

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра экологии и энергоэффективности в техносфере

А. Б. НЕВЗОРОВА, Г. Н. БЕЛОУСОВА

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

*Допущено Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия
для студентов учреждений высшего образования
по специальности «Архитектура»*

Гомель 2019

УДК 697.1/.8(075.8)

ББК 38.762.1

Н40

Рецензенты: кафедра «Архитектура производственных объектов и архитектурные конструкции» Белорусского национального технического университета (заведующий кафедрой *Е. Б. Морозова*, доктор архитектуры, профессор); заведующий кафедрой «Теплогасоснабжение и вентиляция» Брестского государственного технического университета *В. Г. Новосельцев*, кандидат технических наук, доцент

Невзорова, А. Б.

Н40 Инженерное оборудование жилых зданий : учеб. пособие / А. Б. Невзорова, Г. Н. Белоусова ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2019. – 219 с.
ISBN 978-985-554-792-2

Рассмотрены вопросы проектирования внутренних инженерных систем и оборудования зданий, связанные с обеспечением нормальной жизнедеятельности потребителя: теплоснабжения и отопления, вентиляции и кондиционирования зданий с учетом энергосберегающих технологий, установкой силовых и слаботочных систем, а также дополнительного инженерного обеспечения, направленного на создание комфортной для человека среды.

Предназначено для студентов дневной формы обучения специальности 1-69 01 01 «Архитектура». Может быть рекомендовано студентам и слушателям института повышения квалификации по строительным специальностям и заинтересованным читателям в этой области.

УДК 697.1/.8(075.8)

ББК 38.762.1

ISBN 978-985-554-792-2

© Невзорова А. Б., Белоусова Г. Н., 2019

© Оформление. БелГУТ, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 ВНУТРЕННИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ЗДАНИЙ.....	7
1.1 Типология инженерных систем зданий	7
1.2 Диспетчеризация управления инженерными системами и оборудованием	9
1.3 Автоматизированные системы диспетчеризации	13
1.4 Особенности системы «умный дом».....	16
1.5 «Зеленые технологии» в инженерных системах	21
Список литературы к разделу 1.....	22
2 ОТОПЛЕНИЕ И ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ	24
2.1 Понятие о тепловом комфорте помещения	24
2.2 Теплотехнический расчет системы отопления.....	27
2.3 Теплоснабжение зданий.....	32
2.4 Классификация систем отопления	34
2.5 Отопительные приборы и регулирование теплоотдачи	39
2.6 Системы и оборудование систем отопления.....	53
2.6.1 Системы водяного отопления	53
2.6.2 Системы воздушного отопления	65
2.6.3 Панельно-лучистое и инфракрасное отопление.....	71
2.6.4 Электрическое отопление	77
2.6.5 Альтернативные способы теплоснабжения жилых зданий	79
2.6.6 Снижение потребления тепловой энергии	81
Список литературы к разделу 2.....	83
3 ВЕНТИЛЯЦИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА.....	85
3.1 Назначение и исходные данные для расчета вентиляции	85
3.2 Требования к воздушной среде	88
3.3 Схемы организации воздухообмена.....	90
3.4 Энергосберегающее оборудование	100
3.4.1 Воздушно-тепловые завесы	100
3.4.2 Рекуператоры (теплоутилизаторы)	103
3.5 Оборудование систем вентиляции	105
3.6 Классификация систем кондиционирования.....	106
3.7 Принцип действия и подбор кондиционера	113
3.8 Этапы проектирования вентиляции и кондиционирования	116
Список литературы к разделу 3	119
4 ХОЛОДНОЕ И ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ.....	121
4.1 Санитарно-эпидемиологические требования к системам централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения	121
4.2 Классификация внутренних систем водоснабжения	122
4.3 Расчетные расходы воды и учет водо- и теплопотребления.....	128
4.4 Материалы и арматура трубопроводов.....	133

4.5 Проектирование водоснабжения в рамках единого проекта.....	137
Список литературы к разделу 4.....	139
5 КАНАЛИЗАЦИЯ ЗДАНИЙ.....	140
5.1 Основные элементы внутренней канализации зданий	140
5.2 Обустройство внутренних водостоков	144
5.3 Расчет системы внутренней канализации.....	146
5.4 Выбор оборудования для санитарно-гигиенического узла	149
5.5 Канализование твердых отходов (мусороудаление).....	156
Список литературы к разделу 5.....	158
6 СИЛОВЫЕ И СЛАБОТОЧНЫЕ ЭЛЕКТРОСИСТЕМЫ.....	159
6.1 Основные сведения о структуре электрической системы	159
6.2 Силовое оборудование зданий и схемы электропроводок.....	162
6.2.1 Подключение дома к подстанции.....	163
6.2.2 Основные этапы проектирования и схемы электропроводок	164
6.2.3 Концепция построения электрической сети квартиры	165
6.2.4 Виды электрических проводов	166
6.3 Электрическое оборудование квартиры	170
6.4 Освещение.....	173
6.5 Система антиобледенения крыш.....	177
6.8 Архитектура слаботочной сети	180
Список литературы к разделу 6.....	185
7 ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ИНЖЕНЕРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	186
7.1 Газоснабжение	186
7.2 Солнцезащита	192
7.3 Лифт как часть инженерного оборудования зданий.....	194
7.4 Дымоудаление	197
7.6 Системы пожаротушения зданий.....	199
7.7 Система заземления.....	205
7.8 Система молниезащиты	208
7.9 О BIM моделировании инженерных систем зданий.....	210
Список литературы к разделу 7.....	211
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	212
ПРИЛОЖЕНИЕ А ГЛОССАРИЙ.....	213

ВВЕДЕНИЕ

Архитектор отвечает за формирование жилых и общественных пространств зданий с точки зрения современных тенденций обеспечения строительных норм и технологической оснащенности. При этом он должен учитывать и пространства для размещения инженерного оборудования, которое является основой инфраструктуры любого строительного объекта, обеспечивающего необходимые санитарно-гигиенические условия и высокий уровень комфорта проживания и осуществления трудовой деятельности населения.

Задача будущего архитектора – овладеть принципиальными особенностями проектирования инженерных систем и оборудования зданий, рассматривая их в тесной связи с принимаемыми архитектурно-планировочными решениями, которые возникают в следующих принципиальных ситуациях:

- при реконструкции зданий с применением новых материалов, технологий и оборудования и в результате получения нового качества в системах инженерного обеспечения и архитектурной среды;
- изменении характера представляемых услуг населению или предприятиям, например отказ от газа и переход на электричество;
- изменении функционального состава застройки территорий и как следствие новых требований к инженерному обеспечению;
- строительстве объектов или сооружений, а также реконструкции имеющих с изменением объемов или требуемого качества инженерного обеспечения.

В учебном пособии дается общая информация о теоретических положениях проектирования систем, приводятся основные определения, раскрываются области практического приложения. Все это позволяет студенту понять место дисциплины «Инженерное оборудование зданий» среди других учебных курсов, т.к. учебное пособие написано в соответствии с требованиями образовательного стандарта Республики Беларусь ОСРБ 1-72 01 01–2013 специальности «Архитектура» дневной формы обучения.

Цель пособия: формирование профессиональных качеств, практических навыков и интеллектуальных умений по использованию в архитектурных проектах конкретных инженерных систем и оборудования.

Согласно стандартам выпускник (современный архитектор гражданских и промышленных зданий и сооружений) должен знать: условия формирования микроклимата помещений, определение его параметров; устройство систем отопления, теплоснабжения, вентиляции, кондиционирования воздуха и газоснабжения, водоснабжения и канализации, электро-снабжения и слаботочных систем и др.

Основными **задачами** учебного пособия в формировании компетенций будущего архитектора является приобретение знаний:

- по основам и нормам инженерного обеспечения зданий и проектирования систем инженерного оборудования;
- о типах и особенностях инженерных систем и оборудования;
- природной искусственной среде при принятии архитектурно-строительных решений;
- по выбору материалов, конструкций, технологий, систем инженерного обеспечения с учетом экономических требований;
- обеспечению энерго- и ресурсоэффективных архитектурных и реставрационных решений;
- требованиям и критериям оценки экологических качеств, комфорта и безопасности искусственной среды;
- базовым принципам проектирования систем управления климатом энергопотреблением, обеспечению безопасности жизнедеятельности;
- нормативным параметрам и существующим методам проектирования, которые следует соблюдать при проектировании инженерных систем.

При подготовке данного пособия был проделан большой объем работы по сбору и обработке эмпирических данных. Особенностью предложенных в учебном пособии разработок является то, что они получены с явным учетом современных условий и требований, сложившихся в практике проектирования инженерных систем здания. Поэтому для лучшего усвоения материала списки рекомендованной литературы и ссылки на неё приведены по разделам, в некоторых материалах даны ссылки на конкретные источники из интернета.

Данное пособие может быть рекомендовано слушателям института повышения квалификации по направлению «Промышленное и гражданское строительство», а также студентам, обучающимся по специальности «Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент».

1 ВНУТРЕННИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ЗДАНИЙ

1.1 Типология инженерных систем зданий

Проектирование зданий и сооружений является предметом совместной творческой деятельности коллектива специалистов самых разных специальностей: архитекторов, конструкторов, специалистов по инженерному оборудованию. Инженерные решения здания оказывают существенное, а в ряде случаев решающее значение на выбор архитектурно-планировочных решений.

Архитектурная форма обладает предметными, пространственными и вещественными (материал, масса, а также инженерные системы) характеристиками. Отсутствие хотя бы одной из них лишает материально-предметно-пространственную форму её архитектурной сущности.

Как информационная система архитектурная форма должна создаваться по условиям эстетического восприятия, быть организованной, целостной, определенной как объект зрительного восприятия не только снаружи, но и внутри. Материальный уровень архитектурного формообразования обусловливается рациональными принципами организации строительного производства, экономией материальных, энергетических и трудовых ресурсов, эффективным выбором строительных материалов и работой конструктивных систем, подбором оптимальной и энергосберегающей инженерной инфраструктуры.

Поэтому архитектор должен знать современные тенденции в развитии и применении инженерных систем и оборудования зданий и сооружений, для того чтобы уметь найти взаимосвязь между требованиями к параметрам внутренней среды зданий и средствами их поддержания при помощи рационального выбора архитектурно-конструктивных решений [1].

Современный **комплекс инженерных систем и оборудования зданий** очень разнообразный и охватывает основные типы систем [2]:

- жизнеобеспечения;
- физической безопасности объекта;
- технического и коммерческого учета потребляемых ресурсов;

- информатизации (включая создание информационно-вычислительной инфраструктуры, систем связи и передачи данных);
- интегрированные системы управления зданием («интеллектуальное здание» или «умный дом») и др. [3].

Комплекс систем жизнеобеспечения жилых и общественных зданий включает:

- теплоснабжение, отопление и горячее водоснабжение;
- вентиляцию, кондиционирование и противодымную защиту;
- водоснабжение и водоотведение;
- бытовое и гарантированное электропитание;
- рабочее, аварийное, наружное и декоративное освещения;
- холодоснабжения;
- антиобледенения крыши;
- воздушно-тепловые завесы;
- лифты и эскалаторы;
- управление автостоянками и др. Всего более 30 систем.

Комплекс систем безопасности состоит:

- из пожарной сигнализации;
- охранной и тревожной сигнализации;
- контроля и управления доступом;
- охранного и технологического видеонаблюдения;
- оповещения о пожаре и других ЧС;
- пожаротушения;
- газообнаружения;
- обнаружения взрывчатых и наркотических веществ;
- сбора и обработки информации;
- мониторинга безопасности.

Комплекс телекоммуникационных систем включает:

- связь (телефония, IP-телефония, объединенная диспетчерская служба (ОДС) и пр.);
 - локальную вычислительную сеть (ЛКС) и структурированную кабельную систему (СКС);
 - систему единого времени, электрочасы;
 - систему коллективного отображения информации;
 - телевидение, радио, Wi-Fi;
 - Интернет;
 - мониторинг серверных, помещений энергоснабжения.
- Осуществляется контроль:
- температуры и влажности (шкафы, помещения);
 - протечек;
 - состояния кондиционеров;

- источников бесперебойного питания (ИБП);
- пожара;
- доступа и присутствия.

Управление:

- энергоснабжением в аварийных ситуациях автоматически или по команде диспетчера;
- управление видеокамерой.

Системы и приборы инженерного оборудования разрабатывают на основе требований обеспечения комфорта внутренней среды, индустриальности и экономичности. Работа любой из систем должна быть энергетически обеспечена. Наиболее распространенными источниками энергоснабжения в городах являются электроэнергия, газ и тепловая энергия.

Источниками энерго- и теплоснабжения в городах служат городские или районные теплоэлектроцентрали – ТЭЦ, источниками газоснабжения – природный газ из систем крупных газопроводов или искусственный газ, вырабатываемый на газовых заводах путем сжигания твердого топлива.

Для обеспечения чистоты воздушного бассейна ТЭЦ и газовые заводы располагают вне города или в его периферийных районах, отделенных от жилых районов санитарно-защитной зоной. Тепло в виде воды и пара транспортируется от источника к потребителю по тепловым сетям (подземным трубопроводам). Также под землей располагаются сети газоснабжения, водопровода, канализации. Все они в совокупности с тепловым называются **городскими инженерными сетями**. При проектировании зданий предусматриваются вводы для приема систем энергоносителей. Наибольшая площадь (20–100 м²) необходима для отопительных вводов (отопления, вентиляции и горячего водоснабжения). Они размещаются в подвалах или первых этажах зданий.

1.2 Диспетчеризация управления инженерными системами и оборудованием

При сооружении современного городского здания на его инженерное оборудование приходится до 40 % общей стоимости строительства. Эксплуатация инженерного оборудования таких зданий требует квалифицированного обслуживающего персонала и в общих годовых эксплуатационных расходах может составлять более 50 % [4]. Для повышения качества эксплуатации и уменьшения необходимого обслуживающего персонала применяют дистанционный и автоматический контроль и управление работой основных видов инженерного оборудования с помощью диспетчерских пунктов, объединяющих группу (комплекс) зданий, обычно в составе микрорайона [5].

Система диспетчеризации – это набор аппаратных и программных средств для централизованного контроля и управления инженерными системами здания, позволяет организовать взаимодействие между различным оборудованием инженерных систем (рисунок 1.1).

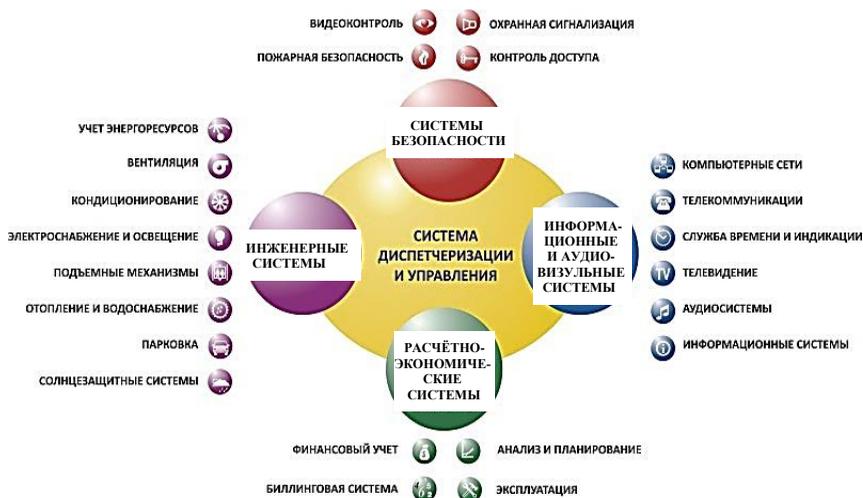


Рисунок 1.1 – Общая схема диспетчеризации инженерных систем зданий и систем безопасности (http://www.etc-conven.ru/products/391/?PAGEN_1=3)

Для отслеживания работы систем разработано специальное программное обеспечение диспетчера – SCADA. Такая система представляет собой пакет программ, реализующие основные функции визуализации измеряемой и контролируемой информации, передачи данных и команд системе контроля и управления [6].

