающих конструкций и их соответствие нормативным требованиям.

Метод определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций реализуется на основе контактных измерений температур и тепловых потоков в базовых участках ограждающих конструкций. Выбор базовых участков проводится по результатам тепловизионного обследования и на основании технической документации. Определение сопротивления теплопередаче базовых участков выполняется в соответствии с требованиями ГОСТ 26254-84 и ГОСТ 26602.1-99.

При обследовании зданий с включенной системой отопления в зимний период регистрируются термограммы всех доступных для тепловизионной съемки наружных поверхностей ограждающих конструкций. В этом случае выбор образцов каждого типа ограждения для измерения сопротивления теплопередаче осуществляется по результатам тепловизионного обследования наружных поверхностей.

Для испытаний отбирают не менее двух однотипных образцов расположенных преимущественно в угловых помещениях с ориентацией ограждающих конструкций на север, северо-восток, северо-запад. Этаж помещения вы-

бирается как с учетом возможности проведения испытания наибольшего количества требуемых типов ограждения в одном помещении, так и с учетом удобства проведения тепловизионной съемки наружной поверхности ограждающих конструкций.

Основными характеристиками теплозащитных свойств элементов ограждающих конструкций по СНиП 23-02-2003, подлежащими контролю, являются:

- термическое сопротивление и сопротивление теплопередаче базового участка элемента ограждающей конструкции;
- коэффициент теплотехнической однородности элемента конструкции;
- приведенное сопротивление теплопередаче элемента.

По основным показателям качества теплоизоляции элементов ограждающих конструкций в зависимости от заданных в соответствии со СНиП 23-01-99 и ГОСТ 30494-96 условий могут определяться:

- температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции;
- параметры микроклимата помещений (радиационная и результирующая температура помещения) по ГОСТ 30494-96.

Для выполнения работ по тепловизионному обследованию зданий и сооружений различного назначения используются современные тепловизионные приборы, сертифицированные Госстандартом РФ, как измерительные. Допускается применение тепловизоров, отвечающих следующим требованиям:

диапазон измеряемых температур, не менее	от -20° до 100°C
температурное разрешение, не более	$0,1^{\circ}\text{C}$ при 30°C
погрешность измерения температуры, не более	$\pm 2\%$ измеряемого значения или $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$

пространственное разрешение (при 50% контрасте), не менее	100 элементов на строку
формат разложения изображения, не менее	140x140 элементов в кадре
рабочий спектральный диапазон	3-5 мкм или 8-14 мкм

При тепловизионном контроле дополнительно используют следующие приборы:

- термощуп-термометр с диапазоном измерений от -20° до $+100^{\circ}$ и погрешностью не более $0,5^{\circ}\text{C}$;
- измеритель скорости ветра (анемометр) с диапазоном измерений от 0 до 20 м/сек и погрешностью не более 10%,
- измеритель влажности с диапазоном измерений от 0 до 95% и погрешностью не более 10%,
- измерительную рулетку,
- фотоаппарат,
- компас.

Все приборы должны иметь диапазон рабочих температур не менее, чем от -30° до $+50^{\circ}\text{C}$.

Для выполнения измерений сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций зданий и сооружений используется измерительный комплекс, включающий:

- измерители-самописцы плотности теплового потока с диапазоном измерений от 0 до 250 Вт/м^2 и пределом основной относительной погрешности не более 5%, и памятью на обеспечение сохранения не менее 1000 измерений, период регистрации значения теплового потока должен составлять от 1 минуты до 1 часа.

- цифровые самописцы температуры с диапазоном измерений от -30° до $+50^{\circ}\text{C}$, и памятью на обеспечение сохранения не менее 1000 измерений, пери-

од регистрации значения температуры должен составлять от 1 минуты до 1 часа.

Все приборы должны иметь диапазон рабочих температур не менее, чем от + 5° до +40°С.

Все измерения следует выполнять приборами, прошедшими регистрацию и имеющими соответствующий сертификат.

Перечень работ и порядок расчетов показателей теплозащитных свойств ограждающих конструкций приведен в приложении Л.

7.4. Определение фактического расхода тепла на отопление

Расход тепла на отопление здания определяется по теплосчетчику, установленному на узле ввода в здание.

При отсутствии теплосчетчика на вводе для определения расхода тепла на узле ввода необходимо выполнить измерения и определить:

1. Температуру теплоносителя в подающей магистрали на входе в здание;
2. Температуру теплоносителя в обратной магистрали на выходе из здания;
3. Массовый расход теплоносителя в подающей магистрали.

Температура теплоносителя определяется по установленным на узле ввода термометрам. Если термометры не установлены, то температура определяется с помощью контактных или бесконтактных термометров. Температура теплоносителя принимается равной температуре на поверхности стенки трубопровода.

Расход теплоносителя определяется по счетчику воды (теплоносителя), установленном на узле ввода. При отсутствии счетчика расход определяется портативным переносным расходомером.

Расход тепла на отопление определяется по формуле:

$$Q_{\text{факт}} = G_{\text{факт}} \cdot c \cdot (t_{\text{под}} - t_{\text{обр}}), \quad (7.4.1)$$

где $G_{факт}$ – фактический средний массовый расход теплоносителя, кг/с
(кг/час);

c – удельная теплоемкость воды, ;

$t_{под}$ – текущая температура теплоносителя в подающей магистрали,
°С;

$t_{обр}$ – текущая температура теплоносителя в обратной магистрали,
°С.

7.5. Определение фактической теплоотдачи отопительного прибора

Для определения фактической теплоотдачи отопительного прибора необходимо выполнить измерения и определить:

1. Температуру теплоносителя на входе в отопительный прибор;
2. Температуру теплоносителя на выходе из отопительного прибора;
3. Массовый расход теплоносителя в отопительном приборе.

Температура определяется с помощью контактных или бесконтактных термометров. Температура теплоносителя принимается равной температуре на поверхности подводок отопительного прибора.

Расход определяется портативным переносным расходомером на стояке перед отопительным прибором.

При двухтрубной системе расход измеряется на подающем стояке до и после подводки к отопительному прибору. Разница в показаниях составляет расход теплоносителя на отопительный прибор.

При однотрубной системе без замыкающих участков расход измеряется на стояке в любой точке.

При однотрубной системе с замыкающими участками расход измеряется на стояке перед отопительным прибором и на замыкающем участке. Разница в показаниях составляет расход теплоносителя на отопительный прибор.

В однотрубной системе расход на отопительный прибор может быть определен по балансу температур по формуле:

$$G_1 = G_{cm} \cdot \frac{t_{cm} - t_2}{t_1 - t_2}, \quad (7.5.1)$$

где G_{cm} – расход теплоносителя (воды) в стояке, кг/час.

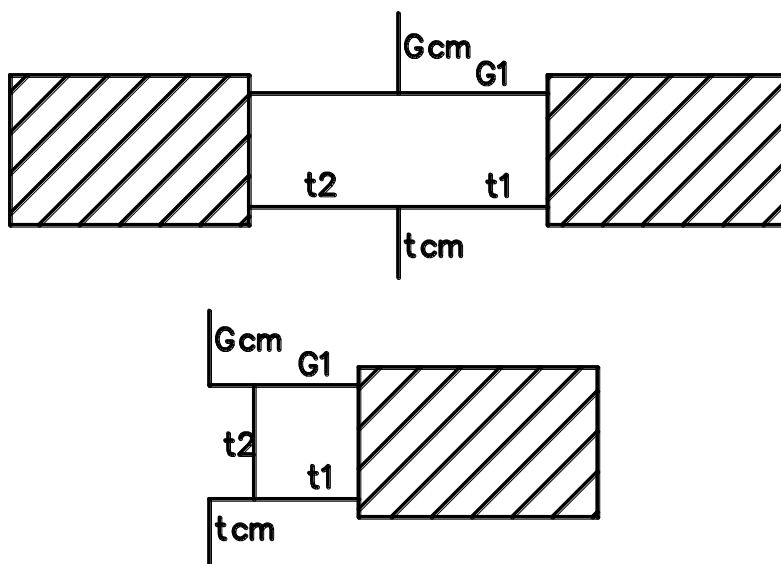


Рис. 7.5.1. Расчетная схема для определения расхода теплоносителя на отопительный прибор (по формуле 7.5.1)

Фактическая теплоотдача отопительного прибора определяется по формуле:

$$Q_{факт_i} = G_{факт_i} \cdot c \cdot (t_{вх} - t_{вых}), \quad (7.5.2)$$

где $G_{факт_i}$ – фактический массовый расход теплоносителя, кг;

c – удельная теплоемкость воды, ;

$t_{вх}$ – температура теплоносителя на входе в отопительный прибор, °С;

$t_{вых}$ – температура теплоносителя на выходе из отопительного прибора, °С.

7.6. Определение теоретической теплоотдачи отопительного прибора

Для определения теоретической теплоотдачи отопительного прибора при фактических температурных условиях необходимо выполнить измерения и определить:

1. Температуру теплоносителя на входе в отопительный прибор;
2. Температуру теплоносителя на выходе из отопительного прибора;
3. Температуру внутреннего воздуха в помещении.

Температура теплоносителя определяется по п.7.5.

Температура внутреннего воздуха определяется по п.7.2.

Теоретическая теплоотдача отопительного прибора определяется по формуле:

$$Q_{теор_i} = K_1 \cdot Q_{ну} \cdot \Delta t_{np}^{1+n}, \quad (7.6.1)$$

где K_1 – переводной числовой коэффициент, определяется по таблице 7.6.1;

$Q_{ну}$ – номинальный тепловой поток отопительного прибора, определяется по справочникам, Вт;

Δt_{np}^{1+n} – температурный напор отопительного прибора, °С;

n – экспериментальный числовой показатель, определяется по таблице 7.6.1;

$$\Delta t_{np} = \frac{t_{ex} + t_{вых}}{2} - t_{вн}, \quad (7.6.2)$$

t_{ex} – температура теплоносителя на входе в отопительный прибор, °С;

$t_{вых}$ – температура теплоносителя на выходе из отопительного прибора, °С.

$t_{вн}$ – фактическая температура внутреннего воздуха в помещении, °С.

Таблица 7.6.1.

Тип отопительного прибора	Направление движения теплоносителя	Показатель n	Коэффициент K_1
Радиатор чугунный	Сверху-вниз	0,3	0,004
	Снизу-вверх	0,25	0,005
Радиатор стальной панельный	Сверху-вниз	0,3	0,004
	Снизу-вверх	0,25	0,005
Конвектор настенный с кожухом типа «Комфорт-20»		0,35	0,0033
Конвектор настенный с кожухом типа «Универсал»		0,3	0,004
Конвектор настенный без кожуха типа «Аккорд»		0,2	0,006
Конвектор напольный типа «КВ»		0,25	0,005
Труба отопительная чугунная ребристая		0,25	0,005
Прибор отопительный биметаллический литой		0,3	0,004
Труба отопительная стальная $d_v=40-100$ мм		0,32	0,0037

Приложения

Приложение А

Минимальная продолжительность эффективной эксплуатации элементов зданий и объектов

Элементы жилых зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения	Продолжительность эксплуатации до капитального ремонта (замены), лет	
	Здания	Здания и объекты коммунального и социально-культурного назна- чения при нормальных и благо- приятных условиях эксплуатации
Отопительные приборы		
Радиаторы чугунные (стальные) при схемах:		
– закрытых;	40 (30)	35 (25)
– открытых	30 (15)	25 (12)
Калориферы стальные	15	10
Конвекторы	30	25
Трубопроводы		
Стояки при схемах:		
– закрытых;	30	25
– открытых	15	12
Домовые магистрали при схемах:		
– закрытых;	20	12
– открытых	15	12
Изоляция трубопроводов	10	10
Запорно-регулирующая арматура		
Задвижки	10	8
Вентили	10	8
Трёхходовые краны	10	8
Элеваторы	30	30
Котлы отопительные:		
– чугунные;	25	25
– стальные	20	20
Обмуровка котлов	6	6
Короба	15	15
Наружные инженерные сети		
Теплопровод	20	20

Эксплуатация систем отопления

При эксплуатации системы водяного отопления должны быть обеспечены:

- равномерный прогрев всех нагревательных приборов;
- температура обратной сетевой воды, возвращаемой из системы, не более чем на 5% выше значения, установленного температурным графиком при соответствующей температуре наружного воздуха;
- залив верхних точек системы;
- давление в системе, не превышающее допустимого для нагревательных приборов и трубопроводов системы;
- среднечасовая утечка теплоносителя из местной системы отопления, не превышающая 0,25% объема воды в ней;
- коэффициент смешения на элеваторном узле не менее расчетного.

При эксплуатации систем парового отопления должны быть обеспечены:

- равномерный прогрев всех нагревательных приборов;
- полная конденсация пара, поступающего в нагревательные приборы, исключение его пролета;
- полный возврат конденсата из системы.

Максимальная температура поверхности отопительных приборов должна соответствовать назначению отапливаемого помещения и санитарным нормам.

Отопительные приборы должны иметь краны, вентили или регуляторы для регулирования теплоотдачи.

К отопительным приборам должен быть обеспечен свободный доступ.

Арматура должна устанавливаться в местах, доступных для обслуживания и ремонта.

Отопительные приборы и трубопроводы к ним должны быть окрашены масляной краской. В помещениях, где происходит выделение паров или газов, окисляющих железо, краска должна быть кислотоупорной, а в помещениях с повышенной влажностью отопительные приборы и трубопроводы к ним должны быть покрыты краской дважды.

Заполнение и подпитка независимых систем водяного отопления должны производиться умягченной деаэрированной водой из тепловых сетей. Скорость и порядок заполнения должны быть согласованы с энергоснабжающей организацией.

В процессе эксплуатации систем отопления следует:

осматривать элементы систем, скрытых от постоянного наблюдения (разводящих трубопроводов на чердаках, в подвалах и каналах), не реже 1 раза в месяц;

осматривать наиболее ответственные элементы системы (насосы, запорную арматуру, контрольно-измерительные приборы (КИП) и автоматические устройства) не реже 1 раза в неделю;

удалять воздух из системы отопления согласно инструкции по эксплуатации;

очищать наружную поверхность нагревательных приборов от пыли и грязи не реже 1 раза в неделю;

промывать грязевики;

сроки промывки грязевиков устанавливаются в зависимости от степени загрязнения, которая определяется по разности показаний манометров до и после грязевика;

вести ежедневный контроль за температурой и давлением теплоносителя, прогревом отопительных приборов и температурой внутри помещений в контрольных точках, а также за утеплением отапливаемых помещений (состояние фрамуг, окон, дверей, ворот, ограждающих конструкций и др.).

До включения отопительной системы в эксплуатацию после монтажа, ремонта и реконструкции должно быть проведено ее тепловое испытание на равномерность прогрева отопительных приборов. Температура теплоносителя при тепловом испытании должна соответствовать наружным температурам. В процессе тепловых испытаний должны выполняться наладка и регулировка системы.

Результаты испытаний оформляются актом.

Перед приемкой в эксплуатацию после монтажа, реконструкции, а также в сроки, указанные в утвержденном годовом графике, системы воздушного отопления и приточной вентиляции должны подвергаться испытаниям, определяющим эффективность работы установок и соответствие их паспортным и проектным данным.

В процессе испытаний должны определяться:

производительность, полный и статический напор вентиляторов;

частота вращения вентиляторов и электродвигателей;

установленная мощность и фактическая нагрузка электродвигателей;

распределение объемов воздуха и напоры по отдельным ответвлениям воздухопроводов, а также в конечных точках всех участков;

температура и относительная влажность приточного и удаляемого воздуха;

производительность калориферов по теплоте;

температура обратной сетевой воды после калориферов при расчетном расходе и температуре сетевой воды в подающем трубопроводе, соответствующей температурному графику;

гидравлическое сопротивление калориферов при расчетном расходе теплоносителя;

температура и влажность воздуха до и после увлажнительных камер;

коэффициент улавливания фильтров;

наличие подсоса или утечки воздуха в отдельных элементах установки (воздуховодах, фланцах, камерах, фильтрах и т.п.).

Испытание должно производиться при расчетной нагрузке по воздуху при температурах теплоносителя, соответствующих наружной температуре.

Перед началом испытания должны быть устранены дефекты, обнаруженные при осмотре.

Недостатки, выявленные во время испытания и наладки вентиляционных систем, должны быть внесены в журнал дефектов и отказов и в последующем устранены.

На каждую приточную вентиляционную установку, систему воздушного отопления должен быть составлен паспорт с технической характеристикой и схемой установки.

Изменения, произведенные в установках, а также результаты испытаний должны фиксироваться в паспорте.

Не реже 1 раза в неделю эксплуатационный персонал должен тщательно осматривать оборудование систем воздушного отопления и вентиляции с проверкой соответствия притока и вытяжки заданному режиму положения заслонок подогрева воздуха в калориферах, температура обратной сетевой воды, состояния теплопроводов и т.д. Обход установок дежурным слесарем должен производиться ежедневно.

Порядок включения и отключения вентиляционных установок определяется инструкцией по эксплуатации.

Ремонт вентиляционных установок, связанных с технологическим процессом, должен производиться одновременно с ремонтом технологического оборудования.

Наружные поверхности калориферов воздушного отопления и приточной вентиляции в период эксплуатации должны продуваться сжатым воздухом или паром. Периодичность продувки определяется инструкцией по эксплуатации. Продувка перед отопительным сезоном обязательна.

Во время эксплуатации следует периодически проверять степень запыленности воздушных фильтров и очищать их (регенерировать).

На летний период во избежание засорения все калориферы со стороны подвода воздуха должны закрываться.

Очистка воздуховодов от пыли должна осуществляться не реже 2 раз в год, если по условиям эксплуатации не требуется более частая их очистка.

Защитные сетки и жалюзи перед вентиляторами должны очищаться от пыли и грязи не реже 1 раза в квартал.

Металлические воздухоприемные и выходные шахты, а также наружные жалюзийные решетки должны иметь антикоррозийные покрытия, которые необходимо ежегодно проверять и восстанавливать.

Правила технического обслуживания и ремонта систем отопления воинских зданий

Предоставление коммунальных услуг по отношению воинских зданий осуществляется в составе и других задач квартирно-эксплуатационной частью (КЭЧ) или другим исполнителем, реализующим по договору непосредственную подачу тепловой энергии в здания МО РФ. Снабжение тепловой энергией должно обеспечить во время отопительного сезона круглосуточное поддержание установленной Стандартами, Строительными нормами и правилами температуры воздуха в отапливаемых помещениях.