Применение SCADA-технологий позволяет достичь высокого уровня автоматизации в решении задач разработки систем управления, сбора, обработки, передачи, хранения и отображения информации.

Специальные программные средства сбора и визуализации событий безопасности (Lirix, Building Integration System, Facility Commander) позволяют консолидировать информацию о событиях безопасности и обеспечить жизнедеятельность объекта на основе анализа консолидированной информации в автоматическом или полув автоматическом режиме выработку управляющих директив.

Технологической основой автоматизации объекта является, как правило, структурированная кабельная система (СКС), которая объединяет в единую систему все подсистемы объекта технологического и прикладного уровня:

локальные вычислительные и телефонные сети, системы безопасности, видеонаблюдения и т. д. [7].

Комплекс систем жизнеобеспечения осуществляет контроль и управление вентиляционными установками, кондиционерами, тепловыми пунктами и насосными, холодильными установками, устройствами дымоудаления и пожаротушения, оборудованием систем электроснабжения и освещения.

Комплекс систем безопасности решает задачи контроля и управления доступом, оповещения службы безопасности о возникновении нештатной ситуации (несанкционированное проникновение, попытка проникновения, нажатие кнопки тревоги и т. д.) на контролируемой территории и в охраняемых помещениях, обеспечивает круглосуточный визуальный контроль обстановки на объекте и контроль за действиями персонала и посетителей, осуществляет мониторинг объекта с целью своевременного обнаружения и идентификации очага возгорания или задымления, обеспечивает эффективную охрану помещений и периметров.

Включение в состав проекта интегрированной системы управления зданием технических и технологических подсистем объекта позволяет добиться:

- более полной обработки информации, связанной с жизнеобеспечением и безопасностью;
- снижения общего количества оборудования за счет повышения унификации и многофункциональности компонентов;
- экономии на эксплуатации объекта (электроэнергия и ресурсы и т. д.);
- снижения общего количества аварий и вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций;
- повышения эффективности управления эксплуатацией инженерных систем в целом.

Кроме того, при таком подходе к управлению объектами становится возможным удаленное управление объектами, в том числе на основе использования аутсорсинговых схем [8, 9].

Внедрение системы диспетчеризации здания позволяет оптимизировать работу инженерных систем в зависимости от условий окружающей среды, времени суток, и т. д., повысить надежность всей системы, а также существенно снизить энергопотребление.

Системы диспетчеризации инженерных систем здания направлены на то, чтобы проводить мониторинг инженерных систем и выводить данные об их состоянии на пульт, с которого диспетчер может регулировать необходимые параметры. Диспетчеризация позволяет контролировать различные процессы, происходящие на удаленных объектах, изменять параметры устройств, которые обслуживают данные объекты, а также просматривать протоколы их работы. Например, диспетчер может в любое время и наглядно получить информацию о температуре теплоносителя, температуре обратного трубопровода, температуре в помещениях, почасовой архив температурно-

временных параметров объекта. Такая система может также вести учет расхода электроэнергии, воды, газа и других коммунальных ресурсов. Более того, данная система информирует диспетчера о возможных неполадках в работе инженерных систем и напоминает о необходимости проведения профилактических и ремонтных работ. При возникновении чрезвычайных ситуаций она приведет в действие необходимое оборудование и оповестит обитателей здания о путях и способах эвакуации.

В качестве основных информационных функций система диспетчеризации должна включать:

- контроль основных параметров состояния оборудования;
- визуализация информации о состоянии оборудования;
- управление уставками (для справки: уставка – это задаваемое значение контролируемого параметра, при котором происходит срабатывание сигнализирующего устройства);
- оперативная индикация, регистрация, сигнализация отклонений в работе оборудования;
- протоколирование работы оборудования и действий персонала.

Для увеличения экономической целесообразности наиболее оптимально включить в систему диспетчеризации следующий минимальный набор инженерных систем:

- вентиляции, кондиционирования воздуха, холодоснабжения;
- канализации;
- отопления и горячего водоснабжения;
- контроля энергоснабжения;
- лифтового хозяйства;
- пожаротушения;
- освещения.

Уровень развития продуктов и систем автоматизации зданий является ключевым фактором, обеспечивающим эффективное, безопасное, удобное и экологически чистое функционирование зданий. Кроме того, он оказывает существенное влияние на все элементы технического оснащения здания, особенно в отношении систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

К продуктам автоматизации зданий относятся специальные аппаратные и программные средства и услуги по разработке и внедрению систем автоматизации и управления зданиями.

Аппаратные средства включают: датчики; исполнительные механизмы и устройства (управляемые клапаны, регуляторы и т. д.); управляющие контроллеры, осуществляющие функции местного управления; коммуникационные контроллеры (маршрутизаторы, шлюзы и т. п.), кабели и кабельную арматуру, предназначенные для построения сетей требуемой топологии,

совместимости и производительности; компьютеры для создания систем мониторинга и диспетчеризации систем управления здания.

К *программным средствам* относится встроенное программное обеспечение (ПО), которое поставляется обычно изготовителям оборудования и потому закладывается в цену интеллектуальных аппаратных средств, ПО систем сетевой связи (для конфигурирования, настройки и тестирования сетей), ПО для систем сбора данных и диспетчерского управления (SCADA), а также специализированное ПО для реализации заказных алгоритмов управления систем здания.

Услуги по разработке и внедрению включают: проектирование систем; разработку и прокладку кабельной системы здания; услуги инжиниринга (реализация алгоритмов управления системами, разработка связи между подсистемами, разработка специализированных аппаратных средств, написание заказного ПО); монтаж оборудования; пусконаладочные работы, конфигурирование, настройку и тестирование сети и всей системы управления.

1.3 Автоматизированные системы диспетчеризации

Автоматизированная система диспетчеризации и управления предназначена для обеспечения оперативного круглосуточного наблюдения, регистрации состояния внутренних инженерных систем, диагностики и централизованного управления [5, 8, 9].

Автоматизированная система диспетчеризации (АСД) строится на базе совокупности контроллеров, автономно поддерживающих, например, заданные температуру и влажность в помещениях и имеющих интерфейс для обеспечения дистанционного контроля из центрального диспетчерского пульта.

Для установления связи между управляющими контроллерами и технологическим оборудованием служат *датчики КИП и исполнительные механизмы системы автоматики*, которые относятся к нижнему уровню автоматизации. Датчики предназначены для измерения параметров среды (влажность, температура, давление, объем, скорость и направление ветра, скорость потока жидкости, освещенность и другие) и преобразования этих физических параметров в сигналы, удобные для передачи на расстояние.

Все технологические данные поступают на единый сервер диспетчеризации, способный обрабатывать и хранить необходимые объемы информации. В зависимости от вида сигнала *формируются тревожные, аварийные или системные сообщения*, которые архивируются в долговременное хранилище, доступное в любой момент времени.

Аварийные сигналы сопровождаются звуковыми сигналами и выводом на экран диспетчера информации о месте и характере аварии, а также список мероприятий, предусмотренных для этого случая. При этом диспетчерская станция (рабочее место оператора) – это обычный персональный ком-

пьютер. Примерная схема (упрощенная) системы диспетчеризации изображена на рисунке 1.2.



Рисунок 1.2 – Система диспетчеризации и управления

АСД принимают и обрабатывают данные отдельных систем, обеспечивают их архивацию, оперативно и круглосуточно отображают события, управляют контролируемыми объектами, формируют отчеты.

Диспетчеризация системы холодоснабжения осуществляет:

– мониторинг состояния и аварийных сигналов холодильной машины (чиллера):

- разрешение включения/выключения;
- контроль основных технологических параметров;
- управление местными доводчиками температуры (фанкойлами);
- изменение режимов работы;
- изменение уставок;
- мониторинг температуры воздуха, состояние системы, аварий.

Автоматизированная система управления вентиляцией и кондиционированием воздуха выполняет:

- контроль перепада давления на фильтре, вентиляторе и за насосами на теплоносителе и холодоносителе;
- регулирование температуры и влажности приточного воздуха и в помещениях;

- управление электродвигателями вентиляторов и насосов, электроприборами клапанов наружного воздуха, на теплоносителе и холодоносителе;
- управление воздушными завесами и отопительными агрегатами.

Диспетчеризация системы отопления и горячего водоснабжения предполагает типовую схему отопления и водоснабжения, где один контур управления представляет зависимую от времени года систему управления температурой воды с компенсацией по температуре наружного воздуха. Второй контур позволяет управлять горячим водоснабжением в здании.

Контроллер должен позволять:

- регулировать температуру обратной воды, поддерживая заданное значение температуры;
- поддерживать входные параметры воды (давление, температура, расход);
- осуществлять мониторинг состояния и аварий (температура и давление воды или пара в первичном и вторичном контуре);
- контролировать учет тепла и расхода воды.

Автоматизация систем водоснабжения позволяет осуществлять переключение и управление системами водоснабжения, водоочистки и выполняет:

- управление насосами;
- подключение аварийных систем водоснабжения;
- сигнализацию о засорении фильтров;
- контроль информации об утечках в системе;
- своевременное отключение систем;
- включение резервного насоса при остановке рабочего;
- отключение насоса при включении пожарных насосов;
- контроль перепада давления.

Диспетчеризации системы энергоснабжения позволяет осуществлять следующие функции:

- контроль наличия напряжения;
- мониторинг состояния и электрических параметров вводов;
- АВР – автоматический выбор режимов по состоянию параметров;
- мониторинг аварий;
- мониторинг систем резервного питания (дизель, УПС);
- контроль наработки систем;
- учет энергоснабжения.

Автоматизированная система управления энергоснабжением объектов позволяет осуществить автоматизацию энергоснабжения объекта. То есть имеется возможность без участия человека осуществить переключения с одного электрического ввода на другой ввод потребителя, включить дизель-генератор в случае отсутствия энергоснабжения с вводов, также осуществить отключение/включение электропотребителей в зависимости от то-

го, к какой степени важности этот потребитель принадлежит, подключить в систему источник бесперебойного питания.

Но при этом **инженерные системы зданий** нельзя рассматривать как автономные [16]. Их взаимосвязанная работа особенно важна при возникновении условий работы на переходных режимах и в критических ситуациях. Поэтому современное здание напоминает единый организм, в котором каждая система должна работать совместно с другими, чтобы обеспечивать комфортную и безопасную среду обитания для живущих или работающих в нем людей [7].

1.4 Особенности системы «умный дом»

Технология «умный дом» – это интеллектуальная система управления домом, обеспечивающая автоматическую и согласованную работу всех систем жизнеобеспечения и безопасности. Такая система самостоятельно распознает изменения в помещении и реагирует на них соответствующим образом. Основной особенностью такой технологии является объединение всех инженерных систем здания и устройств в единый комплекс, их полный контроль, мониторинг и управление при помощи автоматики, позволяющее сделать жилище более комфортным, безопасным и улучшить энергосбережение. Искусственный интеллект оптимизирует и согласовывает между собой работу каждого из них, обеспечивая доступность и простоту управления ими [9].

Определение «умный дом» на практике обозначает две различные концепции автоматизации жилья: домашнюю автоматизацию (smart home) и автоматизацию жилого здания (building automation), или Автоматическая Система Управления Зданием (АСУЗ), или Building Management System (BMS). Есть еще один вариант названия – Интеллектуальное здание, которое используется для систем крупных административных и коммерческих зданий [4]. В Европе, где такие технологии сегодня бурно развиваются, smart home и building automation – независимые понятия, что связано с разницей в масштабах между автоматизацией отдельной квартиры и целого здания [13].

Девять из десяти «умных домов» сегодня находятся на территории США или ЕС. Умные технологии распространяются в этих регионах столь стремительно, что по прогнозам шведской аналитической компании Berg Insight в 2020 г. на долю умных домов в США будет приходиться порядка 33 %, а в ЕС – 20 % от общего количества жилья. Речь уже идет не про отдельные умные дома, как это было раньше, а о возникновении «умных городов». По различным оценкам, в 2017 г. общее количество умных домов в ЕС и США возрастет приблизительно до 38 млн, а в 2020 г. превысит 91 млн (при том, что в 2015 г. данный показатель составлял «всего лишь» 18 миллионов).

По основным признакам системы подразделяются на проводные, беспроводные, централизованные, децентрализованные, с открытым протоколом, с закрытым протоколом.

Проводные системы автоматизации. Суть проводной системы "умный дом" заключается в том, что все управляющие устройства – датчики, выключатели, устройства управления климатом, разнообразные управляющие панели связываются единой проводной информационной шиной, по которой идут сигналы – телеграммы к исполнительным устройствам, расположенным в щите (в основном). В качестве проводной информационной шины используются специальные кабели, а в отдельных случаях – обычная витая пара. У проводной системы есть свои достоинства и особенности.

В настоящее время в области разработки умных домов происходит их быстрое удешевление, т.к. процесс монтажа различных модулей и датчиков все время упрощается, происходит переход к использованию беспроводной связи, не нуждающейся в прокладке кабелей; многофункциональность как системы в целом, так и отдельных ее частей постоянно растет.

Беспроводные системы автоматизации. В этих системах, в отличие от проводных, сигнал от управляющих устройств к исполнительным идет по радиоканалу, а не по проводам, что позволяет сократить количество проводов, а также время на установку системы. Эти системы можно монтировать на готовых к эксплуатации объектах.

Централизованные системы автоматизации. Суть централизованного «умного дома» заключается в том, что идет программирование одного центрального логического модуля. Обычно это свободно программируемый контроллер с большим количеством выходов. В контроллер вводится специально созданная под объект программа, на основе которой идет управление исполнительными устройствами и инженерными системами. Это позволяет использовать широкий выбор оборудования и сложных сценариев. Централизованные системы могут быть как проводными (Ctestron, AMX, Evika), так и беспроводными (Z-wave) [10].

Децентрализованные системы автоматизации. В распределенных системах «умного дома» каждое исполнительное устройство несет в себе микропроцессор с энергонезависимой памятью. Этим объясняется надежность таких систем. При выходе из строя одного устройства вся система работает исправно, кроме приборов, подключенных к этому устройству. Примером децентрализованной системы является «умный дом», построенный на основе протокола KNX (самого популярного в Европе).

Системы автоматизации с открытым протоколом. Протокол – это язык, на котором общаются все устройства в «умном доме». Если взять протокол KNX, то он является открытым. Многие производители изготавливают устройства, работающие на этом языке. Ассоциация KNX проверяет их на совместимость и тестирует.

Системы автоматизации с закрытым протоколом. Для того, чтобы упростить процесс программирования, уменьшить затраты на производство оборудования, некоторые производители выпускают оборудование, работающее на собственном закрытом протоколе. Кроме них, никто такое оборудование не выпускает.

Концепция современного «умного дома» активно развивается в трех направлениях: энергосбережение и повышение комфортности жилья, защита от несанкционированных проникновений, предупреждение аварийных ситуаций.

В настоящее время быстро развивается удобная беспроводная технология для строительства «умного дома» – **технология Z-Wave** на основе полупроводниковых устройств и микросхем. Сеть Z-Wave на физическом уровне организована по принципу mesh-сети. В сетях Mesh каждый компонент сети всегда выступает в качестве своеобразного ретранслятора сигнала. Это означает, что несмотря на небольшие значения мощности радиосигнала в сети Z-Wave, она может покрывать значительные расстояния и масштабные объекты (например, многоэтажные здания). Система функционирует благодаря контроллеру, с которым общаются закрепленные по квартире датчики; это устройство управляется с телефона, планшета, компьютера – любого девайса, подключенного к интернету [12].

Возможности системы «умный дом» по технологии Z-Wave зависят от потребностей заказчика (рисунок 1.3). Примеры наиболее распространенных проектов приведен ниже.

Управление освещением. Технология объединяет все осветительные приборы в здании и на прилегающей к нему территории в единую сеть, что позволяет контролировать их взаимосвязь и гарантирует экономию энергопотребления. Также может использоваться различное оборудование для управления освещением: настенные панели, система затемнения или диммеры (регуляторы уровня освещения).

Управление микроклиматом. Система климат-контроля, интегрированная в «умный дом», обеспечивает одновременное руководство работой устройств, осуществляющих процессы отопления, вентиляции и кондиционирования в здании. Кроме того, она позволяет установить для каждой комнаты температуру и постоянно поддерживать ее на заданном уровне.

Управление системами безопасности позволит обезопасить дом от несанкционированного проникновения и при возникновении аварийных ситуаций. Пожарная сигнализация и устройства по предотвращению аварий, связанных с утечкой газа, повреждением водопровода и поломкой техники, защитят дом от несчастных случаев. Система резервного энергоснабжения срабатывает при аварийном отключении электроэнергии.

Мультирум – система используется для распределения видео и звука от источника сигнала на несколько комнат.

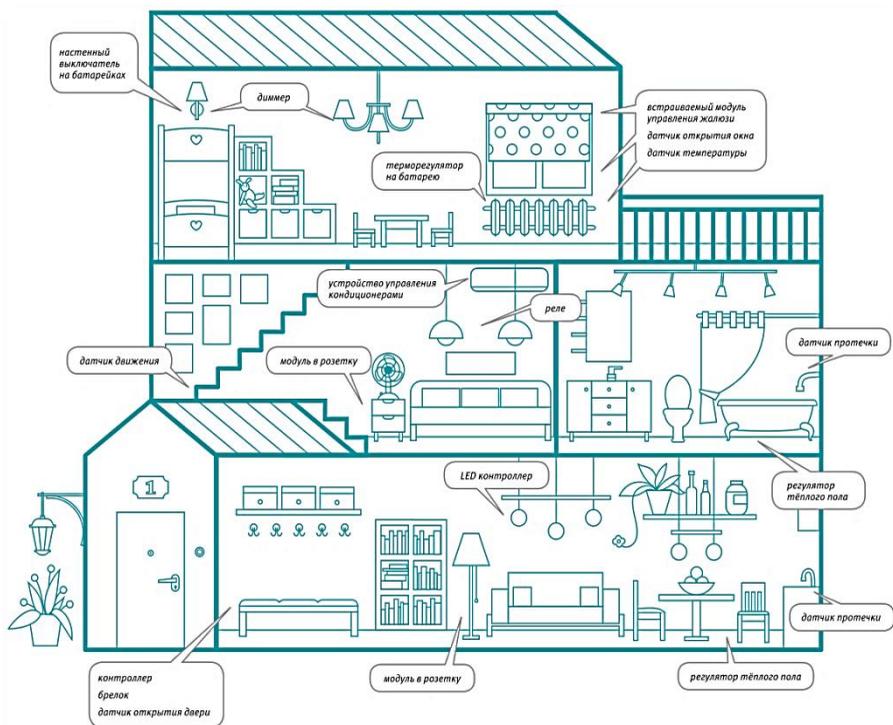


Рисунок 1.3 – Установка и настройка «умного дома» на основе беспроводной / технологии Z-WAVE (Обзор технологий и оборудования для умного дома. <http://ipsungroup.ru/tehnology/wireless-technology-z-wave/>)

Управление «умным домом». На сегодняшний день наиболее современными и высокотехнологичными системами управления «умным домом» является комплексная система управления, которую можно настраивать и контролировать как через локальную сеть, так и через интернет. Управление устройствами осуществляется через ИК-порт, Wi-Fi, интерфейсы RS-232 или TCP/IP.

В Республике Беларусь разработками в области беспроводного управления умным домом занимаются наиболее известные компании «Белтелеком» (<https://www.beltelecom.by/umnyi-dom-0>) и «Неро Электроникс» (<http://nero-electronics.by/smart-home.html>).

Услуга «Умный дом» представляет собой простое и экономичное решение, которое помогает обеспечить абонента информацией об изменении

состояния отдельных объектов в помещениях абонента и управление комфортом и ресурсосбережением в данных помещениях. В рамках услуги абоненту предоставляется:

- базовый комплект оборудования, который включает в себя абонентское устройство (контроллер) и три устройства: датчик задымленности, датчик движения и датчик открытия дверей/окон;
- дополнительное оборудование: видеокамеру, сирену, умную розетку, датчики температуры и влажности, датчики протечки воды;
- программный продукт, который абонент самостоятельно скачивает из магазина приложений и устанавливает на свое мобильное устройство (ОС Android или iOS).

В белорусской компании «Неро Электроникс» производят компоненты и выпускают программное обеспечение, в том числе: сервер, который объединяет все совместимые друг с другом устройства в единую систему и позволяет управлять умным домом со смартфона; исполнители команд, которые подключаются к различным объектам управления (освещение, бытовые приборы, розетки и т. д.; пульты и датчики; мобильное приложение NeroHome, которое легко скачивается и устанавливается на смартфон или планшет; подключение к умному дому по Wi-Fi или удалено по сети Интернет с возможностью создания сценариев, таймеров, автоматического управления домом.

Построение системы управления зданиями по свободной топологии наилучшим образом соответствует структуре комплексных систем интеллектуального здания, которая включает:

- типизацию оборудования и процессов;
- единую физическую среду передачи информации;
- централизацию (функций мониторинга и управления) и интеграцию систем;
- децентрализацию (распределенные системы управления);
- сегментацию (модульный принцип построения систем);
- адаптацию (готовность к изменениям);
- наращиваемость и избыточность (наличие резерва).

При проектировании «умного» или интеллектуального здания определяющим принципом является формирование единого подхода при построении всех систем различных комплексов [9–11].

Таким образом, знания по существующим решениям в области обустройства инженерных систем и использования различного технического оборудования в зданиях позволит архитекторам лучше понять влияние инженерных решений на вопросы архитектуры и позволит учесть инженерные аспекты при выработке архитектурно-планировочной концепции зданий.

1.5 «Зеленые технологии» в инженерных системах

Одним из самых популярных и инновационных направлений при выборе инженерных систем строящихся зданий на сегодняшний день являются «зеленые технологии» в инженерных системах [14]. В их основе лежит использование природных источников энергии, экологичных материалов и др. На Западе все чаще при строительстве используются энергоэффективные технологии, которые обладают большей экологичностью, а также позволяют существенно снизить затраты на энергию при эксплуатации здания (рисунок 1.4).

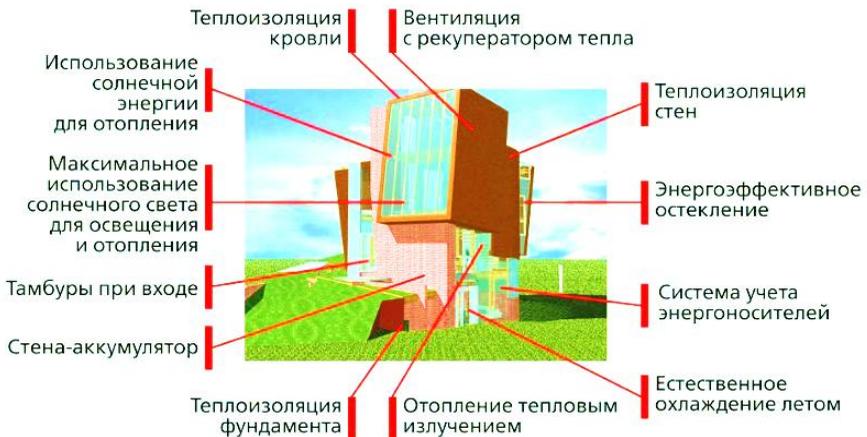


Рисунок 1.4 – Энергосберегающие решения для проектируемого дома
(Солнцезащитные устройства для различных типов архитектурных объектов.
http://eccoo.ru/wp-content/uploads/2017/01/rockwool77_5.jpg.)

В 1990 году в Великобритании Организацией по исследованию зданий BREEAM (Building Research Establishment's Environmental Assessment Method) создана система оценки зданий BREEAM с точки зрения экологии, это так называемый *метод экологической оценки* [15]. По стандарту BREEAM сертифицируются следующие типы зданий: офисные, торговые, промышленные, образовательные, медицинские и даже суды и тюрьмы. Рейтинг могут получить не только отдельные здания на стадии проектирования, строительства и эксплуатации, но и здания с земельными участками и группы зданий в одном проекте, многоэтажные жилые здания и индивидуальные дома.

Оценка проводится по следующим *деяти категориям*: управление проектированием, строительством и зданием; здоровье и благополучие пользователей здания; использование (экономия) энергии; транспортная доступность; использование (экономия) воды; строительные материалы; переработка мусора; использование земельного участка и экология; загрязнение окружающей среды.

Эти категории имеют различный вес в общей оценке. Например, энергосбережение – 19 %, здоровье – 15, транспорт – 8 и вода – 6 % от общего количества баллов.

Здания в зависимости от полученной оценки (процент от максимально возможной суммы баллов) получают одну из пяти степеней – от «сертифицировано» (35 %) до «выдающегося рейтинга» (более 85 %). Помимо самой Великобритании, эта система в адаптированном виде применяется в Европе и странах Персидского залива. Сегодня в мире более 200 тыс. зданий сертифицировано и 814 тыс. зданий зарегистрировано для получения сертификации по стандарту BREEAM [15].

Среди новейших направлений в применении энергосберегающих технологий можно назвать: систему отопления на базе теплонасосных установок, использующих низкопотенциальную тепловую энергию земли; естественную вентиляцию; систему кондиционирования с использованием «холодных потолков» и «балок»; солнечные коллекторы; энергосберегающие светильники; автоматику, управляющую освещением, вентиляцией, кондиционированием от датчиков движения или объема, отслеживающей протечки и т. п. А также десятки нетрадиционных технологий, таких как выработка энергии при наезде автомобилей на подвижные пластины, вмонтированные в полотно дороги, трубы световоды, охлаждение воздуха в воздуховодах, проходящих под землей, и т.п. Однако для полноценного внедрения возобновляемых источников энергии и адаптации рынка к новым условиям необходимо время [16–18].

Список литературы к разделу 1

1 Бударин, Е. Л. Особенности принципа эргономичности в архитектуре и дизайне современного жилища / Е. Л. Бударин, Н. А. Сапрыкина // Онтология проектирования [Электронный ресурс]. – 2016. – Т. 6. – № 2(20). – С. 205–215. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-printsipa-ergonomichnosti-v-arhitekture-i-dizayne-sovremennogo-zhilischa>. – Дата доступа : 02.03.2018.

2 Устройства связи и диспетчеризации инженерного оборудования жилых и общественных зданий. Правила проектирования : ТКП 45-4.04-27-2006 (02250) – Введ. 01.04.2006. – Минск : Минстройархитектуры, 2006. – 25 с.

3 Инженерные системы зданий и сооружений [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.optima.ru/services/24/977>. – Дата доступа : 15.11.2018.

4 **Муравьев, В. В.** Интеллектуальные здания и новейшие технологии инженерного обеспечения и автоматизации при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений / В. В. Муравьев, А. В. Фрейдман, А. А. Баранов // Энергосбережение [Электронный ресурс]. – 2002. – № 5. – Режим доступа : https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=1809. – Дата доступа : 15.11.2018.

5 Диспетчеризация инженерных систем зданий [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.sibin.su/stati/injenernyye-sistemy/dispetcherizaciya-injenernyh-sistem-zdaniy/>. – Дата доступа : 15.09.2018.

6 SCADA-системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mc-plc.ru/lekcii-po-scada/scada-sistemi.htm>. – Дата доступа : 16.11.2018.

7 Инженерное оборудование высотных зданий / под общ. ред. М. М. Бродач. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : АВОК-ПРЕСС, 2011.

8 **Козлов, И. М.** Инженерное обеспечение квартиры энергоэффективного здания [Электронный ресурс] / И. М. Козлов. – Режим доступа : <http://www.integralsib.ru/news/30/>. – Дата доступа : 16.11.2018.

9 Анализ систем автоматизированного управления умным домом // Молодой ученый [Электронный ресурс]. – 2011. – № 4. Т. 1. – С. 28–31. – Режим доступа : <https://moluch.ru/archive/27/2914/>. – Дата доступа : 05.02.2018.

10 Автоматизация инженерных систем зданий [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://automatic-labs.ru/services/proektirovanie_asu_tp/automation_engineering_systems/. – Дата поступления : 16.11.2018.

11 Системы диспетчеризации инженерного оборудования [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://rina.pro/napravleniya-deyatelnosti/sistemy-avtomatizacii/dispetcherizaciya-zdaniy>. – Дата доступа : 02.03.2018.

12 Технология Z-Wave: умный дом [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://skomplekt.com/technology/z_wave.htm. – Дата доступа : 05.03.2018.

13 Обзор технологий и оборудования для умного дома [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.aptech.ru/tehnologii-dom>. – Дата доступа : 22.03.2018.

14 **Гуткин, А.** LEED – рейтинговая система для энергоэффективных и экологически чистых зданий / А. Гуткин // АВОК. – 2008. – № 6. – С. 32–43.

15 Экологические стандарты в строительстве – BREEAM [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.icsgroup.ru/green/ecostandards/breeam.php>. – Дата доступа : 12.02.2018.

16 Внутренние инженерные системы зданий и сооружений. Правила монтажа : ТКП 41-1.03-85–2007. – Введ. 01.07.2008. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2008. – 56 с.

17 Энергосбережение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Основные положения : ГОСТ 30514–97. – Введ. 01.03.2003. – Минск : Госстандарт Респ. Беларусь, 2002. – 8 с.

18 Здания жилые и общественные. Состав показателей энергетической эффективности : ГОСТ 31427–2010. – Введ. 01.09.2012. – Минск : Госстат Респ. Беларусь, 2012. – 16 с.

19 Энергосбережение. Общие положения : СТБ 1346–2016. – Введ. 01.07.2017. – Минск : Госстандарт Респ. Беларусь, 2016. – 12 с.

2 ОТОПЛЕНИЕ И ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

2.1 Понятие о тепловом комфорте помещения

При понижении температуры наружного воздуха ниже $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ в каждом здании необходимо создавать и поддерживать **тепловой режим** в зависимости от его назначения и предъявляемых санитарно-гигиенических требований в течение отопительного сезона. Тепловой режим рассматривается как совокупность тепловых условий в помещениях и может быть равномерным в зданиях с постоянным пребыванием людей, или иметь суточные и другие циклы изменения, связанные с периодической деятельностью людей и использованием зданий.

На тепловые ощущения человека и его комфорт влияют несколько факторов, из которых самыми важными являются:

- температура воздуха ($t_{\text{в}}$, $^{\circ}\text{C}$);
- скорость перемещения воздуха в помещении (v , м/с);
- относительная влажность среды (ϕ , %);
- температура внутренних поверхностей, ограничивающих интерьер, (t_{R} , $^{\circ}\text{C}$);
- уровень активности человека (Q , Вт);
- тепловое сопротивление одежды [R_{e} , Вт/(м²· $^{\circ}\text{C}$)].