КЭЧ должна обеспечить бесперебойное круглосуточное отопление воинских зданий в течение всего отопительного сезона, соответствие температуры теплоносителя установленному температурному графику, поддержание расчётного давления теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах, соответствие нормативам химического состава теплоносителя.

Основными показателями качества отопления являются величина и период отключений фактических значений температуры воздуха в отапливаемых помещениях, которые не должны превышать предельно допустимых значений, установленных Стандартами, Строительными нормами и правилами. Период отключений измеряется в часах суммарно в течение отопительного сезона. Соблюдение требований о соответствии температуры воздуха внутри помещений Стандартам и Нормам проверяются при условии выполнения потребителями мероприятий по утеплению зданий.

КЭЧ обязана соблюдать предельные сроки планового и аварийного перерыва в теплоснабжении.

Перерывы в обеспечении тепловой энергии для систем отопления могут быть:

- на межотопительный период – для централизованных систем отопления;

- для проведения ремонтных работ по ликвидации повреждений (снижение температуры в отапливаемых помещениях в этот период не должно превышать 5°С);

- в исключительных случаях допускается перерыв на период не более нормативной продолжительности для проведения плановых ремонтных работ и монтажных работ по заявкам потребителей.

При прекращении циркуляции теплоносителя в системе отопления либо снижении его температуры в отдельных зонах до +5°С и отрицательной температуры наружного воздуха система (или её часть) должна быть опорожнена работниками эксплуатационной или аварийной службы.

Для надёжной и экономичной эксплуатации систем отопления организуется своевременное проведение планового—предупредительного ремонта и содержание в исправности:

- теплогенераторов (котельных) с разработкой режимных карт работы котлов, подачей требуемого количества и качества теплоносителя для отопления, вентиляции и горячего водоснабжения воинских зданий в соответствии с требуемым графиком регулирования температуры и расхода воды в тепловых сетях;

- внешних тепловых сетей с расчётным расходом теплоносителя и требуемыми параметрами (температурой и давлением воды в теплопроводах) при минимальных тепловых и гидравлических потерях;

- центральных и индивидуальных тепловых пунктов с системами регулирования;

- системы отопления при подаче теплоносителя с параметрами согласно графику регулирования его температуры в зависимости от внешних метеопараметров и обеспечение расчётной теплоотдачи всех нагревательных приборов.

КЭЧ за месяц до окончания текущего отопительного периода обязана разработать, согласовать с теплоснабжающей организацией и утвердить графики работ по профилактике и ремонту:

- тепловых сетей;
- тепловых пунктов;
- систем теплоснабжения (систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения).

Рекомендуемый срок ремонта, связанный с прекращением горячего водоснабжения – 14 дней.

План (график) текущего и капитального ремонтов должен включать гидравлические испытания, промывку, пробный пуск и наладочные работы с указанием сроков их выполнения.

Испытания на прочность и плотность водяных систем производятся пробным давлением, но не ниже:

- элеваторные узлы, водоподогреватели систем отопления, горячего водоснабжения – 1 МПа (10 кгс/см²);
- системы отопления с чугунными отопительными приборами, стальными штампованными радиаторами – 0,6 МПа (6 кгс/см²);
- системы панельного и конвекторного отопления – 1 МПа (10 кгс/см²);
- системы горячего водоснабжения – давлением, равным рабочему в системе плюс 0,5 МПа (5 кгс/см²), но не более 1 МПа (10 кгс/см²);
- для калориферов систем отопления и вентиляции – в зависимости от рабочего давления, устанавливаемого техническими условиями завода-изготовителя.

Минимальная величина пробного давления при гидравлическом испытании должна составлять 1,25 рабочего давления, но не менее 0,2 МПа (2 кгс/см²).

Испытания на прочность и плотность узла управления и системы теплоснабжения производится при положительных температурах наружного воздуха. При температуре наружного воздуха ниже нуля проверка плотности допускается в исключительных случаях. Температура внутри помещений при этом должна быть не ниже $+5^{\circ}\text{C}$.

Испытания на прочность и плотность производится в следующем порядке:

- система теплоснабжения заполняется водой с температурой не выше 45°C , полностью удаляется воздух через воздухопускные устройства в верхних точках;
- давление доводится до рабочего и поддерживается в течение времени, необходимого для осмотра всех сварных и фланцевых соединений, арматуры, оборудования, приборов, но не менее 10 мин.;
- если в течение 10 мин. не выявляются какие-либо дефекты, давление доводится до пробного (для пластмассовых труб время подъёма давления до пробного должно быть не менее 30 мин.).

Испытания на прочность и плотность производятся отдельно. Системы считаются выдержавшими испытания, если во время их проведения:

- не обнаружены потения сварных швов или течи из нагревательных приборов трубопроводов, арматуры и другого оборудования;
- при испытаниях на прочность и плотность водяных систем в течение 5 мин. падение давления не превысило $0,02\text{ МПа}$ ($0,2\text{ кгс/см}^2$);
- при испытаниях на прочность и плотность систем панельного отопления падение давления в течение 15 мин. не превысило $0,01$ ($0,1\text{ кгс/см}^2$);
- при испытаниях на прочность и плотность систем горячего водоснабжения падение давления в течение 10 мин. не превысило $0,05\text{ МПа}$ ($0,5\text{ кгс/см}^2$) для стальных трубопроводов; для пластмассовых трубопроводов: при падении давления не более чем на $0,06\text{ МПа}$ ($0,6\text{ кгс/см}^2$) в течение 30 мин. и при дальнейшем падении в течение 2 ч не более чем на $0,02\text{ МПа}$ ($0,2\text{ кгс/см}^2$).

Для систем панельного отопления, совмещённых с отопительными приборами, величина пробного давления не должна превышать предельного пробного давления для установленных в системе отопительных приборов.

Результаты испытаний оформляются актами.

Если результаты испытаний на прочность и плотность не отвечают приведенным условиям, необходимо выявить и установить утечки, после чего провести повторное испытание системы.

При испытаниях на прочность и плотность применяются пружинные манометры класса точности не ниже 1,5, с диаметром корпуса не менее 160 мм, шкалой на номинальное давление около $4/3$ измеряемого, ценой деления 0,01 МПа (0,1 кгс/см²), прошедшие проверку и опломбированные Госповерителем.

Эксплуатация системы центрального отопления жилых домов должна обеспечивать:

- поддержание оптимальной (не ниже допустимой) температуры воздуха в отапливаемых помещениях;
- поддержание температуры воды, поступающей и возвращаемой из системы отопления, в соответствии с графиком качественного регулирования температуры воды в системе отопления;
- равномерный прогрев всех нагревательных приборов;
- поддержание требуемого давления (не выше допустимого для отопительных приборов) в подающем и обратном трубопроводах системы;
- герметичность;
- немедленное устранение всех видимых утечек воды;
- ремонт или замена неисправных кранов на отопительных приборах;
- коэффициент смещения на элеваторном узле водяной системы - не менее расчётного;

– наладку системы отопления, ликвидацию излишне установленных отопительных приборов и установку дополнительных в отдельных помещениях, отстающих по температурному режиму.

Предельное рабочее давление для систем отопления с чугунными отопительными приборами следует принимать 0,6 МПа (6 кгс/см²), со стальными – 1,0 МПа (10 кгс/см²).

Температура воздуха в помещениях жилых зданий в холодный период года должна быть не ниже значений, предусмотренных Стандартами. При наличии средств автоматического регулирования расхода тепла, с целью энергосбережения, температуру воздуха в помещениях зданий в ночные часы от нуля до пяти часов допускается снижать на 2÷3°С.

Слесари–сантехники должны следить за исправным состоянием системы отопления, своевременно устранять неисправности и причины, вызывающие перерасход тепловой энергии.

Увеличивать поверхность или количество отопительных приборов без специального разрешения организации по обслуживанию жилищного фонда не допускается. В помещении эксплуатационного персонала должны быть:

а) Журнал регистрации работы систем отопления и горячего водоснабжения зданий;

б) график дежурств обслуживающего персонала;

в) остеклённый стенд у стола дежурного с размещением на нём схем основных узлов и стояков (с указанием номеров квартир, в которых проходят стояки) запорно-регулирующей арматуры, воздухоотделителей систем отопления и горячего водоснабжения;

г) Инструкция по пуску, регулировке и опорожнению системы отопления и горячего водоснабжения, утверждённая Главным инженером организации по обслуживанию жилищного фонда. В Инструкции должна быть указана периодичность осмотра и ревизии всего оборудования и трубопроводов;

д) график температуры подающей и обратной воды в теплосети и в системе отопления в зависимости от температуры наружного воздуха с указанием рабочего давления воды на вводе, статического и наибольшего допустимого давлений в системе;

е) номера телефонов организации по обслуживанию жилищного фонда, теплоснабжающей организации (ТЭЦ, районной котельной и т.п.), аварийных служб, скорой медицинской помощи, пожарной охраны;

ж) инструмент, переносные светильники с автономным питанием, материал для проведения мелкого профилактического ремонта, спецодежда, полотенце, мыло и аптечка;

з) стенд для размещения ключей от подвалов и чердаков зданий;

и) Журнал регистрации выдачи ключей обслуживающему персоналу, в котором указываются фамилия, имя, отчество получающего ключи, время выдачи и возврата ключей.

Эксплуатационный персонал в течение первых дней отопительного сезона должен проверить и произвести правильное распределение теплоносителя по системам отопления, в том числе по отдельным стоякам. Распределение теплоносителя должно производиться по температурам возвращаемой (обратной) воды согласно данным проектной или наладочной организации.

При ремонте пришедшие в негодность нагревательные приборы, трубопроводы, запорно-регулирующая арматура, воздуховыпускные устройства и другое оборудование должно быть заменено в соответствии с проектом или рекомендациями специализированной организации, с учётом современного уровня выпускаемого оборудования.

Обнаруженные неисправности систем отопления должны заноситься в Журнал регистрации. Вид проведенных работ по устранению неисправностей отмечается в Журнале с указанием даты и фамилий персонала, проводившего ремонт. Выявленные дефекты в системе отопления должны учитываться при подготовке системы к следующему отопительному сезону.

Промывка систем теплоснабжения производится ежегодно после окончания отопительного периода, а также монтажа, капитального ремонта, текущего ремонта с заменой труб (в открытых системах до ввода в эксплуатацию системы также должны быть подвергнуты дезинфекции).

Системы промываются водой в количествах, превышающих расчётный расход теплоносителя в 3÷5 раз, при этом должно достигаться полное осветление воды. При проведении гидropневматической промывки расход воздушной смеси не должен превышать 3÷5-кратного расчётного расхода теплоносителя.

Для промывки используется водопроводная или техническая вода.

Подключение систем, не прошедших промывку, а в открытых системах – промывку и дезинфекцию, не допускается.

Диафрагмы и сопла гидроэлеваторов во время промывки системы отопления должны быть сняты. После промывки система сразу должна быть наполнена теплоносителем. Держать системы отопления опорожнёнными не допускается.

Теплообменники перед пуском системы следует очистить химическим или механическим способом.

Пробный пуск системы отопления следует производить после её опрессовки и промывки с доведением температуры теплоносителя до 80÷85°C, при этом удаляется воздух из системы и проверяется прогрев всех отопительных приборов.

Тепловые испытания водоподогревателей следует производить не реже одного раза в пять лет.

Начало и продолжительность пробных топок должны быть определены теплоснабжающей организацией, согласованы с органом местного самоуправления и доведены до сведения потребителей не позднее, чем за трое суток до начала пробной топки.

Персонал организации по обслуживанию жилищного фонда должен систематически в течение отопительного сезона производить контроль работы систем отопления.

Повышение давления теплоносителя (в том числе кратковременное) выше допустимого при отключении и включении систем центрального отопления не допускается. Для защиты местных систем от аварийного повышения параметров теплоносителя от опорожнения в тепловых пунктах должны устанавливаться автоматические устройства.

Заполнение систем отопления следует производить через обратную линию с выпуском воздуха из воздухоотборников или отопительных приборов. Давление, под которым подаётся вода в трубопроводы системы отопления, не должно превышать статическое давление данной системы более чем на 0,05 МПа (0,5 кгс/см²) и предельно допустимое для отопительных приборов.

Время отключения всей системы или отдельных её участков при обнаружении утечек воды и других неисправностей следует устанавливать в зависимости от температуры наружного воздуха длительностью до двух часов при расчётной температуре наружного воздуха.

Выпуск воздуха из систем центрального отопления через воздухоотборник, автоматические удалители воздуха или воздуховыпускные краны на отопительных приборах следует производить периодически, каждый раз при падении давления на вводе ниже уровня статического давления данной системы, а также после её подпитки, в соответствии с Инструкцией.

В местах присоединения стояков к разводящим трубопроводам на чердаках и в подвальных помещениях следует устанавливать маркировочные щитки в соответствии с ГОСТами.

Трубопроводы в тепловых пунктах, чердачных и подвальных помещениях должны быть окрашены и иметь соответствующие маркировочные щитки с указанием направления движения теплоносителя. Задвижки и вентили должны быть пронумерованы согласно схеме (проекту).

Наружная поверхность запорной арматуры должна быть чистой, а резьба смазана машинным маслом, смешанным с графитом.

Надёжная эксплуатация систем водяного отопления должна обеспечиваться проведением следующих работ:

- детальный осмотр разводящих трубопроводов – не реже одного раза в месяц;

- детальный осмотр наиболее ответственных элементов системы (насосы магистральная запорная арматура, контрольно–измерительная аппаратура автоматические устройства) – не реже одного раза в неделю;

- промывка грязевиков. Необходимость промывки следует устанавливать в зависимости от степени загрязнения, определяемой по перепаду давлений на манометре до и после промывки грязевиков;

- систематическое удаление воздуха из системы отопления;

- повседневный контроль температуры и давления теплоносителя.

Проверку исправности запорно-регулирующей арматуры следует производить в соответствии с утвержденным графиком ремонта, а снятие задвижек для внутреннего осмотра и ремонта (шабрения дисков, проверки плотности колец опрессовки) – не реже одного раза в три года; проверку плотности закрытия и смену сальниковых уплотнителей регулировочных кранов на нагревательных приборах следует производить не реже одного раза в год (запорно-регулирующие краны, имеющие дефект в конструкции, должны заменяться на более совершенные).

Регулирующие органы задвижек и вентиля следует закрывать два раза в месяц до отказа с последующим открытием в прежнее положение.

Замена уплотняющих прокладок фланцевых соединений должна производиться при каждом разбалчивании фланцевых соединений, снятии арматуры.

Трубопроводы и отопительные приборы должны быть закреплены, а их уклоны установлены по уровню.

Отопительные приборы и трубопроводы в квартирах и лестничных площадках должны быть окрашены масляной краской за два раза.

Трубопроводы и арматура систем отопления, находящиеся в неотапливаемых помещениях, должны иметь тепловую изоляцию, исправность которой необходимо проверять не реже двух раз в год.

В местах перехода через трубопроводы (на чердаках, в подвалах или технических подпольях) необходимо устраивать переходные мостики без опирания на тепловую изоляцию трубопроводов.

На вводе в здание теплопроводов ЦО (центрального отопления) должна быть установлена запорная арматура, до и после нее – приборы КИП (манометры, термометры, приборы учета тепловой энергии и теплоносителя).

Контрольно–измерительные приборы, регулирующая и запорная арматура должны находиться в технически исправном состоянии и отвечать установленным требованиям.

Обслуживающий персонал должен ежедневно заносить показания контрольно–измерительных приборов, установленных в тепловом пункте, в Журнал регистрации.

Рекомендуется применение дистанционного управления и контроля из диспетчерского пункта.

Регистрация температуры и давления теплоносителя должна производиться по показаниям термометров и манометров, а расхода тепла – по показаниям теплосчётчиков.

Автоматическое регулирование подачи тепла в систему отопления следует производить регуляторами, установленными согласно проекту или по рекомендациям наладочной организации.

При реконструкции системы отопления рекомендуется предусматривать установку расширительных баков мембранного типа и ЦТП, автоматическое пофасадное регулирование или установку индивидуальных автоматиче-

ских регуляторов у отопительных приборов и автоматического регулятора расхода тепла на тепловом вводе здания.

Обслуживание автоматических регуляторов (настройкой на требуемые параметры регулирования, периодическую чистку и др.) необходимо производить согласно Инструкциям заводов–изготовителей либо требованиям проекта.

Осмотр технического состояния теплового пункта, оборудованного средствами автоматического регулирования, следует производить по графику, утвержденному специалистами организации по обслуживанию жилищного фонда, но не реже одного раза в сутки (при отсутствии диспетчерского контроля).

Проверку поддержания автоматическими регуляторами заданных параметров теплоносителя следует производить при каждом осмотре.

Запуск центробежных насосов в ручном режиме должен производиться при закрытой задвижке на нагнетании.

Перед каждым пуском насосов (при работе насоса не реже одного раза в сутки) следует проверять состояние насосного и другого связанного с ним оборудования и средств автоматизации.

При пуске насосов:

а) рабочие колеса центробежных насосов должны иметь правильное направление вращения – по направлению разворота корпуса;

б) не должно быть биения вала;

в) болты, крепящие центробежные насосы к основанию, должны быть надёжно затянуты;

г) сальники насосов должны быть плотно набиты, подтянуты и не иметь сверхнормативных течей;

д) соединительная муфта агрегата должна быть ограждена съёмным кожухом.

Пополнение смазки подшипников насосов должно производиться не реже одного раза в десять дней, а при консистентной смазке – не реже одного раза в три–четыре месяца.

Температура корпусов подшипников насосов не должна превышать 80°C, в другом случае необходимо заменить смазку.

Мягкие вставки и виброизолирующие основания насосов должны соответствовать проекту и находиться в исправном состоянии. Смену резиновых виброизоляторов и прокладок следует производить один раз в три года. Уровень шума в жилых помещениях от работающих насосов должен быть не выше санитарных норм.

При отрицательной температуре наружного воздуха, если прекратилась циркуляция воды в системе отопления и температура воды снизилась до +5°C, необходимо производить опорожнение системы отопления.

При отключении системы отопления от тепловой сети вначале следует закрывать задвижку на подающем трубопроводе. При закрытии задвижки необходимо убедиться, что давление в подающей сети сравнялось с давлением в обратном трубопроводе, только после этого закрывать на обратном трубопроводе.

Перечень работ по техническому обслуживанию жилых зданий, составленный на основании перечня в Правилах и нормах технической эксплуатации жилищного фонда Российской Федерации, утвержденных приказом Государственного комитета РФ по жилищной и строительной политике от 26.12.97 г. № 17-139, приведен в таблице В.1.