Температура воздуха в помещении $t_{\text{в}}$ обычно относится к первичным критериям оценки теплового состояния отапливаемого помещения. Этот критерий вместе со скоростью перемещения воздуха определяет конвекционную передачу теплового потока от человека к окружающему пространству.

В обычных отапливаемых домах при температуре $18\text{--}20\text{ }^{\circ}\text{C}$ допускается движение воздуха не более $0,1\text{ м/с}$. Идеальное отопление должно было бы обеспечить такое вертикальное распределение воздуха в помещении, при котором температура на уровне высоты головы человека (приблизительно $1,7\text{ м}$ над полом) была бы примерно на $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ниже, чем на уровне 10 см над полом.

Интенсивность теплоотдачи с поверхности тела человека зависит от *температуры воздуха*, влияющей на конвективный теплообмен, и от *температуры*, размеров и расположения охлажденных (ограждения, материалы) и нагретых (оборудование, материалы, отопительные приборы) *поверхностей*, определяющих радиационный теплообмен. Оказывают влияние

также *скорость движения и относительная влажность воздуха* в помещении.

Величина теплообразования в организме изменяется в зависимости от возраста, работы мышц и ряда других факторов. В спокойном состоянии взрослый человек отдает окружающей среде ~120 Вт тепловой энергии, при легкой работе – до ~250, при тяжелой – до ~500 Вт. Большая доля тепла передается лучеиспусканием (~55 %), меньшая – конвекцией (14–30 %) и испарением.

Таким образом, тепловой комфорт – это наиболее предпочтительное (комфортное) тепловое состояние организма человека; характеризуется определенным содержанием и распределением теплоты в поверхностных и глубоких тканях тела при минимальном функциональном напряжении системы терморегуляции.

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

Допустимые параметры микроклимата – сочетания значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызвать общее и локальное ощущение дискомфорта, ухудшение самочувствия и понижение работоспособности. Условия окружающей среды, при которых тепловое состояние человека нарушается (организм переохлаждается или перегревается) называют *дискомфортными*.

В помещениях жилых и общественных зданий следует обеспечивать оптимальные или допустимые показатели микроклимата в обслуживаемой зоне: температуру, влажность и подвижность воздуха, а также гигиенические требования к ней в зависимости от назначения помещения и времени года. Они регламентируются нормативно-техническими документами: СНБ 4.02.01–03 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха», СНБ 3.02.04–03 «Жилые здания» и ГОСТ 30494–2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях».

Температурную обстановку в помещении определяют *двумя условиями комфортности*.

Первое условие соответствует режиму, когда человек, находящийся в центре обслуживаемой зоны, не испытывает ни перегрева, ни переохлаждения. На ощущении комфортности обстановки существенно сказываются тепловые условия, в которых находятся голова и ноги человека. Голова человека чувствительнее к радиационному перегреву и переохлаждению, а для ног важны температура поверхности пола, с которой они непосредственно соприкасаются, и наличие холодных токов воздуха вдоль пола.

Поэтому *второе условие комфортности* определяет допустимые температуры нагретых или охлажденных поверхностей, обращенных в помещение (рисунок 2.1).

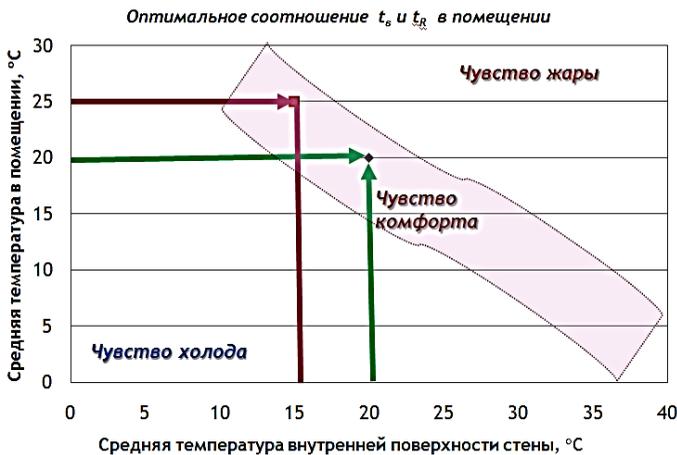


Рисунок 2.1 – Влияние сочетаний температур на комфорт человека

Для создания комфортного микроклимата в помещении используются следующие инженерные системы:

- в холодный период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха, равной $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже, – системы отопления (калориферы и электрообогреватели), приточно-вытяжной вентиляции с использованием рекуперации тепловой энергии вытяжного воздуха, увлажнения воздуха [паровые, ультразвуковые, с традиционным испарением (холодные)]. В зимний период времени (при работающей системе отопления) параметры температурно-влажностного состояния помещения определяются тепловой мощностью системы отопления и теплозащитными качествами наружной стены с одним или несколькими окнами;

- в тёплый период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха выше $8\text{ }^{\circ}\text{C}$, – системы вентиляции и кондиционирования. В летний период в помещении с некондиционируемым микроклиматом формируется температурно-влажностный режим, близкий по параметрам к наружной среде, а его параметры определяются теплозащитными качествами наружных ограждающих конструкций и естественным воздухообменом в помещении.

Продолжительность отопительного сезона зависит от географического местоположения здания (таблица 2.1). Для жилых и общественных зданий отопительный сезон определяется как отрезок времени со среднесуточной температурой наружного воздуха $t_n < +8$ (10) $^{\circ}\text{C}$. При этом необходимо учи-

тивать параметры наружной среды: температура наружного воздуха, скорость ветра, зона влажности в районе строительства, интенсивность солнечной радиации.

Таблица 2.1 – Расчетные климатические характеристики отопительного периода [2]

Область	Температура наружного воздуха $t_{н}$, °С			Продолжительность отопительного периода Z, сут	Средняя температура отопительного периода, $t_{н.от.п}$, °С	Средняя скорость ветра в зимний период времени v , м/с
	наиболее холодных суток		наиболее холодной пятидневки $t_{н5}^{0,92}$			
	$t_{н1}^{0,98}$	$t_{н1}^{0,92}$				
Минская	-33	-28	-24	202 220	-1,6 -0,9	4,05
Гомельская	-32	-28	-24	194 212	-1,6 -0,8	4,3
Гродненская	-31	-26	-22	194 213	-0,5 -0,4	5,3
Витебская	-37	-31	-25	207 222	-2,0 -1,4	5,3
Брестская	-31	-25	-21	187 205	0,2 0,8	3,6
Могилевская	-34	-29	-25	204 221	-1,9 -1,1	5,0

Примечание – Над чертой отопительный период начинается при температуре наружного воздуха 8 °С, под чертой – при 10 °С.

Наиболее значимым параметром холодного периода года для определения мощности системы отопления считается температура наружного воздуха. Приводимые в ТКП 45-2.04-43–2006 и СНБ 2.04.02–2000, а также в таблице 2.1 расчетные параметры температур наружного воздуха базируются на статистических наблюдениях, проводимых по всем областям Республики Беларусь в течение последних 50 лет.

2.2 Теплотехнический расчет системы отопления

Оптимизация теплоэнергетического воздействия наружного климата на тепловой баланс здания может быть оптимизировано за счет выбора формы здания (для зданий прямоугольной формы принимаются в расчет такие параметры, как его размеры и ориентация), расположения и площадей заполнения световых проемов, регулирования фильтрационных потоков. Для этого проводится **теплотехнический расчет системы отопления.**

Температурная обстановка в помещении зависит от тепловой мощности системы отопления, а также от расположения обогревающих устройств, теплозащитных свойств наружных ограждений, интенсивности источников поступления и потерь теплоты через наружные ограждения. В установившемся режиме потери тепла ($-Q$) через наружные стены, оконные проёмы, крышу, пол, а также за счёт воздухообмена, включая инфильтрацию, равны тепlopоступлениям ($+Q$) от системы отопления, от работающих электроприборов, в процессе приготовления пищи, за счёт солнечной радиации. Потери теплоты через внутренние ограждающие конструкции помещений допускается не учитывать, если разность температур в этих помещениях равна $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ и менее.

Дефицит теплоты $\Delta Q_{\text{п}}$ указывает на необходимость устройств в помещении отопления, а избыток теплоты обычно ассимилируется вентиляцией.

Для определения тепловой мощности системы отопления составляют баланс часовых расходов теплоты для расчетного зимнего периода:

$$Q_{\text{от}} = \Delta Q = Q_{\text{отр}} + Q_{\text{вент}} \pm Q_{\text{т-б}}, \quad (2.1)$$

где $Q_{\text{отр}}$ – потери теплоты через наружные ограждения;

$Q_{\text{вент}}$ – расход теплоты на нагрев воздуха, поступающего в помещение;

$Q_{\text{т-б}}$ – технологические и бытовые выделения или расходы теплоты.

Баланс составляется для стационарных условий, когда возникает наибольший дефицит тепла при заданном коэффициенте обеспеченности.

Как при ручном, так и при компьютерном расчете тепlopотерь при заполнении исходных данных в таблицу 2.3 важно правильно определить площади ограждений (наружные стены, полы, потолки, окна, двери). Расчетная площадь ограждающих конструкций F определяется по правилам обмера. При этом необходимо предварительно вычертить планы и разрез здания в масштабе 1:100. Толщина наружных ограждений должна быть вычерчена в масштабе в соответствии с теплотехническим расчетом.

Линейные размеры ограждающих конструкций следует определять с точностью до 0,01 м, а площадь – с точностью до 0,1 м².

Для определения тепlopотерь отдельными помещениями и зданием в целом необходимо иметь следующие исходные данные: планы этажей и характерные разрезы по зданию со всеми строительными размерами; выкопировку из генерального плана с обозначением стран света и розы ветров; назначение каждого помещения; место постройки здания (название населенного пункта); конструкции всех наружных ограждений, обоснованные теплотехническим расчетом.

Расчетные основные и добавочные потери теплоты помещения определяются суммой потерь теплоты через отдельные ограждающие конструкции Q , Вт, с округлением до 10 Вт для помещений:

$$Q = \frac{F(t_{в} - t_{н})n}{R_0} (1 + \sum \beta). \quad (2.2)$$

где F – поверхность ограждения, м²;

$t_{в}$, $t_{н}$ – расчетные температуры соответственно внутреннего (таблица 2.2) и наружного воздуха (см. таблицу 2.1), °С;

n – коэффициент учета положения наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху; например, для наружной стены значение коэффициента принимается равным 1; для чердачного перекрытия – 0,9; подвального – 0,6;

R_0 – общее сопротивление теплопередачи конструкции ограждения;

β – добавочные теплопотери.

Значения расчетных *внутренних температур* $t_{в}$ для отдельных помещений жилых, общественных и производственных зданий приведены в таблице 2.2 [5, 11].

Добавочные теплопотери β через ограждающие конструкции следует принимать в долях от основных потерь [11]:

β_1 – *ориентацию наружных ограждений по сторонам света* (рисунок 2.2): на север, восток, северо-восток, северо-запад – 0,1; на запад и юго-восток – 0,05; на юг и юго-запад – 0;

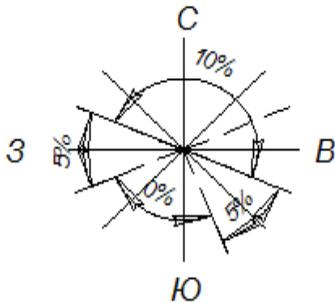


Рисунок 2.2 – Поправка на ориентацию ограждений в отношении стран света

Для систематизации расчеты теплопотерь заполняют в специальной ведомости (таблица 2.3). Наименования помещений и ограждений сокращают:

Таблица 2.2 – Расчетная температура внутреннего воздуха

Помещение	$t_{в}$, °С
Жилая комната, кухня	18
Угловая комната	20
Совмещенный санузел	25
Лестничная клетка, коридор	16

β_2 – *в угловых помещениях* дополнительно по 0,05 на каждую стену и окно;

β_3 – *проникание в помещение холодного воздуха при открывании наружных дверей при высоте здания h* . Для учета затраты теплоты на его нагревание вводят надбавки к теплопотерям наружных дверей: при одинарных дверях – 0,22 h ; при двойных дверях без тамбура – 0,34 h , с тамбуром между ними – 0,27 h .

Добавочные потери теплоты на нагревание инфильтрующегося воздуха $Q_{и}$ учитываются добавками к основным потерям или определяются специальным расчетом [11].

кухня – К; жилая комната – ЖК; лестничная клетка – ЛК и т. д.; наружная стена – НС, пол – Пл, потолок – Пт, окно – О; наружная дверь – ДН и т. д.

Теплопотери лестничной клетки определяют, как одного помещения по всей ее высоте. Для упрощения вычислений удобнее из площади стен площадь окон и дверей не вычитать, но коэффициенты теплопередачи k_o и k_d принимать уменьшенными на величину $k_{н,с}$ для стен.

В сводной таблице 2.3 приводятся суммарные теплопотери ограждениями по помещениям и общие теплопотери по всему зданию.

Таблица 2.3 – Расчет теплопотерь помещений здания

Номер помещения и назначение	Наименование ограждения	Размеры	Площадь, м ²	Ориентация ограждения	Сопротивление теплопередач R , (м ² ·С/Вт)	Внутренняя температура $t_{в}$, °С	Разность температур ($t_{в} - t_{н}$), °С	Коэффициент n	Основные теплопотери Q , Вт	Добавочные теплопотери в долях β			Расчетные теплопотери ограждений, Вт	Расчетные теплопотери помещения, Вт
										β_1	β_n	β		

В результате получают потери теплоты по каждому помещению, суммирование которых дает *общие потери теплоты Q всего здания, которые и определяют тепловую мощность системы отопления.*

Расчёт тепловых нагрузок на системы отопления по укрупнённым показателям используют только для ориентировочных подсчётов и при определении потребности в теплоте района, города, т. е. при проектировании централизованного теплоснабжения.

Удельной тепловой характеристикой q удобно пользоваться для тепло-технической оценки здания [4]. Величина q определяет средние теплопотери 1 м³ здания, отнесённые к разности температуры 1°С. Величину q обычно приводят в перечне основных характеристик проекта здания.

По укрупненным показателям можно определить теплопотери для здания в целом, а также ориентировочную мощность котельной или центрального теплового пункта (ЦТП) на группу зданий, что удобно на ранних ста-

дях проектирования, например, при получении технических условий. Для выполнения рабочих чертежей отопления зданий пользоваться укрупненными показателя недопустимо.

Значение $q_{зд}$ зависит в основном от отношения площади наружных ограждений к объему здания и их теплозащитных свойств, а также от назначения, этажности, формы, степени остекления здания и района постройки.

Рекомендуемые значения удельной тепловой характеристики для жилых зданий приведены в таблице В.1. Например, для здания средней этажности (3–5 этажей) с наружными стенами из мелкоштучных материалов $q_{зд} = 0,57 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.

Если фактическое значение $q_{зд}$ отличается от нормативной не более чем на 10–15 %, то здание отвечает теплотехническим требованиям. В случае большего превышения сравниваемых значений необходимо объяснить возможную причину и наметить меры повышения тепловой характеристики здания [15].

Удельные расходы тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий q_A , $\text{Вт} \cdot \text{ч}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{сут})$, и q_V , $\text{Вт} \cdot \text{ч}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{сут})$, следует определять по формулам

$$q_A = \frac{Q_s}{A_{bu} D} \cdot 10^3; \quad (2.3)$$

$$q_V = \frac{Q_s}{V_{bu} D} \cdot 10^3, \quad (2.4)$$

где Q_s – суммарный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, кВт·ч.

A_{bu} – отапливаемая площадь здания, м^2 , определяемая по внутреннему периметру наружных вертикальных ограждающих конструкций;

V_{bu} – отапливаемый объем здания, м^3 ;

D – количество градусо-суток отопительного периода, $^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$, определяемое как $D = (t_{п} - t_{н.от.п}) Z_{от}$;

$t_{п}$ – средневзвешенная по объему зданию расчетная температура внутреннего воздуха в помещениях, $^\circ\text{C}$;

$t_{н.от.п}$ – средняя температура наружного воздуха (см. таблицу 2.1);

$Z_{от}$ – продолжительность отопительного периода, сут (см. таблицу 2.1).

С 1 марта 2017 г. приказом Минстройархитектуры от 17.02.2017 № 33 «Об утверждении и введении в действие технического нормативного правового акта» введено в действие изменение № 5 к ТКП 45-2.04-196–2010 «Тепловая защита зданий. Теплоэнергетические характеристики. Правила определения».

В изменении № 5 приводятся новые термины и их определения, обозначения, текст нового раздела 7 «Воздухопроницаемость при стандартном перепаде давления».

Непосредственно сам ТКП устанавливает:

– правила определения теплоэнергетических характеристик тепловой защиты вновь строящихся и реконструируемых (модернизируемых) зданий различного назначения;

– нормативный удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период, нормативную воздухопроницаемость при стандартном перепаде давления для жилых и общественных зданий;

– классификацию жилых и общественных зданий по потреблению тепловой энергии на отопление и вентиляцию.

2.3 Теплоснабжение зданий

Теплоснабжение представляет собой снабжение теплом различных зданий и сооружений (жилых, общественных, промышленных) с целью обеспечения технологических и коммунально-бытовых нужд потребителя. Оно может быть централизованным и местным.

Система централизованного теплоснабжения – это источник тепла, тепловая сеть и теплопотребляющие установки, которые присоединяются к сети посредством тепловых пунктов. В качестве источников тепла могут быть использованы:

– ТЭЦ (теплоэлектроцентрали, обеспечивающие комбинированную выработку тепловой и электрической энергии) (рисунок 2.3);

а)



б)



Рисунок 2.3 – Генераторы центральных систем отопления:

а – модульная блочная котельная, *б* – ТЭЦ

- котельные установки большой мощности (вырабатывают только тепловую энергию);
- устройства, предназначенные для утилизации промышленных тепловых отходов;
- установки для использования тепла геотермальных источников.

К местным системам отопления относят электрическое, газовое (при горении газа непосредственно в отопительных установках) и печное отопление. Радиус действия местных систем отопления ограничен одним-двумя помещениями. К местным относятся и поквартирные системы, у которых котел устанавливается на одну квартиру. Примеры котлов для местных систем отопления приведены на рисунке 2.4.



Рисунок 2.4 – Котлы для местных систем отопления:
а – твердотопливный; *б* – газовый настенный; *в* – электрический напольный

Централизованное теплоснабжение имеет сразу несколько существенных преимуществ по сравнению с местным:

- существенно сниженный расход топлива;
- минимальные эксплуатационные затраты;
- возможность использования низкосортного топлива;
- улучшение санитарного состояния населенных мест;
- уменьшение степени загрязнения воздушного бассейна.

Теплоснабжение может различаться и в зависимости от схем присоединения установок отопления. Так, оно может быть зависимым и независимым.

Зависимые системы характеризуются тем, что из тепловой сети теплоноситель поступает в отопительные установки потребителя. А в *независимой системе* теплоноситель сразу отправляется в промежуточный теплообменник, который установлен в тепловом пункте. В этом теплообменнике он нагревает вторичный теплоноситель, который циркулирует в местной уста-

новке потребителя. Таким образом, установки потребителя в независимых системах гидравлически изолированы от тепловой сети.

Существует еще одна классификация систем теплоснабжения – в зависимости от схемы, посредством которой присоединяются установки горячего водоснабжения. В этом случае она может быть: закрытой или открытой.

В *закрытой системе* на горячее водоснабжение вода поступает из водопровода, предварительно нагретая в теплообменниках, которые установлены в тепловых пунктах, до требуемой температуры (как правило, 50 °С) водой из тепловой сети.

Открытые системы предусматривают подачу воды непосредственно из тепловой сети (так называемый непосредственный водоразбор).

В системах регулирование отпуска тепла может осуществляться как в теплопотребляющих установках, так и в источнике тепла.

Водяное теплоснабжение, как правило, предполагает качественное центральное регулирование подачи тепла, осуществляемое по основному виду тепловой нагрузки – отоплению либо по сочетанию двух видов нагрузки – горячего водоснабжения и отопления. *Качественное центральное регулирование* подачи тепла заключается в изменении температуры теплоносителя, который подается в тепловую сеть от источника теплоснабжения, в соответствии с принятым графиком температуры (другими словами, зависимостью необходимой температуры в сети от того, какова температура наружного воздуха).

Качественное центральное регулирование может быть дополнено *количественным местным регулированием* в тепловых пунктах. В основном оно осуществляется автоматически и нашло наибольшее распространение при горячем водоснабжении.

2.4 Классификация систем отопления

Система отопления (СО) – это совокупность технических элементов, предназначенных для получения, переноса и передачи во все обогреваемые помещения количества теплоты, необходимого для поддержания температуры на заданном уровне, которая должна обеспечивать основные общие требования:

- санитарно-гигиенические – поддерживать заданную температуру воздуха и внутренних поверхностей ограждений помещения во времени, в плане и по высоте при допустимой подвижности воздуха, при ограничении температуры на поверхности отопительных приборов, отвечающие СНБ 4.02.01–03 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» [1];

- экономические – приведенные затраты на отопление должны быть минимальными, а при эксплуатации должно соблюдаться условие экономного расхода тепловой энергии;

– архитектурно-строительные – СО должны соответствовать интерьеру помещений, быть компактными и увязываться со строительными конструкциями и сроком строительства здания;

– монтажные – должны обеспечивать монтаж системы промышленными методами с максимальным использованием унифицированных узлов заводского изготовления при минимальном количестве типоразмеров;

– эксплуатационные – СО должны быть просты, удобны в управлении и ремонте, бесшумны и безопасны в течение всего периода работы.

Отопительная установка должна отдавать помещениям столько теплоты, сколько нужно для компенсации теплопотерь, обладая при этом необходимой теплоустойчивостью в соответствии с изменяющимися внешними и внутренними факторами.

Перенос тепла в системах отопления осуществляется при помощи жидкой или газообразной среды, называемой *теплоносителем*.

Системы отопления состоят из трех основных элементов (рисунок 2.5):

- генератора (теплообменника) для получения теплоты I ;
- теплопроводов для транспорта теплоносителя от места выработки к отапливаемому помещению 2 и обратно к теплогенератору 3 ;
- отопительных приборов 4 – элементов для передачи теплоты в помещения.

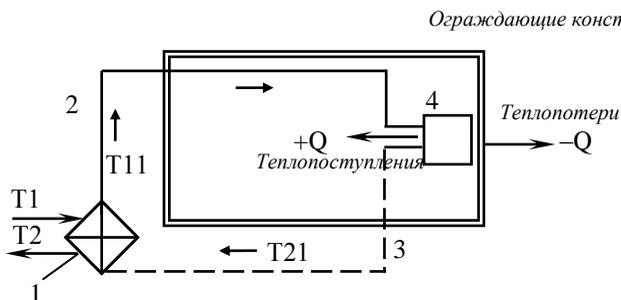


Рисунок 2.5 – Принципиальная схема системы отопления

В зависимости от вида основного теплоносителя системы отопления подразделяются на водяные, паровые, воздушные и газовые.

Водяные системы гигиеничнее паровых (меньшая и достаточно постоянная температура на поверхности нагревательных приборов), поэтому они и получили наибольшее распространение в помещениях с длительным пребыванием людей (жилые, больничные, общественные здания). Паровые и воздушные системы в основном применяются в промышленных сооружениях. Воздушное отопление устраивают в помещениях значительного объема, в том числе в зданиях общественного назначения. Газовое отопление

изредка применяется в промышленных зданиях с временным пребыванием людей. Вместе с тем газ широко применяется для отопления как топливо в котлах систем водяного и воздушного отопления.

По способу перемещения теплоносителя центральное отопление подразделяется на системы:

- с естественным побуждением (гравитационные), действующие за счет разности давлений столбов охладившейся и горячей воды или охладившегося и нагретого воздуха;
- искусственной циркуляцией (насосные), в которых движение воды достигается с помощью насоса или водоструйного элеватора, а движение воздуха в системах воздушного отопления – с помощью вентилятора.

По способу передачи тепла системы отопления классифицируют и на три группы: конвекционные, лучистые и конвекционно-лучистые.

Примером конвекционной системы может служить система отопления с конвекторами или ребристыми трубами.

К лучистым системам отопления относят системы, при работе которых средневзвешенная температура поверхностей ограждающих конструкций выше температуры воздуха помещения. Такие условия достигаются развитой, умеренно нагретой поверхностью (потолка, стены, пола) и подвесными нагретыми панелями.

Печное отопление и системы с радиаторами относят к конвекционно-лучистой группе.

Система отопления всегда являлась основой строительства любого сооружения. Поэтому важным является правильное проектирование систем отопления, с использованием передовых технологий, инженерных достижений и индивидуального подхода в зависимости от функционального назначения. Целесообразная расстановка источников тепла, правильный выбор типа схемы отопления, определение теплопотерь в помещении и т. д. – основа расчета на стадии проектирования. При этом необходимо учитывать предъявляемые нормы и требования, а также особенности современного отопительного оборудования. Вся проектная документация должна согласовываться и основываться на действующих ТНПА и ГОСТах, предусмотренных Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации».

Начальной стадией при проектировании является сбор данных об объекте, который включает в себя:

- определение функций помещений (для поддержания определенной температуры);
- тип объекта (жилой или нежилой);
- ознакомление с планировкой объекта, отапливаемой площадью;

- учет климатологических условий местности (СНБ 2.04.02–2000 «Строительная климатология»);
- измерение температурного режима;
- толщина стен и перекрытий, тип фундаменты и площадь остекления, материал фундамента, ориентация по сторонам света и объемный коэффициент здания;
- необходимое количество теплоты для каждого помещения;
- составление технического задания на проектирование;
- выбор схемы систем отопления;
- составление ориентировочной сметы;
- концепция-эскиз проекта отопления.

Все тепловые расчеты должны соответствовать требованиям ТКП 45-2.04-43–2006 «Строительная теплотехника», СНБ 4.02.01–03 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» и основываться на методике расчета потерь тепловой энергии в сетях теплоснабжения с учетом их износа, срока и условий эксплуатации.

Тепловой режим. Тепловой расчет систем отопления определяет потребность объекта в тепловой энергии, годовое и суточное потребление топлива. Предполагает расчеты: основных потерь, потерь на нагревание инфильтрирующего (неорганизованный воздухообмен, возникающий под действием ветровых и гравитационных сил (окна, щели, двери т. д.) воздуха, точный расчет потерь в каждом помещении, трансмиссионные потери (теплообмен через ограждающие конструкции), определение тепловых нагрузок. Полученные при расчете данные используются для выбора оптимальной системы отопления. Выделим четыре: водяную, паровую, воздушную и инфракрасную.

Водяная система отопления состоит из трубопроводов, радиаторов, котла и насоса. По принципу движения теплоты её разделяют на систему с принудительной рециркуляцией (теплоноситель движется при помощи насоса) и с естественной рециркуляцией. Тепловым генератором водяной системы служит котел (газовый или электрический). Газовый котел работает на природном газу, являясь более экономичным и независимым (электроэнергия). В электрическом котле теплоноситель (вода) получает энергию от термоэлектрического нагревателя. Основное достоинство таких котлов – простота монтажа и эксплуатации. Важную роль при проектировании систем водяного отопления играет выбор радиаторов по их техническим характеристикам и стоимости.

Нормами безопасности паровое отопление не рекомендуется проектировать для жилых помещений, поскольку представляет высокую опас-

ность для здоровья и жизни проживающих в доме людей из-за очень высокой температуры радиаторов – до 130 °С.

В Республике Беларусь такие системы проектируют в основном на предприятиях, где есть промышленный отбор пара. Теплоносителем в паровой системе является водяной пар, а источник тепла – отопительный паровой котел. Отопительными приборами в такой системе являются радиаторы, конвекторы, оребренные или гладкие трубы. Регулировка температуры в помещении зависит от расхода пара. Преимущества разработки такой схемы отопления: быстрый прогрев теплоносителя и отсутствие потерь. Минус схемы – высокая температура на поверхности отопительных приборов.

Воздушное отопление. Теплоносителем в такой схеме является воздух начальных параметров, который нагревается в специальной печи (газовой или дизельной) и при помощи нагнетателя подается в помещения. За распространение теплого воздуха в воздушной системе отвечают воздуховоды, которые выполняют и рециркуляционную функцию, возвращая холодный воздух обратно в печь. Очищение воздуха осуществляется благодаря фильтрам. Плюсами воздушного принципа подогрева воздуха являются высокий КПД, простота монтажа и экономичность.

Инфракрасное отопление. Обогрев помещения в данной схеме производится благодаря тепловым потокам, которые нагревают предметы, а не окружающий воздух, как в классических схемах отопления (принцип конвекции). Путем теплообмена нагретые предметы передают тепло окружающему воздуху. Проектирование при этом подразумевает, что из-за локального применения инфракрасных излучателей, чаще всего их используют для обогрева конкретных областей помещений или рабочей зоны. Плюсом такой схемы является простота монтажа (кронштейны) и высокий КПД (~90 %).

Гидравлический расчет систем отопления выполняется после выбора конструкции системы и расчета тепловых нагрузок. Гидравлический расчет определяет выбор насоса и оптимальный диаметр труб для циркуляции теплоносителя на каждом участке объекта.

Учитывая все произведенные расчеты, проектирование переходит к следующему этапу – конструирование системы. Этот этап включают: размещение согласованных с расчетами отопительных приборов, расположение запорно-регулирующей арматуры, место пуска.

Завершающий этап при разработке – согласование проекта в соответствующих органах Беларуси. При согласовании проекта соответствующая служба регламентирует использование тех или иных инженерно-технических решений, применение качественных и сертифицированных агрегатов и материалов.

Рассмотрим кратко основное оборудование систем водяного отопления.

2.5 Отопительные приборы и регулирование теплоотдачи

Отопительные приборы (ОП) являются основным элементом системы отопления и предназначены для передачи тепла помещению от теплоносителя. Ко всем отопительным приборам, независимо от вида, мощности и месторасположения, предъявляются следующие требования:

1) *санитарно-гигиенические:*

- низкая температура наружной поверхности (корпуса);
- наименьшая площадь горизонтальной поверхности для уменьшения отложений пыли;
- доступность отопительного прибора и ограждающих поверхностей вокруг него для очистки от пыли;

2) *экономические:*

- оптимальная стоимость самого прибора и работ по его монтажу и эксплуатации;

– наименьший расход металла;

3) *архитектурно-строительные:*

- эстетичный внешний вид, как можно более соответствующий интерьеру помещения;
- небольшие габаритные размеры (но не менее 75 % ширины светового проема);

4) *производственно-монтажные:*

- наименьшие трудозатраты при монтаже, отчасти обусловленные максимальной механизацией работ;
- достаточная механическая прочность отопительных приборов, гарантирующая, что они не развалятся во время установки;

5) *эксплуатационные:*

- теплоустойчивость отопительного прибора;
- наличие возможности регулировать его теплоотдачу;
- водонепроницаемость при предельно допустимом в рабочих условиях гидростатическом давлении;

б) *теплотехнические:*

- отопительные приборы должны обеспечивать наибольшую плотность удельного теплового потока, приходящегося на единицу площади.