Таблица В.1

Виды работ по техническому обслуживанию	Стандарты эксплуатации		
	I группа	II группа	III группа
Работы, выполняемые при проведении технических осмотров и обходов отдельных элементов и помещений жилых домов			
1. Устранение незначительных неисправностей в системах центрального отопления и горячего водоснабжения	*	*	*
Работы, выполняемые при подготовке жилых зданий к эксплуатации в весенне-летний период			
2. Консервация системы центрального отопления	*	*	*
Работы, выполняемые при подготовке жилых зданий к эксплуатации в осенне-зимний период			
3. Утепление оконных проемов		*	*
4. Замена разбитых стекол	*	*	*
5. Утепление чердачных перекрытий		*	*
6. Утепление трубопроводов в чердачных и подвальных помещениях	*	*	*
7. Укрепление и ремонт парапетных ограждений			*
8. Проверка исправности слуховых окон и жалюзей			*
9. Ремонт, регулировка и испытание систем центрального отопления	*	*	*
10. Утепление бойлеров	*	*	*
Работы, выполняемые при проведении частичных осмотров			
11. Уплотнение сгонов		*	*
12. Регулировка и ремонт трехходового крана	*	*	*
13. Набивка сальников в вентилях, кранах, задвижках	*	*	*
14. Укрепление трубопроводов		*	*

Гидравлическое испытание систем отопления

Оборудование тепловых пунктов и все подземные, подвальные, надземные теплопроводы тепловых сетей вторичного теплоносителя, а также магистральные трубопроводы и оборудование систем водяного отопления и горячего водоснабжения подвергают гидравлической опрессовке пробным давлением, равным 1,25 рабочего, но не ниже: 1,6 МПа (16 кгс/см²) для ЦТП; 1,2 МПа (12 кгс/см²) для ИТП; 1 МПа (10 кгс/см²) для водо-водяных подогревателей систем отопления и горячего водоснабжения; 1,2 МПа (12 кгс/см²) для трубопроводов вторичного теплоносителя; 0,75 МПа (7,5 кгс/м²) для систем водяного отопления с чугунными нагревательными приборами; 1 МПа (10 кгс/см²) для систем водяного отопления с конвекторами, стальными регистрами и стальными штампованными нагревательными приборами; 0,9 МПа (9 кгс/см²) для калориферных установок систем отопления и вентиляции; 0,75 МПа (7,5 кгс/см²) для систем горячего водоснабжения, подсоединённых к открытым тепловым сетям – на плотность и до 10 кгс/см² – на прочность.

Способ гидравлической опрессовки систем отопления со змеевиком в панелях указывают в проекте. Если же такие указания отсутствуют, то пробное давление принимают равным не менее 1 МПа (10 кгс/см²). Падение давления не должно превышать более 0,01 МПа (0,1 кгс/см²) в течение 15 мин. Производить одновременно гидравлическую опрессовку системы отопления, горячего водоснабжения и ИТП запрещается. Испытуемая система должна быть надёжно отключена от других систем закрытием задвижек. При неудовлетворительной их герметичности следует установить металлические заглушки с резиновыми прокладками.

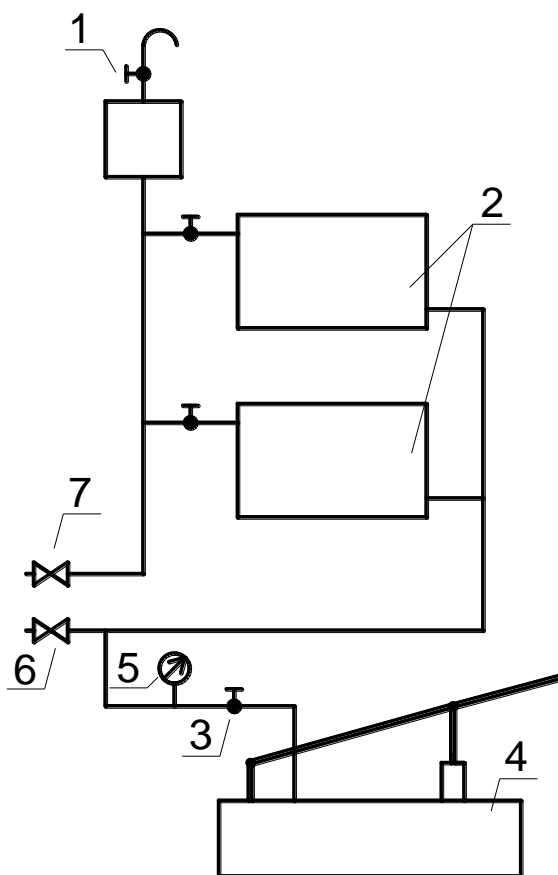


Рис. Г.1. Схема гидравлической опрессовки системы отопления жилого здания

Таблица Г.1

Нормы расхода сетевой воды на испытание теплопроводов тепловых сетей на максимальную температуру

Диаметр теплопроводов тепловых сетей, мм	Расход сетевой воды на испытание, м ³ /ч
100	10
125	15
250	60
300	100
350	125
400	150
500	250

Диаметр теплопроводов тепловых сетей, мм	Расход сетевой воды на испытание, м ³ /ч
600	350
700	450
800	600
900	850
1000	950
1200	1300

Гидравлическую опрессовку системы отопления производят в такой последовательности (рис. Г.1): открывают воздушные краны 1 воздухоборника 2; заполняют трубопроводы системы водой через открытую задвижку 6 (задвижка 7 закрыта, кран 3 также закрыт). Как только из воздухоборника появится вода, закрывают кран 1 и задвижку 6 на трубопроводе обратной магистрали; затем открывают кран 3, гидропрессом 4 поднимают давление в испытуемой системе до установленной величины, которая контролируется по манометру 5 диаметром не менее 150 мм. Класс точности манометра – не ниже 1,5 со шкалой на номинальное давление. Как только давление поднимется до установленной величины, кран 3 закрывают и в течение 5 мин. ведут наблюдение за показанием манометра, а слесари–обходчики проверяют прочность соединений трубопроводов и особенно места, подвергнутые ремонту. Если же давление в течение указанного времени не опускалось ниже 0,02 МПа (0,2 кгс/см²), то система считается испытанной; если же величина давления стала меньше установленной, необходимо тщательно обследовать систему, найти место утечки воды и устранить её. После устранения утечки опрессовку повторяют в той же последовательности. После опрессовки давление снижают до рабочего и систему оставляют заполненной водой до момента промывки.

Диагностика и наладка элеваторов систем отопления

Методика наладки элеватора определяется тепловым режимом отапливаемого здания. Если здание перегревается, то через сопло элеватора проходит расход сетевой воды больше требуемого. Если перегрев происходит равномерно, расход воды в системе отопления равен расчётному значению или больше его. Повышенный расход сетевой воды через сопло элеватора является результатом завышения его диаметра по сравнению с требуемым. В данном случае наладка сводится к замене сопла большего диаметра на сопло меньшего диаметра. При расчёте диаметра сопла необходимо полностью погасить располагаемый напор в сопле элеватора. Если диаметр сопла по расчёту получился менее 3 мм, то устанавливают дроссельную шайбу, частично снижающую напор. Диаметр дроссельной шайбы должен быть не менее 2,5 мм. При этом необходимо исходить из минимально располагаемого напора, который может быть в течение достаточно длительного времени. В период увеличения напора его избыток при наличии регулятора расхода дросселируется этим регулятором.

Диаметр сопла выбирают по расчётному или несколько увеличенному коэффициенту смешения. Избыточный напор снижается дроссельными шайбами, как и в предыдущем случае. Перед установкой сопла замеряют его выходное отверстие с точностью не менее 0,1 мм. Для проверки диаметра сопла рекомендуется пользоваться набором маркированных шаблонов. После установки сопла определяют фактический коэффициент смешения по измеренным температурам и расход сетевой воды по измеренному располагаемому напору.

Если при полном открытии всех задвижек, регулирующих клапанов расход воды окажется ниже нормы, то необходимо увеличить диаметр дроссельных шайб (если они установлены), а также проверить возможность увеличения диаметра шайбы регулятора расхода при её наличии. В противном случае следует увеличить диаметр сопла. Если расход сетевой воды окажется вы-

ше нормы, то при наличии дроссельных шайб можно несколько уменьшить располагаемый напор путём уменьшения их диаметра либо установки новых шайб (если на вводе имеется избыточный напор). При невозможности уменьшения расхода указанным способом сопло следует заменить на сопло с меньшим диаметром.

Новый диаметр сопла определяют по ранее рассчитанному и выполненному в натуре диаметру по формуле:

$$d_i = d_{\hat{o}} \sqrt{\frac{G_i}{G_{\hat{o}}}}, \quad (Д.1)$$

где $d_{\hat{o}}$, d_i – фактический и устанавливаемый вновь диаметры сопла

элеватора, мм;

$G_{\hat{o}}$, G_i – фактический завышенный (или уменьшенный) и требуемый

расходы воды, т/ч.

Новый коэффициент смешения при изменении фактического диаметра сопла определяют по формуле:

$$\epsilon_i = \left(1 + \epsilon_{\hat{o}}\right) \cdot \frac{d_{\hat{o}}}{d_i} - 1, \quad (Д.2)$$

где ϵ_i , $\epsilon_{\hat{o}}$ – новый и фактический (измеренный) коэффициенты сме-

шения.

После расточки или сверления внутренняя поверхность сопла должна быть обработана развёрткой. При необходимости незначительного уменьшения диаметра сопла допускается применение плотно запрессованных вставок с последующей их расточкой и тщательной обработкой внутренней части сопла в целях обеспечения плавного перехода от основного сопла к вставке со стороны входа воды.

В случае, если здание недогревается, это указывает на недостаточный расход воды через сопло, который может происходить по следующим причи-

нам: занижен диаметр сопла, недостаточен напор перед элеватором, завышено (за счёт обрастания отложениями внутренних стенок трубопроводов) сопротивление местной системы. Неравномерный по вертикали прогрев системы является результатом недостаточного расхода воды в местной системе вследствие низкого значения коэффициента смешения. Заниженный коэффициент смешения может быть вследствие плохого качества изготовления и сборки элеватора, завышения диаметра камеры смешения. Коэффициент смешения также снижается вследствие увеличения сопротивления системы. Для определения действительной причины неудовлетворительной работы элеватора необходимо провести измерения для определения расхода воды через сопло, коэффициента смешения и сопротивления системы. После этого намечают мероприятия по устранению недостатков неудовлетворительной работы элеватора.

Для нормального функционирования элеватора требуется определенный напор на вводе, который диктуется двумя величинами: коэффициентом смешения и сопротивлением отопительной системы. Коэффициентом смешения (u) называется отношение количества подмешиваемой воды (G_2) из отопительной системы к количеству сетевой воды (G_1), проходящей через сопло элеватора:

$$u = \frac{G_2}{G_1} = \frac{G_3 - G_1}{G_1}, \quad (Д.3)$$

где G_3 – расчётный расход воды в отопительной системе.

Необходимый расчётный коэффициент смешения определяют по заданным температурам сетевой и отопительной воды:

$$u_{\delta} = \frac{\tau_1^{\delta} - \tau_3^{\delta}}{\tau_3^{\delta} - \tau_2^{\delta}}, \quad (Д.4)$$

где u_{δ} – расчётный коэффициент смешения;

τ_1^{δ} – расчётная температура сетевой воды, поступающей в сопло элеватора, °С;

$\tau_3^{\delta}, \tau_2^{\delta}$ – температуры воды в подающем и обратном трубопроводах системы отопления при расчётной наружной температуре отопления, °С.

В эксплуатационных условиях коэффициент смешения может быть определен измерением фактических температур воды в подающем трубопроводе сетевой воды и в подающем и обратном трубопроводах системы отопления. Расчётный (располагаемый) напор на вводе, необходимый для работы элеватора, должен быть не менее найденного по формуле:

$$H_{\delta} = 1,4 \cdot h_{\delta} \cdot (1 + u_{\delta}) \cdot 2, \quad \text{Д.5) } ($$

где h_{δ} – расчётная потеря напора в отопительной системе, м;

u_{δ} – расчётный коэффициент смешения.

В практических расчётах коэффициент смешения принимают с коэффициентом 1,15 (с запасом). Элеватор подбирают по диаметру камеры смешения (горловины):

$$d_c = 8,5 \cdot 4 \sqrt{\frac{G_3^2}{h_{\delta}}} = 8,5 \cdot 4 \sqrt{\frac{[G_1 \cdot (1 + u_p)]^2}{h_p}}. \quad \text{Д.6) } ($$

По рассчитанному диаметру камеры смешения принимают номер стандартного элеватора (ближайший меньший диаметр). Завышение диаметра камеры смешения приводит к снижению коэффициента полезного действия (и уменьшению коэффициента смешения). Диаметр сопла элеватора определяют по формуле:

$$d_c = 8,5 \cdot 4 \sqrt{\frac{G_1^2}{h_p \cdot (1+u)^2}} = \frac{d}{1+u}. \quad \text{Д.7) (}$$

При наличии избыточного напора на вводе диаметр сопла элеватора рассчитывают на поглощение всего располагаемого напора:

$$d_{\tilde{n}} = 9,6 \cdot 4 \sqrt{\frac{G_1^2}{I_{\delta\tilde{n}i}}}, \quad \text{Д.8) (}$$

где $I_{\delta\tilde{n}i}$ – располагаемый напор на вводе, мм.

Необходимый напор перед элеватором I_{δ} , диаметр камеры смешения $d_{\hat{e}}$ и номер элеватора, а также диаметр сопла элеватора $d_{\tilde{n}}$ определяют по номограммам.

Диаметр отверстия дроссельной шайбы определяют по формуле:

$$d_{\phi} = 4 \sqrt{\frac{G^2}{\Delta H}}, \quad \text{Д.9) (}$$

где G – расчётный расход воды через отверстие, т/ч;

ΔH – дросселируемый напор, м.

Дроссельные шайбы могут быть установлены на подающем или обратном теплопроводе либо на обоих теплопроводах. Дроссельные шайбы на вводе системы отопления следует устанавливать: на подающем трубопроводе – при значительном давлении в нём, на обратном трубопроводе – при незначительном давлении, с целью создания подпора в системе отопления. Не рекомендуется устанавливать дроссельные шайбы диаметром менее 2,5 мм.

Таблица Д.1

Размеры дроссельных шайб для фланцевых соединений

Параметр, мм	Условный диаметр трубопровода, мм						
	50	70	80	100	125	150	200
Наружный диаметр – D	107	127	142	162	192	217	272

Длина хвостовика – l	75	75	75	90	90	90	100
Толщина – δ	2–3				3–4		

Если по расчёту диаметр определён менее 2,5 мм, то следует установить последовательно две шайбы (например, до и после теплообменника), соответственно, большего диаметра. Дроссельные шайбы устанавливают во фланцевых (рис. Д.1а; табл. Д.1) или резьбовых соединениях (рис. Д.1б; табл. Д.2).

Таблица Д.2

Размеры дроссельных шайб для резьбовых соединений

Условный диаметр трубопровода $D_{\text{усл}}$, мм	$D_{\text{н}}$, мм	$D_{\text{о}}$, мм	$D_{\text{в}}$, мм	D_{1} , мм
15	21,25	18,6	15,7	15,2
20	26,75	24,1	21,3	20,7
25	33,5	30,3	27,0	26,6
38	42,25	38,9	35,7	35,2
40	48,0	44,8	41,0	40,6
50	60,0	56,6	53,0	52,5

Дроссельные шайбы на тепловом пункте устанавливают после грязевика. Следует иметь в виду, что дроссельная шайба является местным сопротивлением, поэтому её необходимо устанавливать на соответствующем расстоянии от измерителей расхода, определяемом паспортными данными. Во избежание прекращения теплоснабжения вследствие засорения дроссельной шайбы на тепловых сетях её устанавливают на обводе. При этом потери напора в ней должны суммироваться с потерями напора в арматуре (рис. Д.3).

Регулирование теплопотребления систем отопления производят с целью обеспечения расчётных температур внутреннего воздуха во всех отапливаемых помещениях здания. Оно заключается в определении суммарного расхода теплоты для отапливаемого здания – в соответствии с расчётным, и рас-

пределении теплоносителя по теплопотребляющим приборам – в соответствии с расчётной тепловой нагрузкой. Расход теплоты в системе отопления определяют по расходу воды.

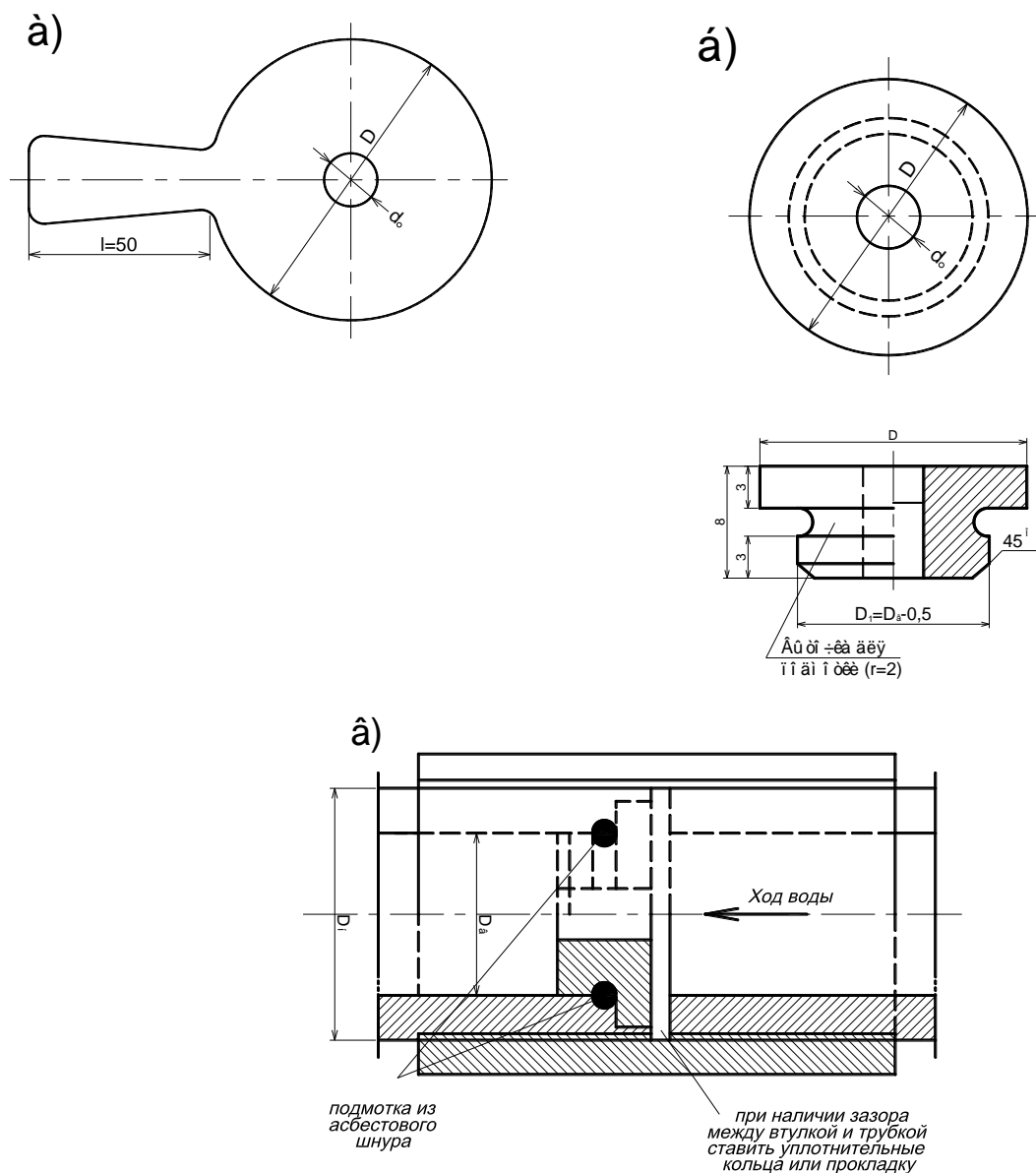


Рис. Д.1. Схема установки дроссельных шайб

а – во фланцевых соединениях; б – в резьбовых соединениях;

в – на трубопроводах тепловых сетей.

Фактический расход воды в системе теплопотребления должен соответствовать расчётному. Фактический расход воды определяют с помощью водомеров или расходомеров, установленных на трубопроводах системы отопления, размещённых в пределах теплового пункта. Если водомеры или рас-

ходомеры отсутствуют, то при элеваторном присоединении системы отопления фактический расход может быть определён по перепаду воды в сопле элеватора и его диаметру по формуле:

$$G = 1,2 \cdot d_{\tilde{n}}^2 \cdot \sqrt{\Delta H}, \quad (\text{Д.10})$$

где $d_{\tilde{n}}$ – диаметр сопла, см;

$$\Delta H = \frac{\delta_1}{\gamma_1} - \frac{\delta_2}{\gamma_2} \text{ – располагаемый напор перед элеватором, м.}$$

Давления δ_1 и δ_2 измеряют с помощью манометров класса не выше 1,5 (рис. Д.2) или по номограмме.

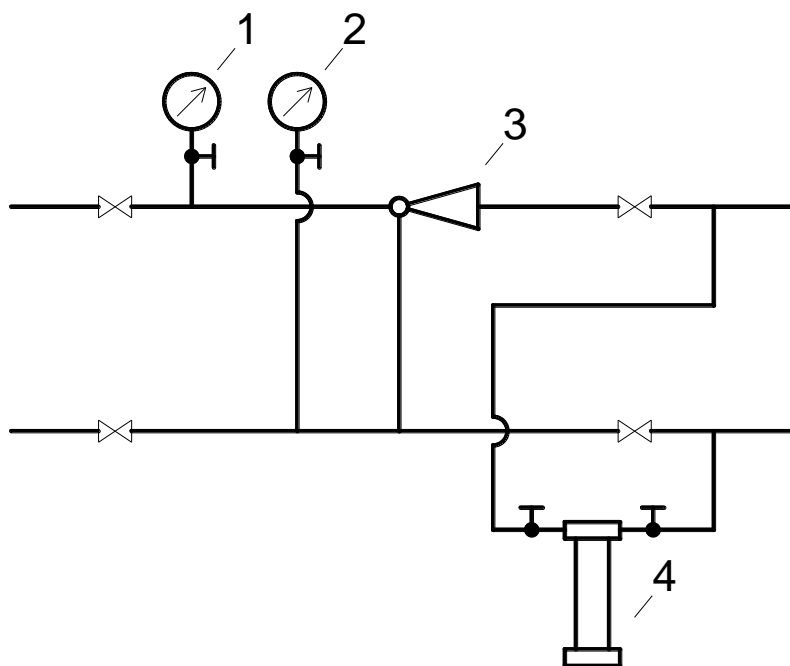


Рис. Д.2. Схема измерений напоров на вводе систем отопления

1, 2 – манометры повышенного класса точности; 3 – элеватор; 4 – дифференциальный манометр ДТ 50 для измерения сопротивления системы отопления.

Расход смешанной воды:

$$G_3 = (1 + u) \cdot G_1, \quad (\text{Д.11})$$

Коэффициент смешения определяют по измеренным температурам воды (τ_1, τ_2, τ_3). При измерениях температур с помощью термометров, опу-

щенных в гильзы, заполненные маслом, отсчёт показаний производят по истечении 8 минут после опускания термометра в гильзу. Количество теплоты, поступившей в систему отопления:

$$Q = c \cdot G_1 \cdot (\tau_1 - \tau_2) = c \cdot G_3 \cdot (\tau_3 - \tau_2), \quad (\text{Д.12})$$

При отсутствии контрольно-измерительных приборов соответствие фактического расхода воды расчётному определяют по отношению:

$$y = \frac{G_{\hat{o}}}{G_{\delta}},$$

где $G_{\hat{o}}$ – фактический расход воды, поступающей в отопительную систему;

G_{δ} – расчётный расход воды.

Величину y определяют по следующим формулам:

1) для системы отопления, присоединённой к тепловой сети через элеватор или смесительные насосы:

$$y = \frac{(\tau_1 - \tau_2) \cdot (\tau_3^{\hat{o}} + \tau_2^{\hat{o}} - 2t_{\hat{a}}^{\hat{o}})}{(\tau_1^{\hat{o}} - \tau_2^{\hat{o}}) \cdot (\tau_3 + \tau_2 - 2t_{\hat{a}})}; \quad (\text{Д.13})$$

2) для систем теплопотребления жилых зданий, присоединённых к тепловым сетям непосредственно:

$$y = \frac{(\tau_1 - \tau_2) \cdot (\tau_1^{\hat{o}} + \tau_2^{\hat{o}} - 2t_{\hat{a}}^{\hat{o}})}{(\tau_1^{\hat{o}} - \tau_2^{\hat{o}}) \cdot (\tau_1 + \tau_2 - 2t_{\hat{a}})}; \quad (\text{Д.14})$$

где τ_1, τ_3, τ_2 – температуры воды в подающем трубопроводе тепловой сети и в подающем и обратном трубопроводах системы отопления по температурному графику при фактической температуре наружного воздуха, °С;

$\tau_1^{\hat{o}}, \tau_3^{\hat{o}}, \tau_2^{\hat{o}}$ – то же, фактические, определённые путём измерения.

Если коэффициент y значительно отличается от единицы ($y < 0,9$ и $y > 1,15$) и установленная поверхность нагрева соответствует тепловым потерям помещения, то заменяют сопло элеватора или дроссельную шайбу. Новый диаметр сопла элеватора определяют по формуле:

$$d_c = \frac{d_{\tilde{n}.i}}{\sqrt{y}}, \quad (\text{Д.15})$$

где $d_{\tilde{n}.i}$ – первоначальный диаметр сопла, мм.

При непосредственном присоединении новый диаметр дроссельной шайбы определяют по формуле:

$$d_{\phi.i} = d_{\phi.i} \cdot \sqrt[4]{\frac{\Delta I - \Delta h_{\hat{o}}}{\phi^2 \cdot \Delta I - \Delta h_{\hat{o}}}}, \quad (\text{Д.16})$$

где $d_{\phi.i}$ – первоначальный диаметр дроссельной шайбы, мм;

ΔH – располагаемый напор перед системой потребления, м;

$\Delta h_{\hat{o}}$ – фактические потери напора в системе отопления, м.

Фактические потери напора в системе отопления измеряют с помощью манометров (класса не выше 1,0), устанавливаемых на подающем и обратном трубопроводах системы отопления, а при отсутствии точных манометров – с помощью дифференциального ртутного манометра типа ДТ-50. При малых перепадах манометр следует повернуть на 180° и использовать его как водовоздушный. Если после замены сопла или дроссельной шайбы внутренняя температура отапливаемых помещений будет отличаться больше чем на 2°C по сравнению с требуемой, то необходимо вторично изменить диаметр отверстия сопла или дроссельной шайбы по вышеприведенным формулам, подставив в них значение y , определяемое по формуле:

$$\phi = \frac{(\tau_1 - \tau_2) \cdot (t_{\hat{a}} - t_i)}{(\tau_1^{\hat{o}} - \tau_2^{\hat{o}}) \cdot (t_{\hat{a}.\delta} - t_i)}, \quad (\text{Д.17})$$

где $t_{\hat{a}}$ – усреднённая измеренная температура воздуха в помещении,
°С;

$t_{\hat{a}.\check{\delta}}$ – требуемая температура воздуха в помещении; °С;

t_i – температура наружного воздуха, °С.

Распределение теплоносителя по отдельным стоякам (ветвям) системы отопления. Обычно при расчёте системы отопления стремятся к увязке колец таким образом, чтобы их сопротивление было одинаковым. Кроме того, конструктивно стремятся выполнить отдельные циркуляционные кольца одинаковой длины (система с попутным движением воды). В современных секционных системах увязки сопротивлений по отдельным стоякам достигают на стадии проектирования. Однако в некоторых случаях этого не удаётся сделать – например, в тупиковых системах. В этих случаях производят регулировку колец кранами на стояках, увеличивая степень их закрытия в направлении от самого удаленного стояка к ближайшему. Такую регулировку выполняют также с помощью дроссельных шайб, установленных на стояках. Регулировку кранами на стояках следует производить и в том случае, если отдельные из них недополучают теплоты, а другие перегреваются (регулируют путём уменьшения проходного сечения кранов на перегреваемых стояках). Для расчёта диаметров дроссельных шайб, устанавливаемых на стояках, определяют расчётный расход воды по каждому стояку:

$$G_{\check{\delta}} = \frac{Q_{\check{\delta}}}{\check{\delta} \cdot \Delta t_{\check{\delta}}}, \quad (\text{Д.18})$$

где $Q_{\check{\delta}}$ – суммарная мощность нагревательных приборов;

$\Delta t_{\check{\delta}} = \tau_3 - \tau_2$ – расчётный перепад для системы отопления.

Затем принимаются значения дросселируемых напоров из условия: для первых по ходу воды стояков – 0,4÷0,6 м; для средних – 0,1÷0,4 м; для последних – 0,1÷0,05 м. При перегреве отдельных помещений на приборах этих

помещений устанавливают дроссельную шайбу, определив диаметр из условия прохождения через неё расчётного расхода воды и приняв потери напора в приборе равными 0,05 м.

Регулирование теплоотдачи нагревательных приборов по высоте (вертикальной разрегулировки) стояка в двухтрубных и однострунных системах. В случае если в нижних этажах перегрев отсутствует, производят снижение теплоотдачи приборов верхних этажей путём уменьшения проходного сечения кранов двойной регулировки. При отсутствии таких кранов перед приборами устанавливают дроссельные шайбы, тройники с регулирующей пробкой или уменьшают их поверхность нагрева. При перегреве приборов в верхних этажах и недогреве в нижних следует с помощью кранов двойной регулировки уменьшить проходное сечение на верхних этажах и увеличить в нижних этажах. При отсутствии кранов на обратном трубопроводе между перегреваемыми и недогреваемыми этажами устанавливают дроссельную шайбу (рис. Д.3).

При перегреве приборов верхних этажей и недогреве нижних в однострунных системах с замыкающими участками проводят следующие мероприятия: устанавливают дроссельные шайбы перед приборами верхних этажей; уменьшают поверхность нагрева приборов; увеличивают диаметры замыкающих участков у верхних приборов; демонтируют замыкающие участки у приборов нижних этажей (первый–второй этажи) и при необходимости увеличивают диаметры подводок.

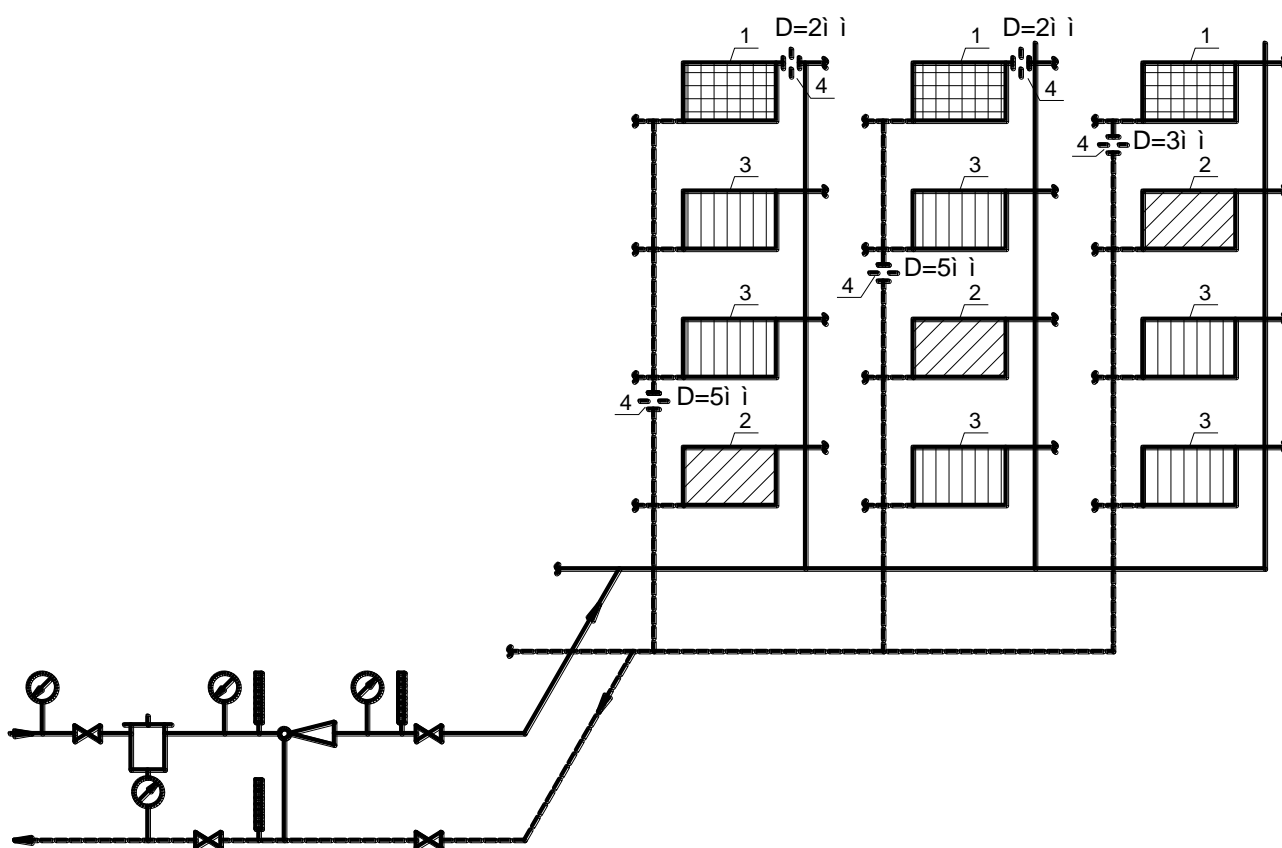


Рис. Д.3. Схема установки дроссельных шайб
в двухтрубной системе отопления

1 – перегреваемые приборы; 2 – непрогрываемые приборы; 3 – нормально прогреваемые приборы; 4 – дроссельные шайбы.

При равномерном недогреве отопительных приборов верхних этажей и одновременном перегреве приборов нижних этажей уменьшают коэффициент смешения элеватора путём прикрытия задвижки после элеватора. При недогреве отопительных приборов верхних этажей на отдельных стояках устанавливают дроссельные шайбы на замыкающих участках этих приборов.

В двухтрубных системах отопления равномерность прогрева отопительных систем повышается с увеличением расхода воды в отопительной системе. При элеваторном присоединении в том случае, если на вводе имеется излишний напор, его необходимо ликвидировать в сопле элеватора, при этом

возрастает коэффициент смешения и, следовательно, общий расход воды в отопительной системе. При насосном смешении и избыточной производительности насосов также может быть увеличен коэффициент смешения. Для одноконтурных отопительных систем значительно увеличивать расход воды в системе, по сравнению с расчётным, не рекомендуется, так как это может привести к поэтажной разрегулировке со значительным снижением внутренних температур в отапливаемых помещениях верхних этажей.

Оценка физического износа систем отопления

Оценка физического износа системы отопления необходима при технической инвентаризации и планировании текущего и капитального ремонтов.

Под физическим износом системы отопления (далее системы) следует понимать утрату ею первоначальных технико-эксплуатационных качеств в результате воздействия природно-климатических факторов и жизнедеятельности человека.

Физический износ на момент его оценки выражается соотношением стоимости объективно необходимых ремонтных мероприятий, устраняющих повреждения элемента или системы в целом, и их восстановительной стоимости.

Физический износ систем или их участков следует оценивать путем сравнения признаков физического износа, выявленных в результате визуального и инструментального обследования, с их значениями, приведенными в табл. Е.1.

Примечания:

1. Если элемент, система или их участок имеет все признаки износа, соответствующие определенному интервалу его значений, то физический износ следует принимать равным верхней границе интервала.

2. Если в элементе, системе или их участке выявлен только один из нескольких признаков износа, то физический износ следует принимать равным нижней границе интервала.

3. Если в таблице интервалу значений физического износа соответствует только один признак, физический износ элемента, системы или их участков, следует принимать по интерполяции в зависимости от размеров или характера имеющихся повреждений.

4. В примерный состав работ по устранению физического износа, приведенный в табл. Е.1, не включены сопутствующие работы, подлежащие выполнению при ремонте данного элемента, системы или их участка.