- коэффициент теплопередачи ОП должен быть не менее 9–16 Вт/(м²·К).

Все отопительные приборы по преобладающему способу теплоотдачи делятся на три группы:

- *радиационные*, передающие излучением не менее 50 % общего теплового потока. К этой группе относятся потолочные отопительные панели и излучатели;

- *конвективно-радиационные*, передающие конвекцией от 50 до 75 % общего теплового потока. Эта группа включает радиаторы секционные и панельные, гладкотрубные приборы, напольные отопительные панели;

– *конвективные*, передающие конвекцией не менее 75 % общего теплового потока. К этой группе принадлежат конвекторы и ребристые трубы.

В эти три группы входят отопительные приборы пяти основных видов: радиаторы секционные и панельные, гладкотрубные приборы (эти три вида приборов имеют гладкую внешнюю поверхность), конвекторы, ребристые трубы (имеют ребристую поверхность). К приборам с ребристой внешней поверхностью относятся также калориферы, применяемые для нагревания воздуха в системах воздушного отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

Отопительный приборы, применяемые в системах центрального отопления, подразделяются:

по материалу – на приборы *металлические* (чугунные, стальные, алюминиевые, биметаллические), *малометаллические* (комбинированные), и *неметаллические* (керамические, бетонные и др.);

В *комбинированных* приборах используют теплопроводный материал (бетон, керамику), в который заделывают стальные или чугунные греющие элементы (панельные радиаторы). Оребренные металлические трубы помещают в неметаллический кожух (конвекторы).

К неметаллическим приборам относят бетонные панельные радиаторы, потолочные и напольные панели с заделанными металлическими или пластмассовыми греющими трубами или с пустотами без труб, а также керамические, пластмассовые и тому подобные радиаторы;

– внешней поверхности – на *гладкие* (радиаторы и панели), *ребристые* (конвекторы, ребристые трубы);

– высоте – на *высокие* (высотой более 650 мм), *средние* (400–650 мм), *низкие* (200–400 мм) и *плинтусные* (до 200 мм вкл.);

– глубине (толщине) – *малой* (до 120 мм вкл.), *средней* (более 120 до 200 мм) и *большой* глубины более (200 мм);

– величине тепловой инерции – приборы *малой и большой инерции*. К приборам малой тепловой инерции относят приборы, имеющие небольшую массу материала и вмещаемой воды. Такие приборы с греющими трубами малого диаметра (например, конвекторы) быстро изменяют теплоотдачу при регулировании количества подаваемого теплоносителя. Приборы, обладающими большой тепловой инерцией, считают массивные приборы, вмещающие значительное количество воды (например, чугунные радиаторы). Такие приборы изменяют теплоотдачу сравнительно медленно.

Независимо от типа ОП при его выборе необходимо обращать внимание на два параметра: *тепловую мощность ОП* и *давление* в системе отопления, которое он может выдержать. Тепловая мощность отопительного прибора $Q_{\text{пр}}$ показывает количество теплоты, выделяемое им за единицу времени. $Q_{\text{пр}}$ зависит от разницы температур между теплоносителем и окружающей средой, площади поверхности, теплопроводности материала прибора (<https://otoplenie-gid.ru/operacii/raschety/703-teplovaya-moshhnost>).

Для предварительной оценки тепловой мощности ОП можно принять, что для обогрева 10 м^2 площади хорошо утепленного помещения при высоте потолков до 3 м достаточно 1 кВт [1]. Это без учета остекления, толщины ограждающих конструкций и других факторов. Поэтому для окончательного выбора необходимо провести профессиональные расчеты ОП.

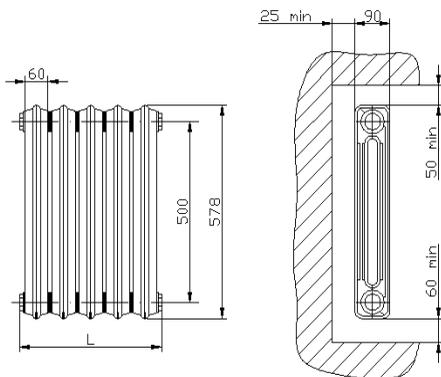
Рабочее давление ОП говорит о том, на какое давление в системе он рассчитан. Этот параметр особенно важен при установке в многоэтажных городских домах, т.к. в этом случае давление в системе отопления значительно выше, чем в домах с индивидуальным отоплением.

Рассмотрим основные **виды ОП**, широко используемых при строительстве и реконструкции систем отопления в современных жилых, общественных и промышленных зданиях Беларуси, а также их отличительные особенности, достоинства и недостатки.

Радиатором принято называть конвективно-радиационный ОП, состоящий либо из отдельных колончатых элементов – секций с каналами круглой или эллипсообразной формы, либо из плоских блоков с каналами колончатой или змеевиковой формы.

Чугунные (рисунок 2.6) имеют более чем 100-летнюю историю. Чугунные секционные отопительные радиаторы предназначены для систем отопления жилых, общественных и производственных зданий повышенной этажности с температурой теплоносителя до 130 °C и рабочим избыточным давлением до 0,9 МПа (9 кгс/см²).

Рисунок 2.6 – Чугунный нагревательный прибор 2КП-90×500:
500 – монтажная высота; 578 – полная высота; 60 – длина секции;
90 – строительная глубина
(<http://www.radiator.by/radiators.html>)



Минский завод отопительного оборудования выпускает следующие типы чугунных радиаторов: МС-140М и БЗ-140-300 – традиционные двухканальные и трехканальные радиаторы малой и средней высоты; 2К60П – двухканальные секционные радиаторы современного дизайна; 1К60П – новые одноканальные радиаторы и другие типоразмеры, которые имеет улучшенный внешний вид. Особенностью радиаторов этого типа является их высокая инерционность.

Стальные панельные (рисунок 2.7) состоят из двух отштампованных листов, образующих горизонтальные коллекторы, соединенные вертикальными колонками (колончатая форма – горизонтальные параллельно и последовательно соединенные каналы).

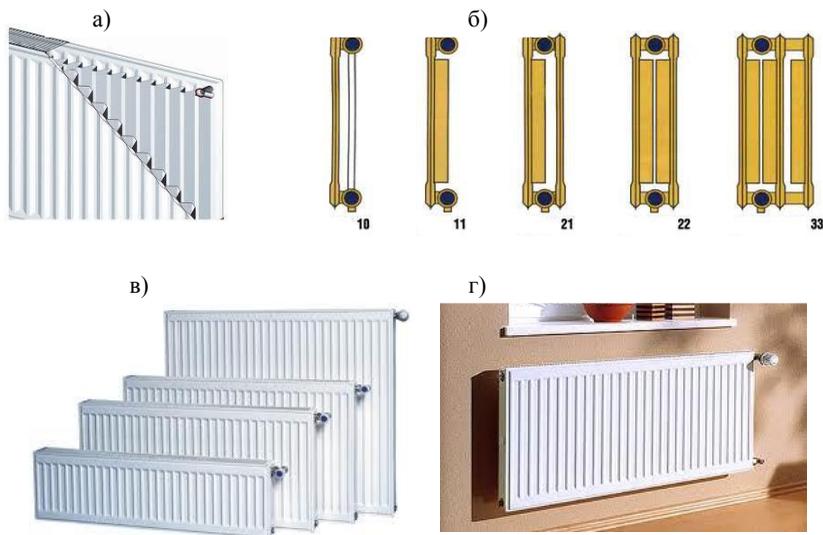


Рисунок 2.7 – Стальной панельный радиатор:
а – разрез; *б* – типоразмеры; *в*, *г* – примеры (<http://lidea.by/radiators/category/5>)

Радиаторы стальные панельные различными производителями могут выпускаться с боковым либо универсальным подключением (нижнее и боковое). В том случае, если речь идет о системах с универсальным подключением, следует отметить, что они снабжаются встроенным термоклапаном ручного управления, при этом существует возможность установки автоматического контроля (автоматической термоголовки).

Большое разнообразие длин (от 400 до 3000 мм), высот (300, 500, 600, 700 мм) и типов (10, 11, 20, 21, 22, 30, 33) позволяет проектировать рациональные и эстетичные отопительные системы с учетом разнообразия современных архитектурных и строительных решений зданий.

Стальные панельные радиаторы отличаются от чугунных секционных меньшей массой и тепловой инерцией. Их внешний вид удовлетворяет архитектурно-строительным требованиям, особенно в зданиях из крупных строительных элементов. Конструкция приборов позволяет механизировать их производство с автоматизацией процессов, сократить затраты труда при монтаже.

В настоящее время в Беларуси организовано современное производство стальных панельных радиаторов «Лидея». Их изготавливают из двух штампованных зеркально симметричных листов из высококачественной холоднокатаной стали толщиной 1,2 мм в соответствии с EN 10 131. По периметру листы свариваются роликовым швом, а между вертикальными водоканалами – точечной сваркой. Шаг вертикальных водоканалов составляет 33,3 мм. Конвекторы из стального листа толщиной 0,4 мм в соответствии с EN 10 131 привариваются к панелям с тыльной стороны непосредственно к наружным стенкам вертикальных водоканалов точечной сваркой.

Стальные панельные радиаторы предназначены для применения в автономных системах водяного отопления жилых, административных и общественных зданий. Для повышения эксплуатационной надежности стальные панельные радиаторы рекомендуется использовать в системах отопления только с независимой схемой подсоединения, оборудованных, в частности, закрытыми расширительными сосудами.

Данный тип радиаторов применяется в одно- и двухтрубных системах отопления с горизонтальным и вертикальным размещением трубопроводов, объединяющих отопительные приборы. Радиаторы могут применяться как в насосных или элеваторных, так и в гравитационных системах отопления.

Алюминиевые радиаторы отопления (рисунок 2.8) предназначены как для одноконтурных, так и для двухконтурных водяных систем отопления помещений. Эти радиаторы отличаются высокой отдачей тепла и экономичностью в эксплуатации. Отличаются современным дизайном. Длина алюминиевого радиатора и его мощность «набирается» из отдельных секций, что позволяет достаточно точно подобрать требуемые параметры для отопления конкретного помещения.

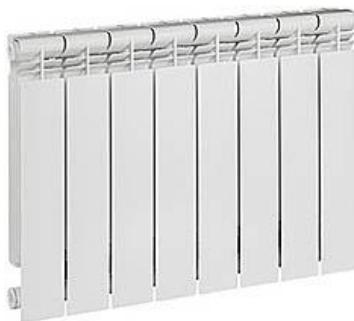


Рисунок 2.8 – Алюминиевый радиатор

Рабочее давление алюминиевых радиаторов различных производителей существенно отличается. Можно выделить два типа алюминиевых секционных радиаторов: стандартный «европейский» тип, рассчитанный на рабочее давление примерно 0,6 МПа (6 атм.), для применения в коттеджах и других автономных системах отопления. И «усиленный» радиатор с рабочим давлением не менее 1,2 МПа.

Плоские блоки радиаторов делают также из тяжелого бетона (*бетонные отопительные панели*), применяя нагревательные элементы из металлических или пластмассовых труб. Бетонные панели располагают в наружных ограждающих конструкциях помещений (совмещенные панели) или при-

ставляют к ним (приставные панели). Бетонные панели, особенно совмещённого типа, отвечают санитарно-гигиеническим и архитектурно-строительным требованиям. К недостаткам совмещённых панелей относятся трудность ремонта, большая тепловая инерция, усложняющая регулирование теплоотдачи, увеличение теплопотерь через дополнительно прогреваемые наружные конструкции зданий. Поэтому в настоящее время они применяются ограниченно.

Конвекторы – от латинского *convectio*, которое можно перевести как «образование восходящего потока воздуха вблизи нагретой поверхности». Когда в конвектор поступает теплоноситель, находящийся непосредственно под прибором воздух нагревается и устремляется вверх, к потолку. Затем он движется к противоположной стене и, постепенно охлаждаясь, опускается. Таким образом, конвектор создает циркуляцию, обеспечивающую интенсивное перемешивание воздушных слоев и прогрев всех без исключения участков помещения (рисунок 2.9).

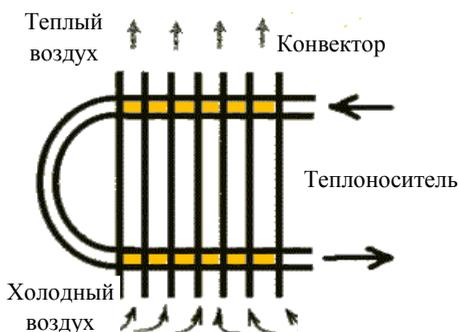


Рисунок 2.9 – Схема работы конвектора

С точки зрения теплофизики конвекторы – оптимальный вариант для помещений с большими окнами: приборы эффективно противостоят потокам холодного воздуха, которые опускаются с поверхности стекла к полу.

В настоящее время в зависимости от источников тепла выпускают следующие типы конвекторов: *электрические, газовые, водяные*. В зависимости от материалов, используемых при производстве агрегатов, выделяют конвекторы отопления *стальные, алюминиевые, медные, чугунные*.

Традиционные модели конвекторов состоят из двух элементов – ребристого нагревателя (одной или нескольких металлических труб, на которых с интервалом в пять – десять миллиметров закреплены десятки тонких прямоугольных пластин) и кожуха. Последний декорирует нагреватель и повышает его теплоотдачу. Конструктивно кожух (высота от 7 до 150 см) представляет собой прямоугольный короб или панель с боковыми стенками. Снизу он полностью открыт, а сверху проделаны отверстия для выхода воздуха или установлена декоративная решетка (рисунок 2.10).

Конвекторы бывают *проходными* (подключаются к системе отопления с двух сторон) и *концевыми* (оба питающих трубопровода расположены спра-

ва или слева от прибора). Кроме того, существуют модели с нижней (скрытой) подводкой теплоносителя.

По способу монтажа традиционные нагреватели подразделяют на *напольные, настенные* и *внутрипольные* (рисунок 2.11), а по высоте кожуха – на приборы в *низком* и *высоком* кожухе.

В соответствии с требованиями дизайна и условий эксплуатации для таких конвекторов имеется возможность выбора материала (алюминий, сталь, ценные породы дерева) и цвета декоративной решетки. При необходимости использования внутрипольных конвекторов повышенной мощности изготавливают модели со встроенными аксиальными, радиальными или тангенциальными (диаметральными) вентиляторами.

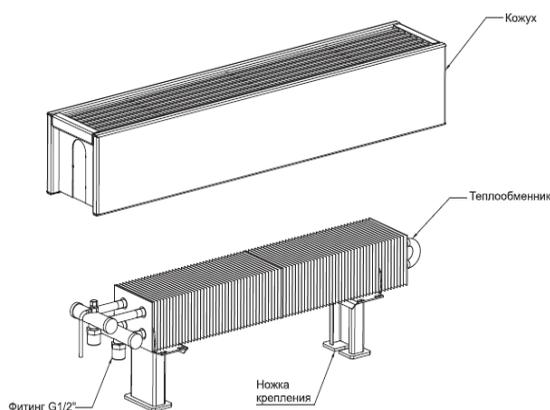


Рисунок 2.10 – Внешний вид конвектора



Рисунок 2.11 – Внутрипольный конвектор

Биметаллические радиаторы (рисунок 2.12) представляют собой радиатор, состоящий из 3–15 секций. Каждая секция изготовлена из стального регистра, на который нанесено тонкостенное оребрение из высококачественного алюминиевого сплава. Стальной регистр исключает контакт теплоносителя с алюминием, что не позволяет образованию электрохимической коррозии алюминиевого оребрения.