Физический износ элемента или системы, имеющих различную степень износа отдельных участков, следует определять по формуле

$$\hat{O}_k = \sum_{i=1}^{i=n} \hat{O}_i \frac{P_i}{P_k} \quad (\text{Е.1})$$

где \hat{O}_e – физический износ элемента или системы, %;

\hat{O}_i – физический износ участка элемента или системы, определенный по табл. Е.1, %;

P_i – размеры (площадь или длина) поврежденного участка, м² или м;

P_e – размеры (площадь или длина) всего элемента, м² или м;

n – число поврежденных участков.

Физический износ систем отопления здания в целом должен определяться по табл. Е.1, на основании оценки технического состояния элементов, составляющих эти системы. Если в процессе эксплуатации некоторые элементы системы были заменены новыми, физический износ системы следует уточнить расчетным путем на основании сроков эксплуатации отдельных элементов по графику, приведенным на рис. Е.1 и табл. Е.2. За окончательную оценку следует принимать большее из значений.

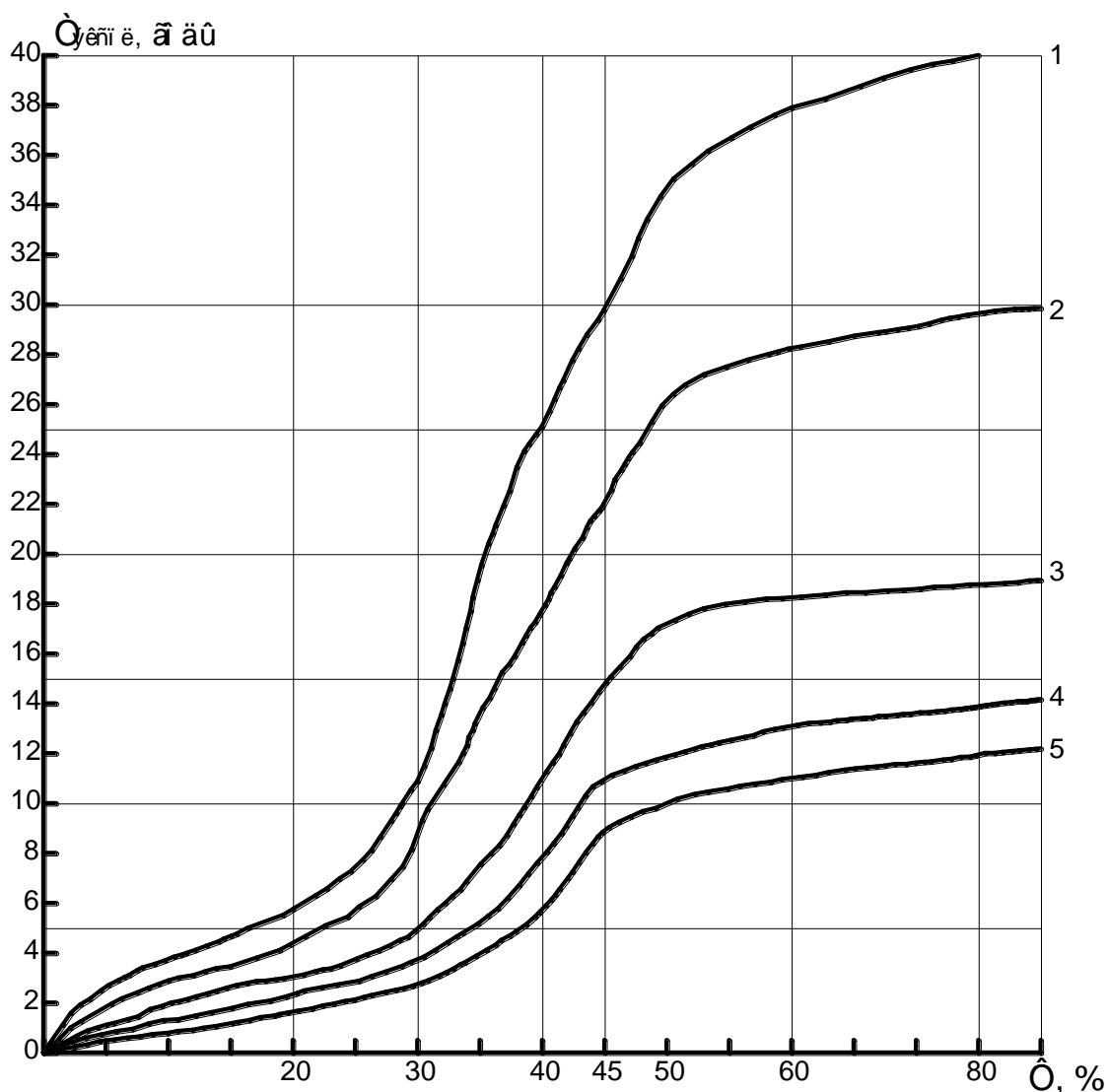


Рис. Е.1. Физический износ системы центрального отопления

1 – радиаторы чугунные; 2 – стояки стальные, конвекторы; 3 – магистральные трубы стальные черные; 4 – калориферы всех видов; 5 – запорная арматура всех видов.

Таблица Е.1

Система центрального отопления

Признаки	Физический износ, %	Примерный состав работ
Ослабление прокладок и набивки запорной арматуры, нарушения окраски отопительных приборов и стояков, нарушение теплоизоляции магистралей в отдельных местах	0-20	Замена прокладок, набивка сальников, восстановление теплоизоляции труб (местами)

Капельные течи в местах врезки запорной арматуры, приборов и в секциях отопительных приборов; отдельные хомуты на стояках и магистралах; значительные нарушения теплоизоляции магистралей, следы ремонта калориферов	21-40	Частичная замена запорной арматуры, отдельных отопительных приборов, замена стояков и отдельных участков магистралей; восстановление теплоизоляции; ремонт и наладка калориферов
Капельные течи в отопительных приборах и местах их врезки; следы протечек в отопительных приборах, следы их восстановления, большое количество хомутов на стояках и в магистралах, следы их ремонта отдельными местами и выборочной заменой; коррозия трубопроводов магистралей; неудовлетворительная работа калориферов	41-60	Замена магистралей, частичная замена стояков и отопительных приборов, восстановление теплоизоляции, замена калориферов
Массовое повреждение трубопроводов (стояков и магистралей), сильное поражение ржавчиной, следы ремонта отдельными местами (хомуты, заварка), неудовлетворительная работа отопительных приборов и запорной арматуры, их закипание; значительное нарушение теплоизоляции трубопроводов	61-80	Полная замена системы

Таблица Е.2

**Удельные веса элементов в системах отопления
(по восстановительной стоимости)**

Система инженерного оборудования	Элементы	Удельный вес элемента в системе для зданий этажности			
		1-3	4-6	9-12	более 12
Центральное отопление	Магистралы	35	25	20	15
	Стояки	26	27	29	31
	Отопительные приборы	30	40	45	50
	Запорная арматура	9	7	5	3
	Калориферы	–	1	1	1

ПРИМЕР:

Определение физического износа системы центрального отопления.

Исходные данные:

Дом полносборный, 5-этажный, срок эксплуатации – 18 лет.

Система центрального отопления выполнена с верхней разводкой из стальных труб и конвекторов.

При осмотре выявлено:

Капельные течи у приборов и в местах их врезки до 20%, большое количество хомутов на магистрали в техническом подполье (до двух на 10 м), имеются отдельные хомуты на стояках, замена в двух местах трубопроводов длиной до 2 м, значительная коррозия. Три года назад заменены калориферы и 90% запорной арматуры.

По табл. Е.1 такому состоянию системы соответствует износ 45%.

С учетом ранее выполненных замен отдельных элементов системы уточняем физический износ по сроку их эксплуатации (см. рис. Е.1 и табл. Е.2).

Заполняем табл. Е.3

Таблица Е.3

Элементы системы	Удельный вес в восстановительной стоимости системы центрального отопления, %	Срок эксплуатации, лет	Физический износ элементов по графику, %	Расчетный физический износ, Φ_c , %
Магистрали	25	18	60	15
Стояки	27	18	40	10,8
Отопительные приборы	40	18	40	16
Запорная арматура	7	3	30	2,1
Калориферы	1	3	25	0,4

Итого: физический износ системы центрального отопления – 44,3%.

Принимается физический износ системы 45%.

Алгоритмы определения засоров

В системе водяного отопления возможны следующие случаи непрогрева стояков и отопительных приборов (рис. Ж.1).

1. В двухтрубной системе с нижней разводкой не прогреваются приборы двух верхних этажей, засоры могут быть сплошные – в точках 1 и 2 или несплошные – в точках 3 и 4 (рис. Ж.1 а).

2. В двухтрубной системе на стояке не прогреваются приборы второго этажа, засоры могут быть в подводящих трубах 1, 2, 3 и 4 (рис. Ж.1 б).

3. В двухтрубной системе не прогревается целиком стояк с приборами, засоры могут быть в точках 1 и 2 (рис. Ж.1 в).

4. В двухтрубной системе с верхней разводкой не прогреваются приборы на двух нижних этажах, засор может быть сплошной – в точке 1 или несплошной – в точках 2 и 3 (рис. Ж.1 г).

5. В двухтрубной системе не прогреваются приборы двух верхних этажей, засор возможен в участке 1 обратного стояка (рис. Ж.1 д).

6. В двухтрубной системе не прогревается весь стояк, могут быть сплошные засоры – в точке 1 или 2 (рис. Ж.1 е).

7. В однотрубной проточной системе не прогреваются все приборы, засоры могут быть в участках 1, 2, 3, 4, 5 или одновременно в участках 6 и 8 или участках 7 и 9 (рис. Ж.1 ж).

8. В однотрубной проточной системе, с замыкающими участками, не прогреваются все приборы, засоры могут быть в участках стояка 1, 2, 3, 4, 5 или одновременно в одном из замыкающих участков 6, 7, 8, 9 и обеих связанных с ним подводящих трубах (например, участки 7, 10 и 12 или 7, 11 и 12, и др.) (рис. Ж.1 з).

9. В однотрубной проточной системе не прогревается один прибор, засоры находятся в подводящих к нему трубах 1 и 2 (рис. Ж.1 и).

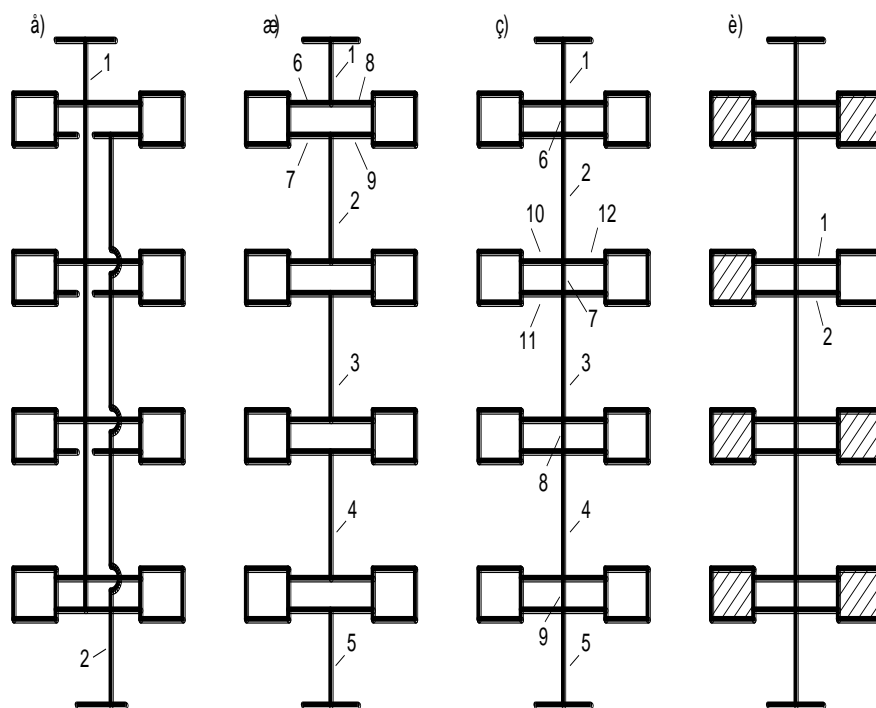
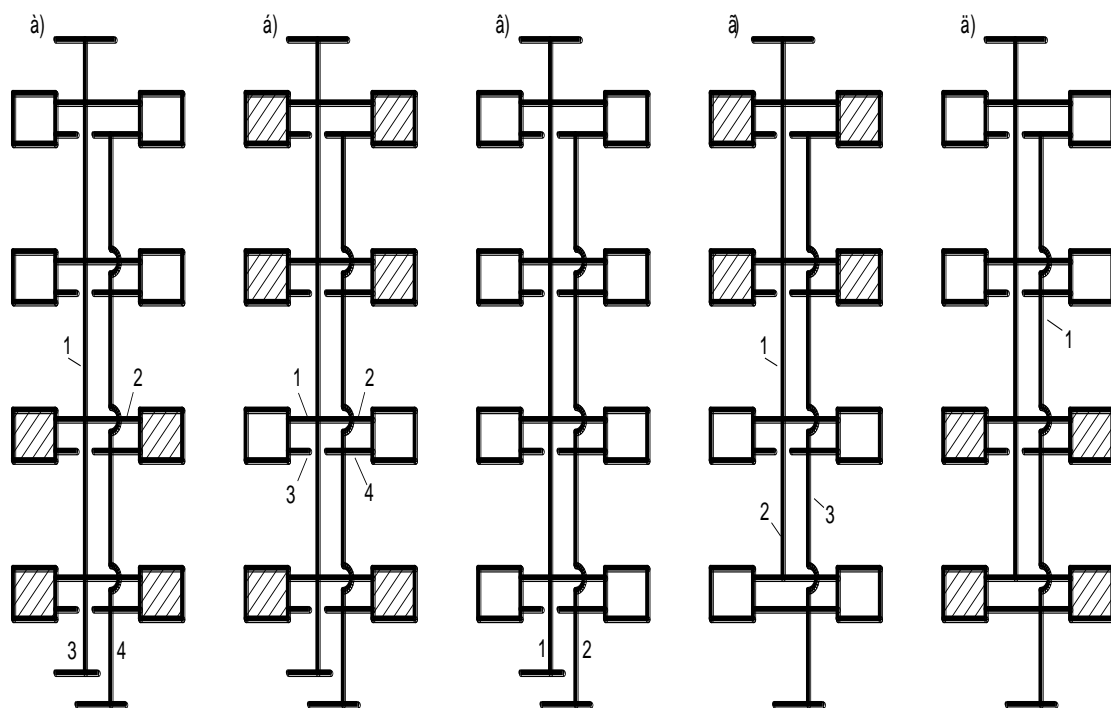


Рис. Ж.1. Схема расположения засоров в стояках систем отопления

**Оценка коррозионного состояния трубопроводов
и отопительных приборов**

Коррозионное состояние трубопроводов и нагревательных приборов необходимо оценивать по глубине максимального коррозионного поражения стенки металла по сравнению с новой трубой или нагревательным прибором, а также по средней величине сужения сечения труб коррозионно-накипными отложениями по сравнению с новой трубой.

Оценка максимальной глубины коррозионного поражения труб, как и нагревательных приборов, должна производиться в случаях, когда срок службы элемента близок к среднему сроку, предусмотренному "Положением о планово-предупредительном ремонте", а также при отсутствии или недостаточном количестве сведений о ремонтах элементов системы отопления в доме.

Образцы следует отбирать из элементов системы (из стояков, подводок к нагревательным приборам, нагревательных приборов).

По образцам из элементов определяется максимальная глубина коррозионного поражения и величина сужения живого сечения.

При отборе и транспортировке образцов-вырезов необходимо обеспечить полную сохранность коррозионных отложений в трубах (образцах). На вырезанные образцы составляются паспорта, которые вместе с образцами направляются на лабораторные исследования.

Количество стояков, из которых отбираются образцы, должно быть не менее трёх в случае, когда отсутствовали аварийные ремонты стояков в результате сквозной их коррозии и образования свища.

При обследовании системы с замоноличенными стояками образцы для анализа должны отбираться в местах присоединения к магистралям в подвале.

Количество подводок, из которых отбираются образцы, должно быть не менее трёх, идущих от стояков в разных секциях и к разным отопительным приборам в доме.

Допустимую величину максимальной относительной глубины коррозионного поражения труб следует принимать 50% толщины стенки новой трубы.

Допустимую величину сужения трубопроводов коррозионно-накипными отложениями следует принимать в соответствии с гидравлическим расчётом для труб, бывших в эксплуатации (с величиной абсолютной шероховатости 0,75 мм). При этих условиях допустимое сужение (в %) составит для труб: $d_y = 15 \text{ мм} - 20$; $d_y = 20 \text{ мм} - 15$; $d_y = 25 \text{ мм} - 12$; $d_y = 32 \text{ мм} - 10$; $d_y = 40 \text{ мм} - 8$; $d_y = 50 \text{ мм} - 6$.

Допустимым сужением живого сечения конвекторов, из условия допустимого снижения теплоотдачи отопительного прибора, следует считать 10%.

Относительная глубина коррозионного поражения металла труб $h_{\text{кор}}$ должна оцениваться отношением разности толщины стенки новой трубы того же диаметра и вида (лёгкая, обыкновенная, усиленная) и остаточной минимальной толщины металла стенки трубы после эксплуатации в системе отопления к толщине стенки новой трубы по формуле:

$$h_{\text{кор}} = \frac{h_{\text{н}} - h_{\text{м}}}{h_{\text{н}}} \cdot 100\%, \quad (\text{И.1})$$

где $h_{\text{н}}$ – толщина стенки новой трубы (по ГОСТ 3262 или ГОСТ 10704);

$h_{\text{м}}$ – минимальная остаточная толщина стенки трубы после эксплуатации в системе отопления к тому или иному сроку.

Для оценки максимальной глубины коррозионного поражения образец трубы длиной 150÷200 мм, взятый из соответствующего элемента системы отопления (подводки, стояка, магистрали), необходимо очистить от краски, распилить пополам вдоль образующей, после чего внутренняя поверхность одной половинки образцы подвергается чистке от продуктов коррозии до ме-

талла. Очистку следует производить путём выдержки образца в ингибированной соляной (сульфаминовой) кислоте 5%-ной концентрации при температуре 70÷80°C в течение 20÷30 мин. После химической обработки внутренняя поверхность очищается металлической щёткой под струёй воды. Если продукты коррозии удаляются не полностью, то операцию следует повторить. После очистки с помощью индикатора часового типа (с закрепленной в нём иглой), установленного на штативе, определяется максимальная глубина коррозионного поражения внутренней стенки трубы в долях миллиметра, которая по формуле (И.1) пересчитывается в процентах от толщины стенки новой трубы.