Радиаторы могут комплектоваться терморегуляторами для автоматического поддержания в помещении заданной температуры. При этом в однострунных системах отопления необходимо устанавливать замыкающие участки между подающими и обратными трубами.

Общие технические характеристики биметаллических радиаторов находятся в следующих пределах: рабочее избыточное давление – 2 МПа; макси-

мальная температура теплоносителя – плюс 110 °С; номинальный тепловой поток одной секции – 0,19 кВт, водородный показатель теплоносителя рН – 6,5–9.



Рисунок 2.12 – Биметаллический радиатор:
общий вид и разрез (<http://www.heatforhome.ru/index.php?ht=60>)

Ребристые трубы представляют собой фланцевую чугунную трубу, наружная поверхность которой покрыта совместно отлитыми тонкими ребрами длиной 1; 1,5 и 2 м с поверхностью нагрева 2,3 и 4 м². Их устанавливают горизонтально в несколько ярусов и соединяют по змеевиковой схеме на болтах с помощью «калачей» – фланцевых чугунных двойных отводов и контрфланцев.

Ребристые трубы в помещениях с продолжительным пребыванием людей не устанавливают.

Гладкотрубным называют прибор, состоящий из нескольких соединенных стальных труб большого (32–100 мм) диаметра, обладают высокой теплопередающей способностью. Вместе с тем эти толстостенные приборы тяжелы и громоздки, занимают много места. Их применяют в тех случаях, когда не могут быть использованы отопительные приборы других видов (например, для обогрева производственных помещений и гаражей).

Полотенцесушители, или радиаторы для ваннных комнат делятся на водяные, электрические и комбинированные. Как правило, в современных

системах полотенцесушители подключаются к системе отопления. Правильно рассчитанная тепловая мощность способствует созданию комфортных условий в помещении без его перегрева и увеличения эксплуатационных расходов.

В последнее время промышленность начала выпускать *дизайн-радиаторы*, которые отличаются различной формой в соответствии с требованиями дизайна.

Рассматривая отопительные приборы из различных материалов, можно отметить их достоинства и недостатки:

– из *алюминия* – плюсы: высокая теплоотдача, легкий вес, современный дизайн; минусы: жесткие требования к качеству теплоносителя и соблюдению режимов эксплуатации;

– *биметалла (сталь + алюминий)* – плюсы: адаптирован для работы в центральных системах отопления, высокая теплоотдача, легкий вес, современный дизайн; минусы: зауженные каналы прохождения теплоносителя;

– *стали (панельные и трубчатые радиаторы)* – плюсы: современный дизайн, возможность выбора цвета и формы для стальных трубчатых радиаторов; минусы: жесткие требования к качеству теплоносителя и соблюдению режимов эксплуатации;

– *чугуна* – плюсы: максимальный срок службы – не зависит от качества теплоносителя; минусы: чувствителен к гидроударам, тяжёлый вес.

Выбор отопительных приборов для конкретной системы отопления достаточно сложная инженерная задача, направленная на решение соответствующих технических требований, таких как рабочее и опрессовочное давление, теплоотдача, режим эксплуатации. После этого подбирается размер, форма и учитываются дополнительные параметры.

В последнее десятилетие произошел большой технологический скачок в развитии отопительной техники, и на рынке стали массово появляться качественные отопительные приборы из различных материалов с широким рядом типоразмеров белорусского, российского и зарубежного производства, которые соответствуют требованиям и области применения: для автономных и/или централизованных систем отопления жилых, административных и общественных зданий.

При выборе отопительных приборов следует учитывать прежде всего качество теплоносителя, а также состав воздушной среды помещений (стальные приборы без защитного покрытия нельзя применять при наличии в воздухе помещений веществ, агрессивных по отношению к металлу).

Принимают также во внимание назначение и архитектурно-технологическую планировку здания, особенности теплового режима помещений, места и длительность пребывания на них людей.

При повышенных санитарно-гигиенических, а также противопожарных и противозрывных требованиях выбирают приборы с гладкой поверхно-

стью – радиаторы панельные бетонные или стальные и гладкотрубные приборы (при обосновании).

При длительном пребывании людей в обычных условиях применяют приборы конвективно-радиационного и конвективного видов (не более двух видов приборов для всего здания или сооружения).

В производственных зданиях чаще используют приборы, обеспечивающие повышенную тепловую плотность по длине (радиаторы секционные, несколько ребристых труб друг над другом); в административно-бытовых зданиях – конвекторы без кожуха; в гражданских – радиаторы и конвекторы с кожухом. В помещениях, предназначенных для кратковременного пребывания людей, предпочтение отдается приборам с высокими технико-экономическими показателями.

Отопительные приборы должны обеспечивать равномерное обогревание помещений.

При проектировании, установке, эксплуатации и обслуживании отопительных приборов следует придерживаться существующих норм и правил (ТКП 45-1.03-85–2007 и 45-1.04-305–2016).

Отопительные приборы следует размещать, как правило, на стене под окном для создания «тепловой завесы». Длина ОП должна составлять не менее 75 % длины светового проема. Расстояние от прибора до стены зависит от его типа и способа установки радиатора, а также от того, является ли прокладка труб открытой или скрытой. Отопительные приборы устанавливаются так, чтобы их ребра располагались строго вертикально; в каждом данном помещении необходимо располагать все ОП на одном уровне: не менее 60 мм от пола; 50 мм от нижней поверхности подоконных досок; 25 мм от поверхности штукатурки стен.

При монтаже следует избегать неправильной установки радиаторов:

- слишком малое расстояние между полом и низом радиатора уменьшает эффективность теплообмена;
- слишком высокая установка с зазором между полом и низом радиатора (большим 150 мм) увеличивает градиент температур воздуха по высоте помещения, особенно в нижней его части;
- слишком малый зазор между верхом радиатора и низом подоконника приводит к уменьшению теплового потока радиатора;
- установка радиатора вплотную к стене или с зазором меньше 25 мм увеличивает теплопотери и ухудшает теплоотдачу прибора.

Установка перед радиатором декоративных экранов также приводит к ухудшению теплоотдачи и искажает работу термостата (рисунок 2.13). При установке отопительного прибора под окном его край со стороны стояка, как правило, не должен выходить за пределы оконного проема. При этом совмещение вертикальных осей симметрии отопительных приборов и окон-

ных проемов не обязательно. ОП следует устанавливать на одиночных или двойных (на планке) кронштейнах.

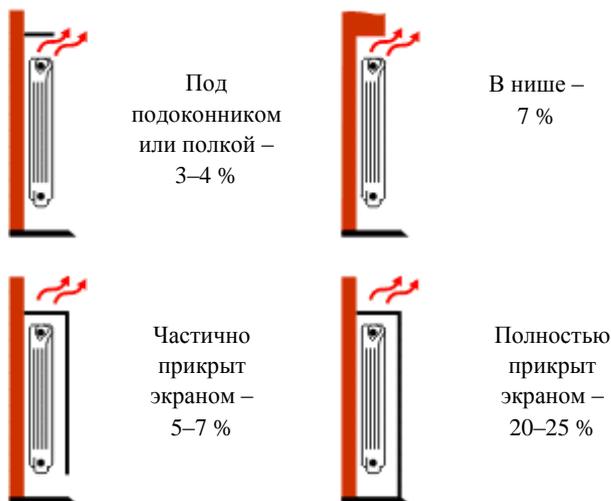


Рисунок 2.13 – Величина теплоотдачи ОП в зависимости от места и способа его установки (<http://santeh-montazh.ru/ustrad.php>)

В помещениях высотой более 6 м со световыми проемами наверху часть приборов располагают в верхней зоне.

Особое размещение отопительных приборов требуется на *лестничных клетках* – вертикальных шахтах снизу доверху здания. Естественное движение теплого воздуха в лестничных клетках в зимний период, усиливающееся с увеличением высоты, способствует теплопереносу в верхнюю их часть и вместе с тем вызывает переохлаждение нижней части. Поэтому ОП не следует размещать в отсеках тамбуров, имеющих наружные двери, во избежание замерзания воды в нём или в отводной трубе в том случае, если наружная дверь длительное время остаётся открытой.

Отопительные приборы лестничных клеток следует присоединять к отдельным стоякам по однотрубной проточной схеме.

В многоэтажных зданиях в настоящее время для отопления лестничных клеток применяют высокие конвекторы и рециркуляционные воздухонагреватели. В малоэтажных зданиях обычно используют приборы, выбранные для отопления основных помещений. Их размещают на первом этаже при входе за тамбуром и, в крайнем случае, переносят часть приборов (до 20 %

от их общей площади в двухэтажных, до 30 % – в трехэтажных зданиях) на промежуточную лестничную площадку между первым и вторым этажами.

Отопительные приборы размещают так, чтобы были обеспечены их осмотр, очистка и ремонт. Если применяется ограждение или декорирование приборов (кроме конвекторов с кожухом по техническим требованиям), то уменьшение номинального теплового потока укрытых приборов допустимо не более чем на 10 %.

С точки зрения потребителя радиатор водяного отопления имеет две важные характеристики – тепловую мощность и рабочее давление. Таким образом, для правильного выбора радиатора следует знать мощность, требуемую для обогрева помещения, и давление теплоносителя. Для определения нужной мощности следует умножить площадь помещения (в m^2) на 100 Вт. Если окна оборудованы хорошими стеклопакетами, то искомую величину можно взять с коэффициентом 0,8, а если помещение угловое – используют коэффициент 1,4. Рабочее давление в тепловой сети узнают в котельной или у сантехнического персонала, обслуживающего наружные сети.

Одним из простейших вариантов является подбор приборов отопления по эмпирическим данным.

Для климата, характерного для Беларуси, излучаемая мощность отопительного прибора данной конструкции берется из расчета 1 киловатт на 10 m^2 общей площади помещения (при условии, что высота потолка в квартире не превышает трех метров). Данная мощность позволяет нагревать помещение до +18...20 °С при максимально низкой температуре наружного воздуха. Кроме того, расчет отопительных приборов учитывает, что радиаторы устанавливаются непосредственно под окнами и сразу нагревают ниспадающий вниз холодный воздух от окон.

В угловом помещении расчет приборов отопления должен учитывать потерю тепла на дополнительное выхолаживание воздуха от контакта с переохлажденными стенами, поэтому число секций радиатора при этих условиях следует увеличить на 1–2 секции.

Данный расчет количества секций отопительных приборов точен при наличии в квартире деревянных окон, не оборудованных стеклопакетами. Если учесть, что наличие стеклопакета почти на четверть снижает потери тепла через оконные неплотности и охлажденные стекла, то количество секций можно уменьшить пропорционально.

Присоединение труб к отопительным приборам может быть с противоположных сторон (разностороннее) и с одной стороны (одностороннее) (рисунки 2.14). В зависимости от способа присоединения отопительного прибора к стоякам может изменяться их мощность теплоотдачи.

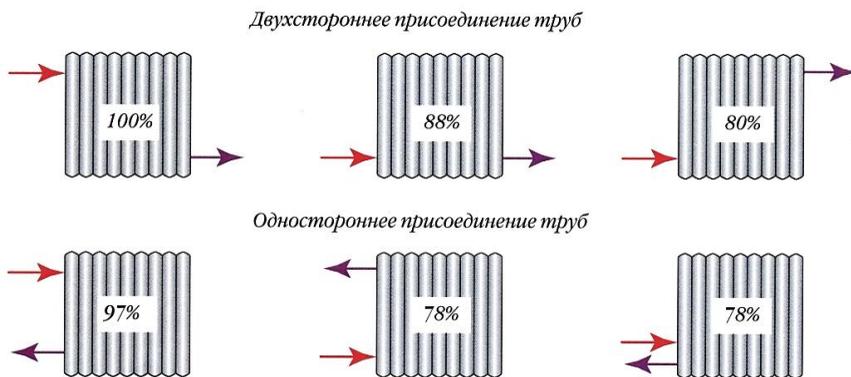


Рисунок 2.14 – Изменение мощности теплоотдачи отопительных приборов в зависимости от способа присоединения к ним труб
(<http://teplowood.ru/zamena-radiatorov-otopleniya-kak-vybrat-i-ustanovit.html>)

Тепловой поток вертикальных приборов зависит от расположения мест подачи и отвода из них теплоносителя воды. Теплопередача возрастает при подаче теплоносителя воды в верхнюю часть и отводе воды из нижней части прибора (направление движения – сверху – вниз) и понижается при направлении движения снизу – вверх. При установке отопительных приборов в несколько ярусов по высоте (радиаторов, конвекторов, гладких труб или ребристых труб) рекомендуется обеспечивать последовательное движение теплоносителя сверху – вниз (из верхнего яруса в нижние).

Теплопотребности помещений определяют площадь отопительных приборов, которая является постоянной характеристикой для каждого установленного прибора. Однако в течение отопительного сезона изменяется температура наружного воздуха, на ограждающие конструкции воздействует ветер и солнечная радиация, тепловыделения в помещениях неравномерны. Поэтому для поддержания теплового режима помещений на заданном уровне необходимо в процессе эксплуатации регулировать теплопередачу отопительных приборов.

Эксплуатационное регулирование теплового потока отопительных приборов может быть качественным и количественным.

Качественное регулирование достигается изменением температуры теплоносителя, подаваемого в систему отопления. Такое регулирование по месту осуществления может быть *центральным*, проводимым на тепловой станции, и *местным*, выполняемым в тепловом пункте здания. В жилищном строительстве проводят также *групповое* регулирование в ЦТП.

Количественное регулирование теплопередачи отопительных приборов осуществляется изменением количества теплоносителя, подаваем

мого в систему или прибор. По месту проведения оно может быть не только центральным и местным, но и *индивидуальным*, т. е. выполняемым у каждого прибора.

Эксплуатационное регулирование теплопередачи приборов может быть автоматизировано. Местное автоматическое регулирование в тепловом пункте здания обычно проводят, ориентируясь на изменение температуры наружного воздуха (этот способ регулирования называют «по возмущению»). Индивидуальное автоматическое регулирование теплопередачи прибора происходит при отклонении температуры воздуха в помещении от заданного уровня (регулирование «по отклонению»).

В последние годы для регулирования расхода горячей воды (теплоносителя), проходящей через прибор отопления, применяются индивидуальные термклапаны или терморегуляторы – устройства, обеспечивающие автоматическое изменение расхода теплоносителя через прибор (рисунок 2.15) [17].

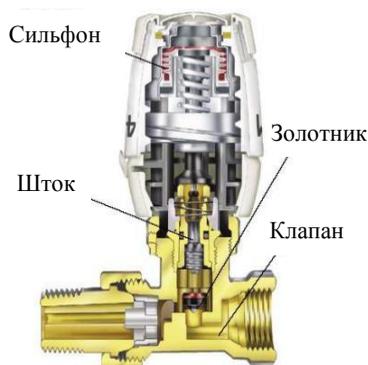


Рисунок 2.15 – Общий вид терморегулятора и его устройство (<http://climanova.ru/kakie-regulatory-temperatury-ispolzuysya-v-obogrevatelyax.html>)

Функция терморегулятора состоит в том, чтобы согласовать теплоотдачу отопительного прибора в соответствии с теплопотребностью помещения. В целях энергосбережения важно правильно распределить тепло для достаточного нагрева помещения.

Для ручного регулирования теплопередачи приборов служат краны и вентили [10]. Конструкцию регулирующего крана выбирают в зависимости от вида системы водяного отопления. В *двухтрубных системах* применяют краны индивидуального регулирования, отвечающие двум требованиям: они имеют повышенное гидравлическое сопротивление и допускают проведение монтажно-наладочного (первичного) и эксплуатационного (вто-

ричного) количественного регулирования. Эти краны называют кранами «двойной регулировки».