Величину сужения живого сечения трубы $\Delta d_{\hat{a}i}$ продуктами коррозионно-накипных отложений следует оценивать по формуле:

$$\Delta d_{\hat{a}i} = \left(1 - \frac{d_{\hat{i}\hat{o}\hat{e}}^2}{D_i^2} \right) \cdot 100\%, \quad (\text{И.2})$$

где $d_{\hat{i}\hat{o}\hat{e}}$ – средний внутренний диаметр трубы с отложениями;

D_i – внутренний диаметр новой трубы, взятый по ГОСТ 3262 или ГОСТ 10704, в соответствии с её наружным диаметром.

Средний внутренний диаметр трубы с отложениями должен определяться в результате замеров индикатором часового типа, укреплённым на штативе, толщины трубы совместно с отложениями по длине образца (неочищенная половина) через каждые 5÷7 мм длины.

Результаты замеров суммируются, и определяется среднеарифметическое значение толщины стенки. Из полученного результата вычитается толщина стенки новой трубы того же диаметра и вида.

Удвоенная средняя толщина кольца отложений вычитывается от значения внутреннего диаметра трубы, тем самым определяется средний диаметр трубы с отложениями.

Обследование состояния трубопроводов необходимо начинать с выявления следующих дефектов:

- свищей в металле труб;
- свищей (течей) в резьбовых соединениях;
- непрогрева регистров (полотенцесушителей).

Для оценки состояния труб необходимо обеспечить вырезку образцов труб (или отобрать сгоны) длиной 150÷200 мм из обследуемой системы дома. При этом образцы должны вырезаться не менее чем из трёх полотенцесушителей (подводок к водоразборному крану), расположенных в разных секциях дома.

При отборе и транспортировке образцов необходимо обеспечить полную сохранность коррозионных отложений в трубах. В случае с замоноличенными трубопроводами отбор образцов (сгонов) из стояков следует проводить в подвале дома. На вырезанные образцы составляются паспорта, которые вместе с образцами отправляются на лабораторные исследования определения глубины коррозии и степени зарастания живого сечения труб.

Допустимую величину максимальной относительной глубины коррозии образцов труб следует принимать 50% толщины стенки новой трубы.

Допустимой величиной сужения трубопроводов коррозионно-накипными отложениями следует принимать уменьшение живого сечения образцов труб не более чем на 30%, в результате чего обеспечивается величина минимального свободного напора у санитарных приборов по СНиП 2.04.01-85.

Расчет результирующей температуры помещения

Результирующую температуру помещения t_{su} при скорости движения воздуха до 0,2 м/с следует определять по формуле

$$t_{su} = \frac{t_p + t_r}{2}, \quad (\text{К.1})$$

где t_p - температура воздуха в помещении, °С;

t_r - радиационная температура помещения, °С.

Результирующую температуру помещения следует принимать при скорости движения воздуха до 0,2 м/с равной температуре шарового термометра при диаметре сферы 150 мм.

При скорости движения воздуха от 0,2 до 0,6 м/с t_{su} следует определять по формуле

$$t_{su} = 0,6 \cdot t_p + 0,4 \cdot t_r. \quad (\text{К.2})$$

Радиационную температуру t_r следует вычислять:

1. По температуре шарового термометра по формуле

$$t_r = t_b + m \cdot \sqrt{V \cdot (t_d - t_p)}, \quad (\text{К.3})$$

где t_b - температура по шаровому термометру, °С

m - константа, равная 2,2 при диаметре сферы до 150 мм;

V - скорость движения воздуха, м/с.

2. По температурам внутренних поверхностей ограждений и отопительных приборов

$$t_r = \frac{\sum(A_i \cdot t_i)}{\sum A_i}, \quad (\text{К.4})$$

где A_i - площадь внутренней поверхности ограждений и отопительных приборов, м^2 ;
 t_i - температура внутренней поверхности ограждений и отопительных приборов, $^{\circ}\text{C}$.

Устройство шарового термометра

Шаровой термометр для определения результирующей температуры представляет собой зачерненную снаружи (степень черноты поверхности не ниже 0,95) полую сферу, изготовленную из меди или другого теплопроводного материала, внутри которой помещен либо стеклянный термометр, либо термоэлектрический преобразователь.

Шаровой термометр для определения локальной асимметрии результирующей температуры представляет собой полую сферу, у которой одна половина шара имеет зеркальную поверхность (степень черноты поверхности не выше 0,05), а другая - зачерненную поверхность (степень черноты поверхности не ниже 0,95).

Измеряемая в центре шара температура шарового термометра является равновесной температурой от радиационного и конвективного теплообмена между шаром и окружающей средой.

Рекомендуемый диаметр сферы 150 мм. Толщина стенок сферы минимальная, например из меди - 0,4 мм. Зеркальную поверхность образуют гальваническим методом путем нанесения хромового покрытия. Допускаются наклеивание полированной фольги и другие способы. Диапазон измерений от 10 до 50 $^{\circ}\text{C}$. Время нахождения шарового термометра в точке замера перед измерением не менее 20 мин. Точность измерений при температуре от 10 до 50 $^{\circ}\text{C}$ - 0,1 $^{\circ}\text{C}$.

При использовании сферы другого диаметра константу m следует определять по формуле

$$m = 2,2 \cdot \left(\frac{0,15}{d} \right)^{0,4}, \quad (\text{К.5})$$

где d - диаметр сферы, м.

Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне помещений жилых и общественных зданий приведены в таблицах К.1 и К.2.

Таблица К.1

**Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха
в обслуживаемой зоне помещений жилых зданий и общежитий**

Период года	Наименование помещения	Температура воздуха, °С		Результующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая, не более	оптимальная, не более	допустимая, не более
Холодный	Жилая комната	20-22	18-24 (20-24)	19-20	17-23 (19-23)	45-30	60	0,15	0,2
	То же, в районах с температурой наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92) минус 31°С	21-23	20-24 (22-24)	20-22	19-23 (21-23)	45-30	60	0,15	0,2
	Кухня	19-21	18-26	18-20	17-25	НН*	НН	0,15	0,2
	Туалет	19-21	18-26	18-20	17-25	НН	НН	0,15	0,2
	Ванная, совмещенный санузел	24-26	18-26	23-27	17-26	НН	НН	0,15	0,2
	Помещения для отдыха и учебных занятий	20-22	18-24	19-21	17-23	45-30	60	0,15	0,2
	Межквартирный коридор	18-20	16-22	17-19	15-21	45-30	60	0,15	0,2
	Вестибюль, лестничная клетка	16-18	14-20	15-17	13-19	НН	НН	0,2	0,3
	Кладовые	16-18	12-22	15-17	11-21	НН	НН	НН	НН
Теплый	Жилая комната	22-25	20-28	22-24	18-27	60-30	65	0,2	0,3
*НН - не нормируется. <i>Примечание</i> - Значения в скобках относятся к домам для престарелых и инвалидов									

Таблица К.2

**Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха
в обслуживаемой зоне общественных зданий**

Период года	Наименование помещения или категория	Температура воздуха, °С		Результующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая, не более	оптимальная, не более	допустимая, не более
Холодный	1 категория	20-22	18-24	19-20	17-23	45-30	60	0,2	0,3
	2 категория	19-21	18-23	18-20	17-22	45-30	60	0,2	0,3
	3а категория	20-21	19-23	19-20	19-22	45-30	60	0,2	0,3
	3б категория	14-16	12-17	13-15	13-16	45-30	60	0,2	0,3
	3в категория	18-20	16-22	17-20	15-21	45-30	60	0,2	0,3
	4 категория	17-19	15-21	16-18	14-20	45-30	60	0,2	0,3
	5 категория	20-22	20-24	19-21	19-23	45-30	60	0,15	0,2
	6 категория	16-18	14-20	15-17	13-19	НН*	НН	НН	НН
	Ванные, душевые	24-26	18-28	23-25	17-27	НН	НН	0,15	0,2
	Детские дошкольные учреждения								
	Групповая раздевальная и туалет:								
	для ясельных и младших групп	21-23	20-24	20-22	19-23	45-30	60	0,1	0,15

	для средних и дошкольных групп	19-21	18-25	18-20	17-24	45-30	60	0,1	0,15
	Спальня:								
	для ясельных и младших групп	20-22	19-23	19-21	18-22	45-30	60	0,1	0,15
	для средних и дошкольных групп	19-21	18-23	18-22	17-22	45-30	60	0,1	0,15
Теплый	Помещения с постоянным пребыванием людей	23-25	18-28	22-24	19-27	60-30	65	0,3	0,5

*НН - не нормируется.

Примечание - Для детских дошкольных учреждений, расположенных в районах с температурой наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92) минус 31°С и ниже, допустимую расчетную температуру воздуха в помещении следует принимать на 1°С выше указанной в таблице.

**Порядок расчетов показателей теплозащитных свойств
ограждающих конструкций**

Перед началом обследования необходимо подробно ознакомиться с проектом ограждающих конструкций. При этом должны быть выяснены конструктивные решения и используемые материалы. Проектные данные должны быть сверены с фактическим исполнением и при необходимости откорректированы.

Проводится внешний визуальный осмотр ограждения. Определяется доступность ограждающих конструкций для съемки. Места установки тепловизора выбирают так, чтобы поверхность ограждающей конструкции находилась в прямой видимости под углом наблюдения (между нормалью к поверхности и оптической осью прибора) не более 60° , а допустимую удаленность тепловизора L в метрах от контролируемой поверхности определяют по формуле

$$L = \frac{\Delta H \cdot N_c}{2 \cdot \operatorname{tg} \varphi} \quad (\text{Л.1})$$

где 2φ - угловой размер поля зрения объектива тепловизора, град.;

ΔH - линейный размер подлежащего выявлению участка ограждающей конструкции с нарушенными теплозащитными свойствами, принимаемый при контроле внутренней поверхности от 0,01 до 0,05 м, при контроле наружной поверхности - от 0,05 до 0,1 м;

N_c - число элементов по строке термограммы, разрешаемых с заданным уровнем модуляции температурного контраста (при измерениях требуемый уровень модуляции не менее 99%). Связь размера элемента разрешения и уровня модуляции температурного контраста изображения щели приведена в справочном приложении Л.7

Выбранные точки съемки отмечаются на плане. Там же регистрируются видимые дефекты и нарушения, а также зоны, коэффициент излучения которых требует уточнения. Проводится фотографирование наружных поверхностей ограждающих конструкций

Тепловизионная съемка производится при перепаде температур между наружным и внутренним воздухом не менее 20°C , а также при отсутствии атмосферных осадков, тумана, задымленности и прямого солнечного облучения. Обследуемые поверхности должны находиться вне зоны прямого солнечного облучения не менее чем в течение 3 часов до проведения съемки.

Тепловизионная регистрация температурных полей поверхности ограждающих конструкций должна производиться с учетом излучательной способности обследуемой поверхности. Определение излучательной способности обследуемой поверхности выполняется в соответствии с рекомендуемым приложением Л.1.

Тепловизор устанавливают в выбранных точках и в соответствии с инструкцией по его эксплуатации производят съемку поверхности ограждающих конструкций.

Одновременно со съемкой наружной поверхности проводят измерения и регистрацию метеоусловий: температуры воздуха, направления и скорости ветра.

При проведении натурных обследований в зимний период по обзорным термограммам наружной поверхности выбирают образцы заданных типов ограждающих конструкций для проведения контактных измерений. Отобранные образцы не должны иметь температурных аномалий, т.е. температурных неоднородностей, несвязанных с проектной конструкцией ограждения и с расположением отопительных приборов.

Выбранные образцы ограждения обследуются с внутренней стороны. Проводится визуальный осмотр ограждающих конструкций, а при натурных обследованиях в зимний период - тепловизионная съемка.

По обзорным термограммам внутренней поверхности образца (при натурных обследованиях в зимний период) и с учетом проектного конструктивного решения контролируемого элемента ограждения выбирают базовый участок для проведения контактных измерений. При лабораторных испытаниях и натурных обследованиях в летний период выбор базовых участков производится на основании технической документации. За базовый принимают участок, имеющий линейные размеры свыше двух ее толщин и равномерное температурное поле, или (при выборе по документации) однородную структуру без каких-либо теплопроводных включений или примыкания.

Для определения сопротивления теплопередаче R_0 базового участка образца ограждающей конструкции, преобразователи температур и тепловых потоков устанавливают не менее чем в двух точках конструкции с одинаковым проектным решением.

Для измерения температур внутреннего и наружного воздуха вблизи ограждающей конструкции термодатчики устанавливают на расстоянии 100 -150 мм от внутренней и наружной поверхности каждого базового участка

Для измерения плотности теплового потока, проходящего через ограждающую конструкцию, на ее внутренней поверхности устанавливают преобразователь теплового потока в выбранной точке базового участка. Преобразователи теплового потока закрепляют на поверхности ограждающей конструкции и проводят измерения теплового потока в соответствии с ГОСТ 25380-82.

Расположение датчиков регистрируют на схеме.

При натурных обследованиях в летний период устанавливают и включают нагревательные приборы в помещении, выбранном для проведения измерений и в соседних помещениях, смежных с ним на этаже, а также в помещениях сверху и снизу. Требования к дополнительному обогреву помещений представлены в приложении Л.8.

Устанавливают на терморегуляторах требуемое значение температуры воздуха в помещениях (на 25-30 К превышающее прогнозируемое на ближайшую декаду значение атмосферного воздуха).

Данные измерений температуры и плотности тепловых потоков регистрируют круглосуточно с интервалом не более 1 ч.

Продолжительность измерений определяют по результатам предварительной обработки данных измерений в ходе испытаний, по которым выбирают период с отклонением среднесуточной температуры наружного воздуха от среднего значения за этот период в пределах $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$. Продолжительность измерений должна составлять не менее 1 суток для ограждающих конструкций с тепловой инерцией до 1,5 и не менее 3 суток для конструкций с большей тепловой инерцией. Проектное значение тепловой инерции ограждения определяется по СНиП 23-02-2003 (приложении Л.9).

По завершении цикла контактных измерений проводят тепловизионную съемку наружной и внутренней поверхностей контролируемых образцов ограждающей конструкции.

Одновременно со съемкой внутренней поверхности проводят измерения температур внутреннего воздуха на расстоянии 100 - 150 мм от внутренней поверхности каждого базового участка и по вертикали на расстоянии 100, 250, 750 и 1500 мм от пола и 100 и 250 мм от потолка. Для помещений высотой более 5000 мм датчики температуры устанавливают по вертикали дополнительно с шагом 1000 мм. Для измерения температуры воздуха у поверхности светопрозрачной ограждающей конструкции на расстоянии 100 - 150 мм от поверхности стекла по вертикальной оси образца устанавливают с каждой стороны не менее трех термодатчиков.

Для определения параметров микроклимата помещений выполняют тепловизионную съемку внутренней поверхности стен, перегородок, пола, потолка, остекления и отопительных приборов, а также измеряют температуру воздуха в соответствии с ГОСТ 30494-96.

Обработка результатов

При обработке результатов натуральных испытаний строят графики изменения во времени температур и плотности тепловых потоков по которым выбирают периоды с наиболее установившимся режимом и вычисляют средние значения термического сопротивления для данного периода.

Среднюю за период измерений фактическую плотность теплового потока определяют по формулам:

- для сплошных ограждающих конструкций

$$q^{cal} = \frac{q \cdot (\tau_{si} - \tau_{se})}{\left(\tau_{si}^{sen} - \tau_{se} \right) - q \cdot (R_{sen} - R_{cont})} = \frac{q \cdot (t_{int} - t_{ext})}{\left(t_{int} - t_{ext} \right) - q \cdot (R_{sen} - R_{cont})}, \quad (Л.2)$$

- для ограждающих конструкций с замкнутой воздушной прослойкой, прилегающей к внутреннему тонкому слою, на котором установлен преобразователь теплового потока

$$q^{cal} = q \left(1 + \frac{R_{sen} + R_{cont}}{R_{int} + R_l + \frac{1}{2} R_{a.l.}} \right) \quad (Л.3)$$

где q - средняя за расчетный период измеренная плотность теплового потока. Вт/м²;

τ_{si}, τ_{se} - средние за расчетный "период измерений значения температур соответственно внутренней и наружной поверхностей ограждающей конструкции, °С;

t_{int}, t_{ext} - средние за расчетный период измерений значения температур внутреннего и наружного воздуха, °С;

R_{sen} - термическое сопротивление преобразователя теплового потока, определяемое по его паспортным данным,

$\text{м}^2\text{°C/Вт}$;

R_{cont} - термическое сопротивление слоя, прикрепляющего преобразователь теплового потока, $\text{м}^2\text{°C/Вт}$; определяемое расчетом;

R_{int} - сопротивление теплообмену внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\text{м}^2\text{°C/Вт}$, определяемое расчетным путем по средним значениям t_{int}, τ_{si}, q . Допускается в первом приближении принимать его равным нормируемому значению $0,115 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$;

R_1 - термическое сопротивление слоя ограждающей конструкции между внутренней поверхностью и воздушной прослойкой, $\text{м}^2\text{°C/Вт}$, определяемое расчетом;

τ_{si}^{sen} - температура поверхности преобразователя теплового потока, обращенная внутрь помещения, °C , измеренная при испытаниях;

$R_{a.l.}$ - термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки, $\text{м}^2\text{°C/Вт}$, определяемое по справочному приложению Л.2.

Значение термического сопротивления $R_{\hat{e}}$ базового участка ограждающей конструкции, $\text{м}^2\text{°C/Вт}$, вычисляют по формуле

$$R_{\hat{e}} = \frac{\tau_{si} - \tau_{se}}{q_{cal}} \quad (\text{Л.4})$$

где τ_{si}, τ_{se} - средние за расчетный период измерений значения температур соответственно внутренней и наружной

поверхностей ограждающей конструкции, °С;

q^{cal} - средняя за расчетный период измерения фактическая плотность теплового потока, Вт/м², определяемая по формулам (Л.2) или (Л.3);

Значение сопротивления теплопередаче R_0 базового участка ограждающей конструкции вычисляют по формуле:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_i} + R_k + \frac{1}{\alpha_e} \quad (\text{Л.5})$$

где α_i - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, принимаемый по таблице Л.3.1 справочного приложения Л.3;

α_e - коэффициент теплоотдачи (для зимних условий) наружной поверхности ограждающей конструкции, принимаемый по таблице Л.3.2 справочного приложения Л.3;

При невозможности установки датчиков температуры на наружной поверхности ограждающей конструкции допускается определять значение сопротивления теплопередаче R_0 базового участка ограждающей конструкции по формуле

$$R_0 = \frac{t_{int} - t_{ext}}{q^{cal}} \quad (\text{Л.6})$$

Значение случайной относительной погрешности определения термического сопротивления $R_{\hat{e}}$ и сопротивления теплопередаче R_0 вычисляют по формуле

$$\delta R = \sqrt{\delta q^2 + \delta(\Delta t)^2}, \quad (\text{Л.7})$$

где $q, \delta(\Delta t)$ - случайные относительные погрешности определения средних за расчетный период измеренных значений плотности теплового потока и разности температур.

Результаты измерений признают достоверными, если относительная погрешность не превышает 15%.

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции, имеющей неравномерность температур поверхностей, вычисляют по формуле

$$R_0^r = R_0 \cdot r; \quad (\text{Л.8})$$

Коэффициент теплотехнической однородности элемента ограждающей конструкции, имеющего неравномерность температур поверхности, вычисляют по формуле

$$r = \left(\sum \frac{a_i}{r_{0i}} \right)^{-1}, \quad (\text{Л.9})$$

где r_{0i} - относительное сопротивление теплопередаче характерной зоны, определяемое по формуле (Л.10),

a_i - приведенное значение площади характерной зоны, опре-

деляемое отношением $a_i = \frac{A_i}{A}$ - площади характерной зоны

A_i , определяемой планиметрированием, к общей площади испытываемой ограждающей конструкции A

Значение относительного сопротивления теплопередаче характерной зоны ограждения, определяемое согласно ГОСТ 26629-85, вычисляют по формуле

$$r_{0i} = \frac{R_{0i}}{R_0} = \frac{(t_{\text{int}}^i - t_{\text{ext}}) \cdot (t_{\text{int}} - \tau_{\text{si}})}{(t_{\text{int}} - t_{\text{ext}}) \cdot (t_{\text{int}}^i - \tau_{\text{si}}^i)} \quad (\text{Л.10})$$

где R_{0i} - сопротивление теплопередаче характерной зоны;

$\tau_{si}, t_{int}, t_{ext}$ - температуры внутренней поверхности базового участка элемента ограждающей конструкции, определяемая по термограмме, а также внутреннего воздуха у его поверхности и наружного воздуха, °С, регистрируемые на момент проведения тепловизионной съемки;

τ_{si}^i, t_{int}^i - среднее значение температуры внутренней поверхности характерной зоны, определяемая по термограммам, и внутреннего воздуха, у ее поверхности, определяемая по результатам измерений, °С.

Допускается сопротивление теплопередаче характерных зон R_{0i} , вычислять по формуле

$$R_{0i} = \frac{(t_{int}^i - t_{ext})}{(t_{int}^i - \tau_{si}^i)} \cdot R_{si} \quad (\text{Л.11})$$

где

$$R_{si} = \frac{1}{\alpha_i} = \frac{1}{\alpha_i^{cv}} + \frac{1}{\alpha_i^{rd}}$$

$\alpha_i, \alpha_i^{cv}, \alpha_i^{rd}$ - коэффициенты теплоотдачи, конвективного и лучистого теплообмена внутренней поверхности характерной зоны, Вт/(м²°С), определяемые по ГОСТ 26254-84 (приложение Л.5).

Значение случайной относительной погрешности определения сопротивления теплопередаче R_0^r вычисляются по формуле

$$\delta R_0^r = \sqrt{\delta R_0^2 + \delta r^2}, \quad (\text{Л.12})$$

где $\delta R_0, \delta r$ - значения случайных относительных погрешностей определения сопротивлений теплопередаче базового участка R_0 , определяемое по формуле (Л.7), и коэффициента теплотехнической однородности элемента ограждающей конструкции r , определяемое по формуле (Л.13);

Значение случайной относительной погрешности определения коэффициента теплотехнической однородности ограждающей конструкции вычисляют по формуле

$$\delta r = r \cdot \sqrt{\sum \left(\frac{a_i}{r_{0i}} \cdot \delta r_{0i} \right)^2} \quad (\text{Л.13})$$

где δr_{0i} - значение случайной относительной погрешности определения относительного сопротивления теплопередаче характерной зоны, определяемое по формуле (Л.14).

Значение случайной относительной погрешности определения относительного сопротивления теплопередаче характерной зоны определяют по формуле

$$\delta r_{0i} = \sqrt{\frac{d^2 t_{\text{int}} + d^2 \tau_{si}}{(t_{\text{int}} - \tau_{si})^2} + \frac{d^2 t_{\text{int}}^i + d^2 \tau_{si}^i}{(t_{\text{int}}^i - \tau_{si}^i)^2}}, \quad (\text{Л.14})$$

где $dt_{\text{int}}, d\tau_{si}, d\tau_{si}^i$ - значения случайных абсолютных погрешностей измерения температуры воздуха внутри помещения и температур внутренней поверхности базового участка и характерной зоны.

Полученные в результате испытаний значения сопротивления теплопередаче R_0 и R_0^r , а также коэффициента теплотехнической однородности r должны быть не менее, указанных в СНиП 23-02-2003, технических условиях на ограждающие конструкции или проектных значений. Конструкции, параметры которых меньше нормативных значений на величину, превышающую абсолютную погрешность определения этого параметра, признаются дефектными.

По результатам анализа термограмм наружной и внутренней поверхностей ограждающих конструкций выявляют температурные аномалии, связанные с нарушением теплозащитных свойств (участки экс- и инфильтрации; увлажненные участки; участки, материал которых не соответствует проекту; смещение закладных деталей и т.п.). Геометрический размер выявленного дефекта h определяют по термограмме относительно геометрического репера, которым может служить откос окна, расстояние между стыками панелей ограждающей конструкции и т.п.

$$h = h' \cdot \frac{H}{H'}, \quad (\text{Л.15})$$

где h, H - линейные размеры дефекта и геометрического репера, м;

h', H' - линейные размеры изображений дефекта и геометрического репера на термограмме, элементы разложения

Дефектные участки заносят в дефектную ведомость (рекомендуемое приложение Л.4).

Полученные в результате обследования температуры внутренних поверхностей ограждения пересчитывают на расчетные температуры внутреннего $t_{\text{int}}^{\text{cal}}$ и наружного воздуха $t_{\text{ext}}^{\text{cal}}$, принимаемые для конкретного вида здания и климатического района в соответствии с ГОСТ 30494-96, СНиП 23-01-99 и про-

ектом, по формуле (Л.16) или в соответствии с рекомендациями приложения Л.5:

$$\tau_{si}^{cal} = t_{int}^{cal} - \frac{n \cdot (t_{int}^{cal} - t_{ext}^{cal})}{R_0 \cdot \alpha_i} \quad (\text{Л.16})$$

где n - коэффициент, определяемый по таблице Л.3.3 приложения Л.3;

α_i - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, принимаемый по таблице Л.3.1 справочного приложения Л.3.

Температура внутренней поверхности нестепрозрачных ограждающих конструкций должна быть не ниже температуры точки росы внутреннего воздуха при расчетной зимней температуре наружного воздуха. Температура точки росы внутреннего воздуха определяется по справочному приложению Л.6. Температура внутренней поверхности конструктивных элементов окон зданий (кроме производственных) должна быть не ниже 3°C при расчетной температуре наружного воздуха. Участки ограждающих конструкций, температура которых при расчетной зимней температуре наружного воздуха ниже требуемого значения, признаются дефектными и заносят в дефектную ведомость (рекомендуемое приложение Л.4).

Для контроля параметров микроклимата в помещениях в соответствии с ГОСТ 30494-96, рассчитываются:

- радиационная температура помещения

$$t_r = \sum a_i \cdot \tau_{si}^i \quad (\text{Л.17})$$

где a_i - приведенное значение площади внутренней поверхности ограждений и отопительных приборов помещения, определяемая также как и в формуле (Л.9);

τ_{si}^i - среднее значение температуры внутренней поверхности ограждений и отопительных приборов, определяемое по термограммам, °С

- результирующая температура помещения

$$t_{su} = 0,6 \cdot t_{int} + 0,4 \cdot t_r \quad (\text{Л.18})$$

где t_{int} - температура внутреннего воздуха, измеряемая в соответствии с ГОСТ 30494-96, °С.

Полученные значения результирующей температуры и температуры внутреннего воздуха должны соответствовать требованиям ГОСТ 30494-96.

Приложение Л.1

Определение коэффициента излучения поверхности

Для определения коэффициента излучения на обследуемой поверхности ограждения выбирают не менее двух, так называемых реперных участков, доступных для измерения на них температур контактным методом и не имеющих видимых дефектов. Реперные участки на поверхности исследуемого фрагмента выбирают по его тепловому изображению на экране тепловизора как изотермические участки. Линейные размеры реперных участков должны составлять не менее 10% линейных размеров исследуемого по термограмме фрагмента. Контуры реперных участков на фрагменте отмечают на ограждающей конструкции по указанию оператора, наблюдающего за экраном. Температуры реперных участков измеряют в соответствии с ГОСТ 26254-84 или термощупом. Затем производится замер температуры реперного участка по показаниям тепловизора. Коэффициент излучения поверхности определяется по формуле

$$E_i = \frac{t_{cont}}{t_{tv}}, \quad (\text{Л.1.1})$$

где E_i - значение коэффициента излучения для данного типа поверхности;

t_{cont}, t_{tv} - значения температуры поверхности, измеренные при помощи контактного и тепловизионного метода соответственно.

Приложение Л.2

Термическое сопротивление замкнутых воздушных прослоек

Таблица Л.2.1

Толщина воздушной прослойки, м	Термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки $R_{a.l}$, м ² ·°С/Вт			
	горизонтальной при потоке теплоты снизу вверх и вертикальной		горизонтальной при потоке теплоты сверху вниз	
	при температуре воздуха в прослойке			
	положительной	отрицательной	положительной	отрицательной
0,01	0,13	0,15	0,14	0,15
0,02	0,14	0,15	0,15	0,19
0,03	0,14	0,16	0,16	0,21
0,05	0,14	0,17	0,17	0,22
0,1	0,15	0,18	0,18	0,23
0,15	0,15	0,18	0,19	0,24
0,2-0,3	0,15	0,19	0,19	0,24
Примечание: При наличии на одной или обеих поверхностях воздушной прослойки теплоотражающей алюминиевой фольги термическое сопротивление следует увеличивать в два раза.				

Приложение Л.3

Коэффициенты теплоотдачи поверхностей ограждающих конструкций

Таблица Л.3.1

Внутренняя поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи α_i , Вт/(м ² °С)
1. Стен, полов, гладких потолков, потолков с выступающими ребрами при отношении высоты h ребер к расстоянию a между гранями соседних ребер $h/a \leq 0,3$	8,7
2. Потолков с выступающими ребрами при отношении $h/a > 0,3$	7,6
3. Окон	8,0
Зенитных фонарей	9,9

Примечание. Коэффициент теплоотдачи α внутренней поверхности ограждающих конструкций животноводческих и птицеводческих зданий следует принимать в соответствии со СНиП 2.10.03-84.

Таблица Л.3.2

Наружная поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи для зимних условий, α_e , Вт/(м ² °С)
1. Наружных стен, покрытий, перекрытий над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной-климатической зоне	23

2. Перекрытий над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытий над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной-климатической зоне	17
3. Перекрытий чердачных и над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах, а также наружных стен с воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом	12
4. Перекрытий над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенных выше уровня земли, и над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли.	6

Таблица Л.3.3

Ограждающие конструкции	Коэффициент n
1. Наружные стены и покрытия (в том числе вентилируемые наружным воздухом), перекрытия чердачные (с кровлей из штучных материалов) и над проездами; перекрытия над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной-климатической зоне	1
2. Перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытия чердачные (с кровлей из рулонных материалов); перекрытия над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной-климатической зоне	0,9
3. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	0,75
4 Перекрытия над неотапливаемыми подвалами без свето-	0,6

вых проемов в стенах, расположенные выше уровня земли	
5. Перекрытия над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли.	0,4

Приложение Л.4

ВЕДОМОСТЬ ДЕФЕКТОВ

Объект _____
(наименование и местонахождение)

Заказчик _____

Проектная организация _____

Генподрядная организация _____

Субподрядные организации _____

№№	Описание выявленных отступлений от проектных решений и требований нормативных документов (дефектов)	Влияние дефектов на состояние здания и предложения по их устранению
1	2	3

Указания по заполнению:

До начала описания дефектов дается краткая характеристика объекта, перечисляются испытанные элементы ограждающих конструкций, приводится краткое описание их конструктивного исполнения.

Описание дефектов следует располагать по их значимости, а их классификацию - в соответствии с Классификатором основных видов дефектов в строительстве и промышленности строительных материалов, утвержденным Главной инспекцией Госархстройнадзора России 17 ноября 1993 года.

Ведомость подписывается руководителем проверки.

Приложение Л.5

Пересчет температуры внутренней поверхности ограждения, полученной в результате испытаний, на расчетные температурные условия

1. Температуру внутренней поверхности ограждения при расчетных температурных условиях определяют по формуле

$$\tau_{si}^{cal} = t_{int}^{cal} - (t_{int}^{cal} - \tau_{si}^0) \frac{\alpha_i}{\alpha_i^0} \quad (\text{Л.5.1})$$

где t_{int}^{cal} - расчетная температура внутреннего воздуха, °С;

τ_{si}^0 - температура внутренней поверхности ограждения при расчетных температурах воздуха без учета изменения коэффициента теплоотдачи $\alpha_{\hat{a}}$, определяемая по формуле

$$\tau_{si}^0 = t_{int}^{cal} - (t_{int}^{cal} - \tau_{si}^0) \cdot \frac{(t_{int}^{cal} - t_{ext}^{cal})}{(t_{int}^{cal} - t_{ext}^0)} \quad (\text{Л.5.2})$$

$\alpha_i = \alpha_i^{cv} + \alpha_i^{rd}$ - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения в эксперименте, Вт/(м²°С);

$\alpha_i = \alpha_i^{cv0} + \alpha_i^{rd0}$ - то же, при t_{int}^{cal} и τ_{si}^0 , Вт/(м²°С)

$\alpha_i^{cv}, \alpha_i^{cv0}$ - коэффициенты конвективного теплообмена на внутренней поверхности стен соответственно при $\Delta t = (t_{int}^{cal} - \tau_{si}^0)$ и $\Delta t = (t_{int}^{cal} - \tau_{si}^0)$, Вт/(м²°С), определяемые по графику на рис.1 настоящего приложения

ния. Для потолков полученное значение α_i^{cv} умножают на 1,3, а для полов умножают на 0,7;

$\alpha_i^{rd}, \alpha_i^{rd0}$ - коэффициенты лучистого теплообмена внутренней поверхности ограждения при

$$t^{av} = \frac{t_{int} + \tau_{si}}{2} \text{ и } t^{av} = \frac{t_{int}^{cal} + \tau_{si}^0}{2}, \text{ Вт/(м}^2\text{°С)}, \text{ опреде-}$$

ляемые по графику на рис.2 настоящего приложения;

t_{int} - средняя за период наблюдений температура внутреннего воздуха °С

τ_{si} - средняя за период наблюдений температура внутренней поверхности ограждения в рассматриваемой точке, °С

t_{int}^{cal} - расчетная температура наружного воздуха, °С

t_{ext} - средняя за период наблюдений температура наружного воздуха, °С.

Таблица 1. Значения коэффициента α для различных значений $t_{\text{вн}}$ и $t_{\text{вн}} - t_{\text{вн}}^{\text{р}}$

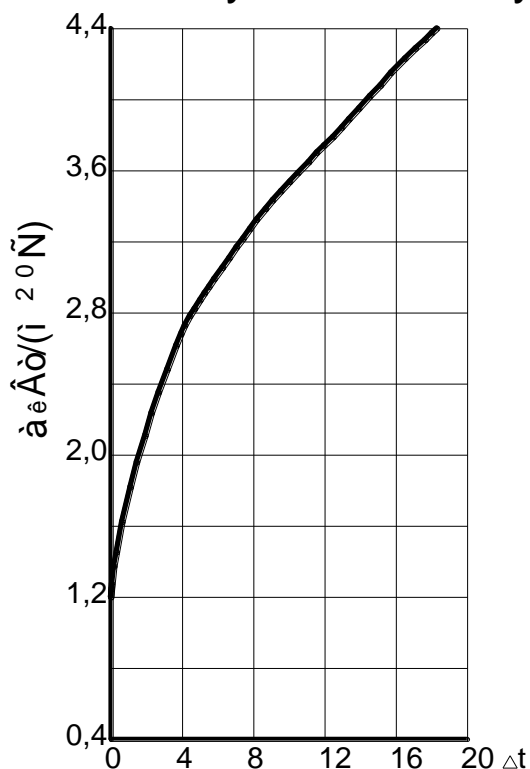


Рис. 1.

Таблица 2. Значения коэффициента α для различных значений $t_{\text{вн}}$ и $t_{\text{вн}} - t_{\text{вн}}^{\text{р}}$

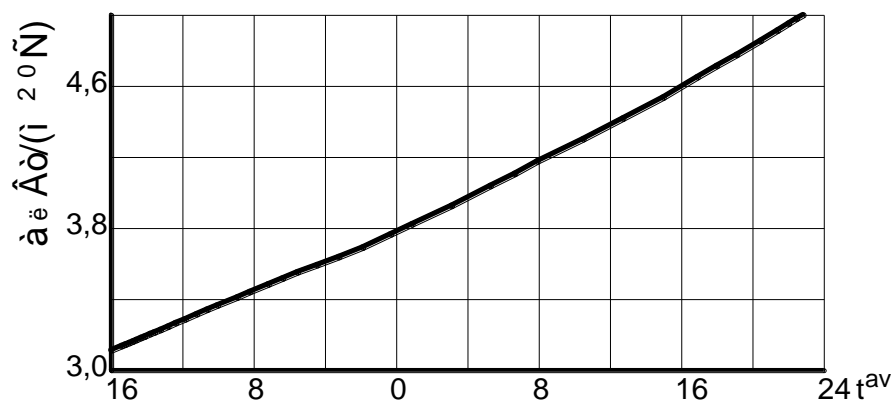


Рис.2.

Приложение Л.6

Расчет температуры точки росы внутреннего воздуха

1. По ГОСТ 12.1.005-88, СНиП 2.04.05-91* и нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений, определить расчетную температуру внутреннего воздуха $t_{\text{вн}}$.
2. По таблице Л.6.1 определить давление насыщенного пара воды P при расчетной температуре внутреннего воздуха.
3. Относительную влажность внутреннего воздуха φ для определения температуры точки росы в местах теплопроводных включений ограждающих

конструкций жилых и общественных зданий следует принимать согласно СНиП 23-02-2003:

- для зданий жилых, больничных учреждений, диспансеров, амбулаторно-поликлинических учреждений, родильных домов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, общеобразовательных детских школ, детских садов, яслей, яслей-садов (комбинатов) и детских домов - 55%;
- для общественных зданий (кроме вышеуказанных) - 50%.

4. Рассчитать давление водяного пара p , соответствующее принятому расчетному значению относительной влажности внутреннего воздуха: $p = \varphi \cdot P$.

5. По таблице Л.6.1 определить температуру точки росы t_{δ} при рассчитанном давлении водяного пара p (для промежуточных значений давления использовать интерполяцию).

Таблица Л.6.1

Давление насыщенного пара вода при различной температуре

Температура t , °С	Давление P , кПа	Температура t , °С	Давление P , кПа	Температура t , °С	Давление P , кПа
0	0,611	11	1,312	22	2,642
1	0,656	12	1,401	23	2,809
2	0,705	13	1,497	24	2,984
3	0,757	14	1,597	25	3,168
4	0,813	15	1,704	26	3,361
5	0,872	16	1,817	27	3,565
6	0,935	17	1,937	28	3,780
7	1,005	18	2,062		
8	1,072	19	2,196		
9	1,148	20	2,337		
10	1,227	21	2,486		

Пример расчета температуры точки росы внутреннего воздуха для двух расчетных значений температур и относительной влажности внутреннего воздуха представлен в таблице Л.6.2.

Таблица Л.6.2

Пример расчета температуры точки росы

Температура воздуха $t_{в}$, °С	Давление нас. паров P , кПа	Относительная влажность ϕ , %	Давление паров p , кПа	Точка росы t_p , °С
20,0	2,34	55	1,29	70,7
18,0	2,07	55	1,14	8,7
20,0	2,34	50	1,17	9,2
18,0	2,07	50	1,03	7,2

Приложение Л.7

Связь размера элемента разрешения и уровня модуляции температурного контраста изображения щели

Зависимость амплитуды сигнала изображения щели от ее размера, называют относительной максимальной реакцией на щель или функцией реакции на щель (ФРЩ). В паспортах тепловизоров в качестве параметра, определяющего пространственное разрешение тепловизора, приводится экспериментально определяемая величина размера щели, при которой температурный контраст ее теплового изображения, формируемого тепловизором, составляет 50% или 90% от истинного (модуляция 50% или 90%).

Линейная импульсная реакция тепловизора $D(x)$ может быть аппроксимирована гауссовой кривой

$$D(x) = \exp\left(-\frac{x^2}{\sigma}\right), \quad (\text{Л.7.1})$$

где σ - параметр, определяющий ширину функции рассеяния

$$\sigma = \frac{\dot{a}_0}{0,96}, \text{ а } \dot{a}_0 - \text{угловая ширина щели, при которой сигнал}$$

модулируется на 50%.

ФРЩ в случае гауссовой аппроксимации импульсной реакции тепловизора определяется отношением

$$F_{RS}(a) = \frac{\int_0^a \exp(-x^2) dx}{\int_0^\infty \exp(-x^2) dx}, \quad (\text{Л.7.2})$$

где a - размер щели.

Эта функция рассчитывается численным интегрированием. В таблице Л.7.1 приведены результаты расчета ФРЩ, позволяющие определять по паспортному значению размера элемента разрешения тепловизора при модуляции 50% или 90% размер щели, при котором обеспечивается требуемый уровень модуляции температурного контраста (для измерения температуры элемента - не менее 99%).

Таблица Л.7.1

F_{RS}	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,85	0,9	0,95	0,97	0,98	0,99
a/σ	0,52	0,71	0,96	1,19	1,5	1,8	2	2,32	2,82	3	3,36	3,64
N_c	185	135	100	81	64	53	48	41	34	32	29	26

В таблице Л.7.1 приведен пересчет ширины щели на параметр N_c , приводимый в паспорте и определяющий количество элементов разрешения на строку

$$N_c = \frac{L}{a}, \quad (\text{Л.7.3})$$

где L и a - размеры строки и ширины щели или в плоскости расположения щели пространства предметов или в изображении.

В таблице показана зависимость от уровня модуляции для случая, когда при модуляции 50% обеспечивается разрешение 100 элементов на строку. Если тепловизор имеет другое значение параметра N_c при модуляции 50%, то нижняя строка пересчитывается: ее значения следует умножить на коэффициент

$$k = \frac{N_c}{100}, \quad (\text{Л.7.4})$$

Приложение Л.8

Требования к дополнительному обогреву помещений

При проведении натуральных обследований ограждающих конструкций зданий в летний период, когда система отопления здания отключена, или перепад между температурами наружного и внутреннего воздуха при включенной системе отопления здания меньше 20К, требуется использовать дополнительный обогрев помещений. Дополнительный обогрев должен обеспечивать требуемый перепад температур между наружным и внутренним воздухом у контролируемого фрагмента ограждающей конструкции, размер которого позволяет определить приведенное значение контролируемого элемента ограждающей конструкции. Для выполнения этого требования необходимо осуществлять обогрев как помещения, в котором планируется проведение измерений на ограждающей конструкции, так и ряда смежных помещений, примыкающих к нему. Схема расположения обогреваемых помещений при контроле наружных стен показана на рисунке Л.8.1.

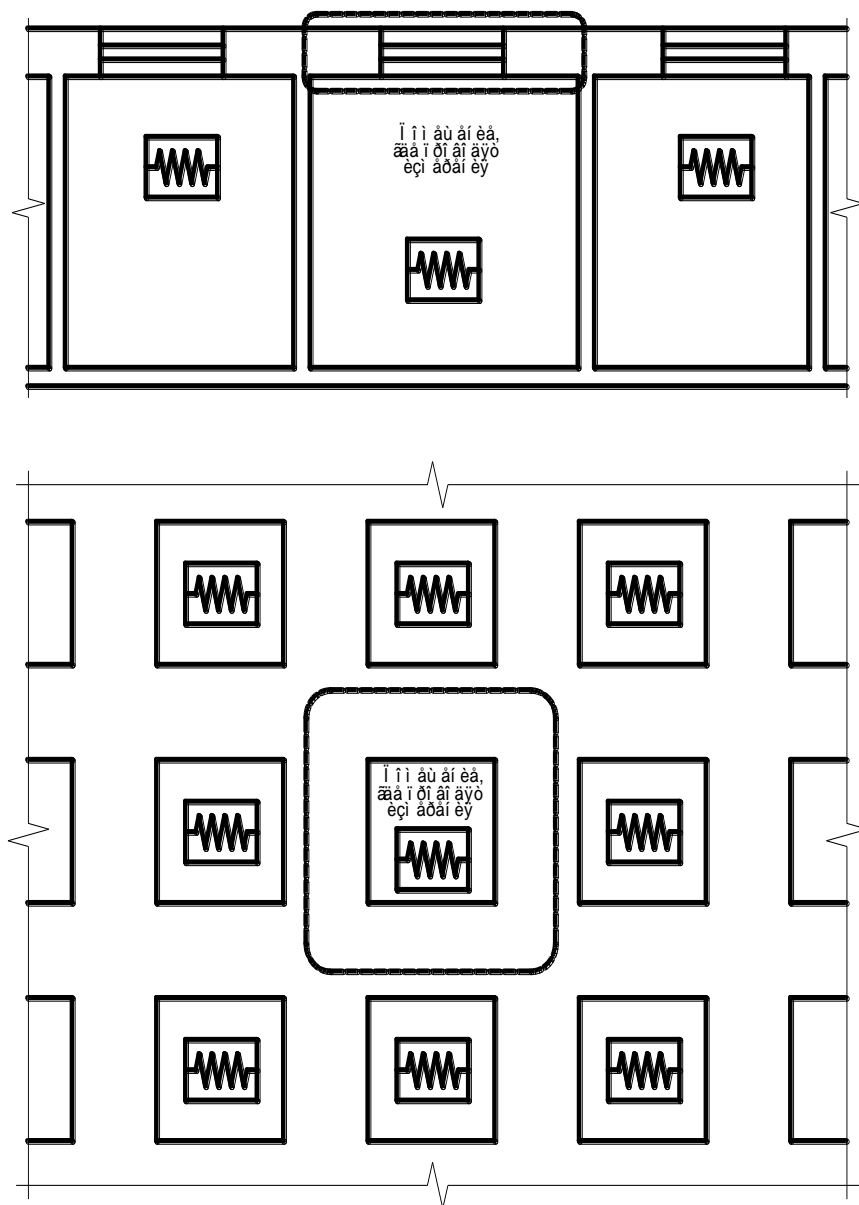


Рис. Л.8.1. Размещение нагреваемых помещений по этажам

Для дополнительного обогрева помещений могут быть использованы тепловентиляторы со встроенным регулятором температуры, например, такие как: "Корвет - 3000 турбо Д" или "Бархан-1". Данные тепловентиляторы имеют 3-х ступенчатую установку номинальной мощность нагрева 1, 2 и 3 кВт, диапазон регулировки температуры от 0°С до 40°С, номинальная производительность вентиляторов 3,8 м³/мин ("Корвет -3000 турбо Д") и 6,0 м³/мин ("Бархан-1").

Определение тепловой инерции ограждающей конструкции

Тепловую инерцию D ограждающей конструкции следует определять по формуле

$$D = R_1 \cdot s_1 + R_2 \cdot s_2 + \dots + R_n \cdot s_n, \quad (\text{Л.9.1})$$

где R_1, R_2, \dots, R_n - термические сопротивления отдельных слоев ограждающей конструкции, $\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, определяемые по формуле (Л.9.2)

s_1, s_2, \dots, s_n - расчетные коэффициенты теплоусвоения материала отдельных слоев ограждающей конструкции, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$, принимаемые по прил. 3* (СНиП 11-3-79*).

- Примечания:
- 1 Расчетный коэффициент теплоусвоения воздушных прослоек принимается равным нулю.
 2. Слои конструкции, расположенные между воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом, и наружной поверхностью ограждающей конструкции, не учитываются

Термическое сопротивление R , $\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, слоя многослойной ограждающей конструкции, а также однородной (однослойной) ограждающей конструкции следует определять по формуле

$$R = \frac{\delta}{\lambda}, \quad (\text{Л.9.2})$$

где δ - толщина слоя, м;

λ - расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, $\text{Вт}/(\text{м } ^\circ\text{C})$, принимаемый по прил. 3* (СНиП И-3-79*).

Перечень действующих приказов и директив Министерства обороны РФ по эксплуатации жилого фонда и инженерных систем

Номер документа	Название документа	Кем и когда утвержден
ВСН 140-86	Инструкция по метрологическому обеспечению создания и эксплуатации объектов в строительного-квартирных органах МО	1986 г.
ВСН 84-80	Инструкция по эксплуатации устройств электрохимической защиты инженерными сетями	1980 г.
ВСН 11-75	Руководство по применению неразрушающих методов испытания контроля качества строительства и эксплуатационной пригодности сооружений МО СССР	1975 г.
Пр.МО № 260	Руководство по техническому обслуживанию, текущему и капитальному ремонту зданий и объектов МО РФ	1996 г.
Директива ЗМО по СиРВ № Д-4	Правила и нормы технической эксплуатации жилых домов	
Пр. МО № 7	Нормы коммунальных услуг	1996 г.
Пр. ГК РВ № 85	Инструкция о порядке подготовки зданий, сооружений и систем теплоснабжения, водоснабжения, газоснабжения и энергоснабжения к эксплуатации в зимних условиях	1986 г.
Пр. МО № 386	Правила устройства и безопасности эксплуатации сосудов, работающих под давлением	1989 г.
ВСН 121-84	Нормативы планово-предупредительного ремонта электротехнического, теплотехнического, санитарно-технического оборудования коммунальных сооружений и главных инженерных сетей военных городков	1984 г.
ВСН 151-87	Проектирование отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха зданий Министерства обороны, оснащаемых электронно-вычислительной и связной техникой, с учетом выполнения противопожарных требований	1987 г.
ВСН 183-91	Технические правила производства монтажных, наладочных работ и приемки в экс-	ГК ПВО, ЗМО по СиРВ 1991 г.

Номер документа	Название документа	Кем и когда утвержден
	платацию автоматических установок пожаротушения и пожарной сигнализации на объектах войск ПВО	
ВСН 35-94	Общевойсковые здания	1994 г.
	Руководство по проектированию зданий общевойскового назначения, оборудованных гелиотехническими системами теплоснабжения	Нач. ТУ КС 1986 г.
ВСН 114-84	Технические правила производства, приемки и эксплуатации отопительных печей зданий общевойскового назначения	1984 г.
ВСН 150-87	Проектирование систем теплоснабжения объектов МО	1987 г.
Пр. МО № 435	Нормы расхода и методика нормирования расхода топлива на коммунально-бытовые нужды	1997 г.
Пр. ЗМО по СиРВ № 92	Методика расчета норм расхода электрической энергии	1986 г.
ВСП 13-02-04	Руководство по технической эксплуатации жилищного фонда и общевойсковых зданий и сооружений Министерства обороны РФ	2003 г.

Литература

1. СНиП 2.04.05-91* (изд. 1998 г.). «Отопление, вентиляция и кондиционирование».
2. СНиП II-3-79* (изд. 1998 г.). «Строительная теплотехника».
3. СНиП 23-01-99* «Строительная климатология»
4. СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий».
5. СНиП 3.05.01-85 «Внутренние санитарно-технические системы».
6. СНиП 2.08.02-89* «Общественные здания и сооружения».
7. СНиП 2.08.01-89*. «Жилые здания».
8. СНиП 2.09.04-87*. «Административные и бытовые здания».
9. СНиП 2.09.02-85* «Производственные здания».
10. СНиП 41-03-2003 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов».
11. СНиП 2.04.08-87. «Газоснабжение».
12. ГОСТ 31166-2003. «Конструкции ограждающие зданий и сооружений. Метод калориметрического определения коэффициента теплопередачи».
13. ГОСТ 31167-2003. «Здания и сооружения. Методы определения воздухопроницаемости ограждающих конструкций в натуральных условиях».
14. ГОСТ 31168-2003. «Здания жилые. Метод определения удельного потребления тепловой энергии на отопление».
15. ГОСТ 12.1.005-88. «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».
16. ГОСТ 30494-96 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях».
17. СП 41-101-95 «Проектирование тепловых пунктов».
18. СП 41 102-98. «Свод правил по проектированию и монтажу трубопроводов систем отопления с использованием металлополимерных труб».

19. СанПиН 2.2.4.548-96. «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».
20. Приказ МО РФ №435 от 26 ноября 1997 г. «Об утверждении норм и методики нормирования расхода топлива на коммунально-бытовые нужды воинских частей, учреждений, военно-учебных заведений, предприятий и организаций МО РФ».
21. МУ 34-70-080-84. Методические указания по определению тепловых потерь в водяных и паровых тепловых сетях.
22. ВСН 41-85 Госгражданстроя. «Инструкция по разработке проектов организации и проектов производства работ по капитальному ремонту жилых зданий». – М.: Стройиздат, 1987.
23. ВСН 42-85р Госгражданстроя. «Правила приёмки в эксплуатацию законченных капитальным ремонтом жилых зданий». – М.: Стройиздат, 1985.
24. ВСН 48-86р Госгражданстроя. «Правила безопасности проведения технических обследований жилых зданий для проектирования капитального ремонта». – М.: Стройиздат, 1988.
25. ВСН 53-86р Госкомархитектуры. «Правила оценки физического износа жилых зданий». – М.: Стройиздат, 1988.
26. ВСН 57-88р Госкомархитектуры. «Положение по техническому обследованию жилых зданий». – М.: Стройиздат, 1991.
27. ВСН 58-88р Госкомархитектуры. «Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения». – М.: Стройиздат, 1988.
28. Чистович С.А. Системы центрального отопления жилых зданий. – М.: Стройиздат, 1971. – 72 с. – (Б-ка инженера–эксплуатационника жилого фонда).

- 29.Справочник современного инженера жилищно-коммунального хозяйства / Под общ. ред. Заслуженного строителя РФ, д.т.н., проф. Л.Р. Маиляна. – Ростов н/Д: Феникс, 2005. – 352 с. – (Строительство и дизайн).
- 30.Инструкция по инструментальному контролю при приёмке в эксплуатацию законченных строительством и капитально отремонтированных жилых зданий. – М.: Стройиздат, 1987.
- 31.Фролов Ф.М. Эксплуатация водяных систем теплоснабжения. – М.: Стройиздат, 1991. – 239 с. – (Б-ка работника жил.-коммун, хоз-ва).
- 32.МДС 13-3.2000. «Методические рекомендации по организации и проведению текущего ремонта жилищного фонда всех форм собственности»: Утверждены приказом Минфина РФ от 26 декабря 1994 г. №170.
- 33.Богуславский Л.Д. Экономия теплоты в жилых зданиях. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1990. –119 с. – (Экономия топлива и электроэнергии).
- 34.Егиазаров А.Г. Отопление и вентиляция зданий и сооружения сельскохозяйственных комплексов. – М: Стройиздат, 1982. – 238 с.
- 35.МДС 13-17.2000. «Методические рекомендации по ликвидации нарушений в содержании и использовании жилищного фонда и придомовых территорий»: Утверждены приказом директора Департамента жилищно-коммунального хозяйства Министерства строительства РФ от 29.03.95 г. № 8.
- 36.Правила и нормы технической эксплуатации жилищного фонда Российской Федерации: Утверждены приказом Государственного комитета РФ по жилищной и строительной политике от 26.12.97 г. № 17-139.
- 37.Правила и нормы технической эксплуатации жилищного фонда Ростовской области: Утверждены приказом Министерства строительства,

архитектуры и ЖКХ Администрации Ростовской обл. от 16 мая 2000 г.
№ 20.

38. Техническая эксплуатация жилых зданий: Учеб. для строит. вузов / С.Н. Нотенко, А.Г. Ройтман, Е.Я. Сокова и др.; Под ред. А.М. Стражникова. – М.: Высш. шк., 2000.
39. Эксплуатация жилых зданий: Справ, пособ. / Э.М. Ариевич, А.В. Колмеец, С.Н. Нотенко, А.Г. Ройтман. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1991.

Для заметок