В *однотрубных системах* используют краны индивидуального регулирования, обладающие незначительным сопротивлением. Эти краны не имеют приспособлений для осуществления первичного регулирования и являются кранами только эксплуатационного (вторичного) регулирования.

Для индивидуального ручного регулирования теплопередачи приборов применяют также воздушные клапаны в кожухе конвекторов. Клапаном регулируется количество воздуха, циркулирующего через нагреватель конвектора. Достоинством этого способа регулирования, так называемого регулирования "по воздуху", является сохранение постоянного расхода теплоносителя в отопительных приборах.

Ручное регулирование эффективно в том случае, когда доля отключаемой нагревательной поверхности составляет не менее 0,5 (Профессиональный монтаж отопления и водоснабжения. Схемы подключения радиаторов. [http://otopimdom.ru /index.php?id=4](http://otopimdom.ru/index.php?id=4)).

2.6 Системы и оборудование систем отопления

2.6.1 Системы водяного отопления

Системы водяные отопления различаются по ряду признаков:

- а) *источнику*:
 - центральные системы, присоединяемые к тепловым сетям от внешних питающих источников и от индивидуальных автономных источников теплоснабжения, в том числе от крышных котельных;
 - квартирные системы (теплогенератор на одну квартиру);
- б) *побуждению циркуляции воды в системе*:
 - гравитационные системы (естественная циркуляция воды);
 - системы с искусственной циркуляцией (насос или водоструйный элемент);
- в) *расположению магистралей*:
 - с верхней разводкой подающей магистрали и нижней разводкой обратной магистрали;
 - нижней разводкой подающей и обратной магистралей;
 - опрокинутая система (нижняя разводка подающей и верхняя прокладка обратной магистралей);
- г) *направлению движения воды в подающих и обратных магистралях*:
 - тупиковые (движение горячей и охлажденной воды встречное);
 - с попутным движением воды (направление потоков в подающей и обратной магистралях совпадает);
- д) *по схеме расположения стояков*:
 - двухтрубные вертикальные и горизонтальные;

– однотрубные вертикальные и горизонтальные;

– однотрубные П и Т-образные;

– лучевые однотрубные и двухтрубные;

е) *схеме регулирования теплоотдачи нагревательных приборов:*

– индивидуальным регулированием по воде;

– индивидуальным регулированием по воздуху;

– автоматическим регулированием;

ж) *зависимости от расчетной температуры воды в подающей магистрали:* < 70 °С – система низкотемпературная; 70–100 °С – среднетемпературная система; > 100 °С – высокотемпературная системы.

При классических схемах разводок отопительные приборы могут присоединяться к стояку справа и слева (двустороннее присоединение) или только с какой-либо одной стороны.

При разработке систем отопления конкретных зданий составляют схемы систем, различным образом сочетая в каждой схеме магистрали, стояки и ветви системы с отопительными приборами. В схеме закрепляется топология системы, т.е. взаимное расположение теплообменников, теплопроводов, отопительных приборов и других элементов в зависимости от их расположения в здании.

Основные схемы вертикальных систем отопления, которые наиболее часто применяются в Республике Беларусь и России при жилом строительстве, приведены на рисунках 2.16–2.19.

Схема вертикальной однотрубной системы водяного отопления с верхней разводкой и стояками различной (условно) конструкции (с осевыми или центральными П и со смещенными III–V замыкающими участками) (см. рисунок 2.16) применяется в зданиях различной этажности при наличии чердачного помещения (теплого или холодного). В этом случае подающая магистраль находится на чердаке, а обратная – в подвале: I – проточный стояк; II и III – стояки соответственно с осевыми и смещенными замыкающими участками; IV и V – проточно-регулируемые стояки; 1 – обратная магистраль; 2 – отопительные приборы; 3 – краны КРП; 4 – осевой замыкающий участок; 5 – подающая магистраль; 6 – главный стояк; 7 – расширительный бак; 8 – смещенный замыкающий участок; 9 – проточный воздухоотборник; 10 – обходной участок; 11 – краны КРТ; 12 – циркуляционный насос; 13 – теплообменник.

Схема вертикальной однотрубной системы водяного отопления с нижней разводкой и П-образными стояками различной (условно) конструкции (см. рисунок 2.17) применяется в бесчердачных многоэтажных зданиях (три – семь этажей и более) с расположением подающей и обратной магистралей в подвале: I – проточный стояк с конвекторами КН; II и V – проточно-регулируемые стояки с конвекторами КА (II) и радиаторами (V); III – проточный стояк с радиаторами; IV – стояк со смещенными к радиаторам замыкающими участками.

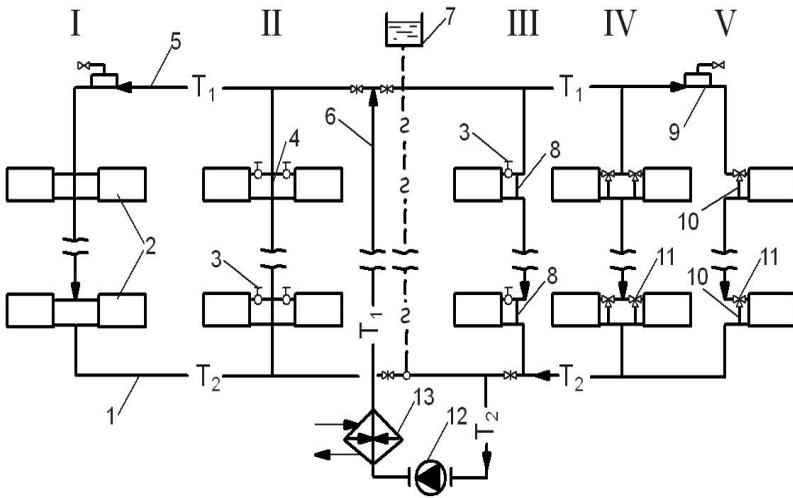


Рисунок 2.16 – Схема вертикальной однотрубной системы водяного отопления с верхней разводкой и стояками различной (условно) конструкции

Схема вертикальной однотрубной системы водяного отопления с "опрокинутой" циркуляцией воды (см. рисунок 2.18) применяется в зданиях с повышенной этажностью (10 этажей и более). В этом случае в подвале располагается подающая магистраль, а на чердаке – обратная.

Стояки таких систем делают проточными (I и III) или со смещенными замыкающими (IV) и обходными (II и V) участками. Осевых замыкающих и обходных участков не применяют.

Схема вертикальной двухтрубной системы водяного отопления (рисунок 2.19) с верхней и нижней разводкой чаще всего используется для малоэтажных зданий: 1 и 2 – подающие (T1) и обратные (T2) магистрали; 3 и 4 – подающие и обратные стояки; 5 – отопительные приборы; 6 – краны КРД; 7 – главный стояк; 8 – расширительный бак; 9 – воздушная линия; 10 – воздушные краны; 11 – соединительная труба расширительного бака; 12 – циркуляционный насос; 13 – теплообменник.

Преимущество нижней разводки состояло в меньшем расходе труб, большей вертикальной гидравлической и тепловой устойчивости по сравнению с системой, выполненной с верхней разводкой.

Если используются схемы горизонтальной системы отопления, то горячая вода в таких системах поступает в отопительные приборы одного и того же этажа из теплопровода, проложенного горизонтально. Регулировка и включение отдельных приборов в горизонтальных системах с замыкающими участками достигается так же легко, как и в вертикальных системах.

В горизонтальных проточных системах регулировка может быть только поэтажная, что является существенным их недостатком.

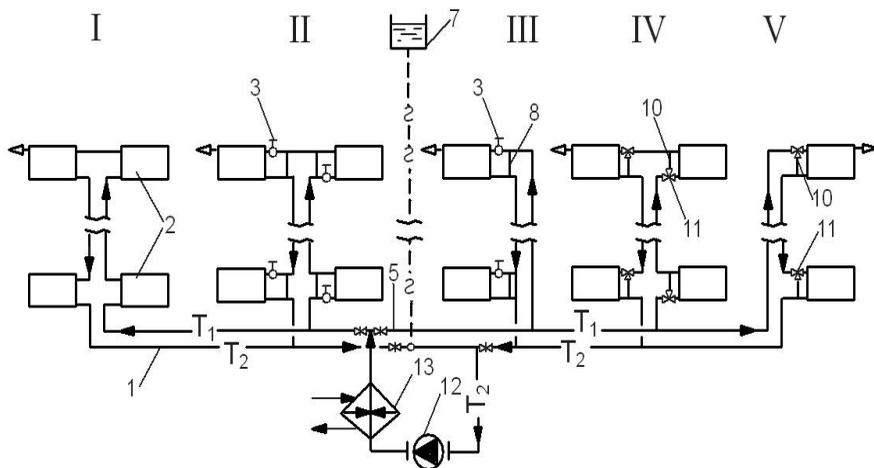


Рисунок 2.17 – Схема вертикальной однотрубной системы водяного отопления с нижней разводкой и П-образными стояками различной (условно) конструкции

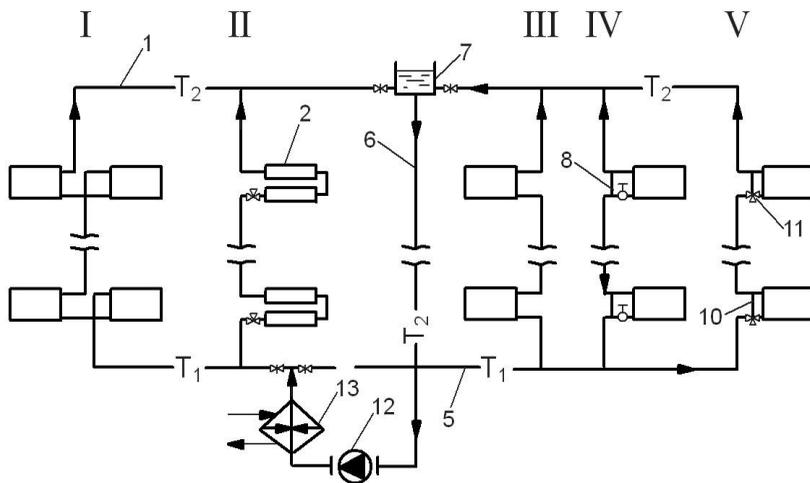


Рисунок 2.18 – Схема вертикальной однотрубной системы водяного отопления с "опрокинутой" циркуляцией воды, проточным расширительным баком и стояками различной (условно) конструкции

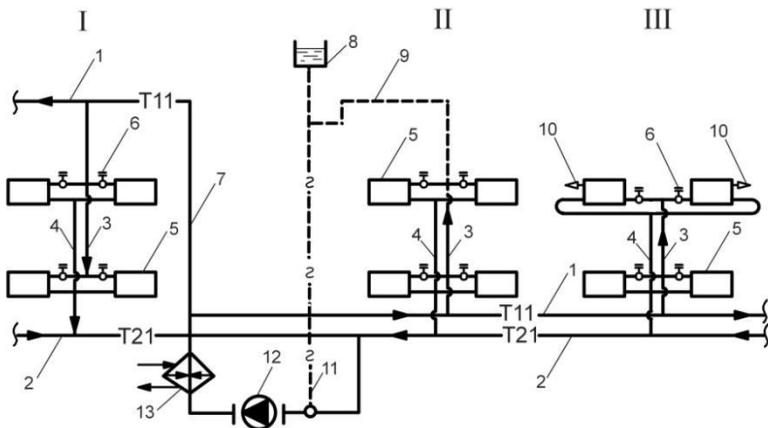


Рисунок 2.19 – Схемы вертикальной двухтрубной системы водяного отопления с верхней и нижней разводками (при нижней разводке стояки II и III условно различной конструкции)

К основным достоинствам горизонтальных систем относится меньший, чем в вертикальных системах, расход труб, возможность поэтажного включения системы и стандартность узлов.

Горизонтальные системы не требуют пробивки отверстий в перекрытиях, и монтаж их по сравнению с вертикальными системами проще. Они довольно широко применяются в производственных помещениях.

С точки зрения эксплуатации и современных требований индивидуального учета потребителями расхода теплоты на отопление отвечают *горизонтальные квартирные системы отопления*.

На рисунке 2.20 приведена схема поквартирной разводки с выносом узла ввода 1, где устанавливается индивидуальный счетчик тепла, и приборного узла 2 с индивидуальным регулирующим краном шаровым двойной регулировки (КРДШ) на подающей подводке к радиатору и краном Маевского для выпуска воздушных скоплений.

Примеры отопительных горизонтальных поквартирных систем отопления, выполненных на планах этажей, приведены на рисунке 2.21.

В зависимости от схемы разводки горизонтальные системы могут называться **поэтажной коллекторной, лучевой или петлевой разводкой**.

Двухтрубная система отопления считается наиболее эффективной из существующих. Теплоноситель в такой системе подводится по одной трубе, а отводится по другой. Нагревательные приборы подсоединены параллельно, независимо друг от друга. Поквартирная разводка осуществляется

через *коллектор* и требует надлежащей инфраструктуры. При двухтрубной системе отопления возможна дополнительная комплектация терморегулятором, т.к. независимо от расположения прибора, его теплоотдачу можно регулировать по мере необходимости.

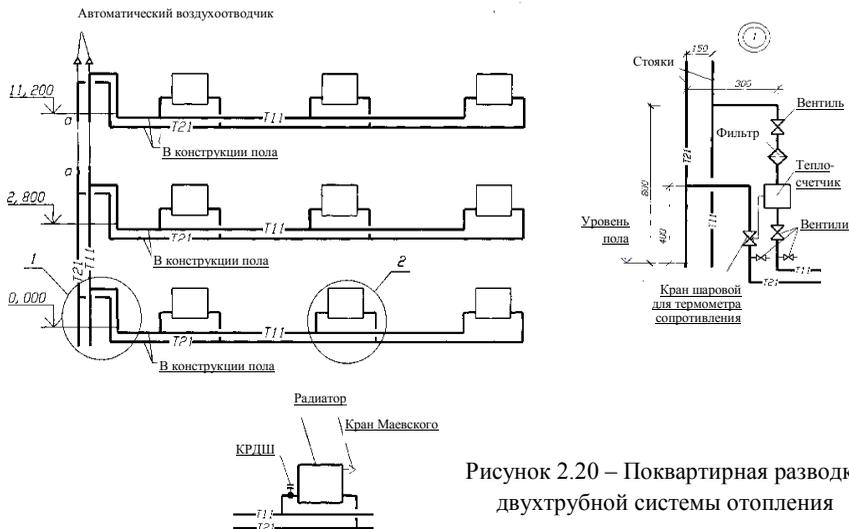


Рисунок 2.20 – Поквартирная разводка двухтрубной системы отопления

Двухтрубные лучевые системы отопления с индивидуальным подсоединением трубопроводами (*петлями*). В такой системе отопления у каждого отопительного прибора есть подсоединение к распределительному коллектору (или гребенке) одной квартиры. Распределительные «гребенки» размещают таким образом, чтобы расстояние от каждой «гребенки» до всех отопительных приборов одного этажа было примерно одинаковой величины. Допускается подсоединение «на сцепке» двух отопительных приборов в пределах одного помещения. Трубопроводы прокладываются в форме петель в конструкции пола или вдоль стен под плинтусами. Система удобна для монтажа, т. к. используются трубопроводы одного диаметра, отсутствуют соединения труб в полу. Использование защитной трубы позволяет при случайном повреждении коммуникаций легко заменить их без разрушения напольного покрытия или стены.

Однотрубная система отопления, как горизонтальная, так и вертикальная, наиболее популярная система в Беларуси и России (до 80 % используемых). Все приборы отопления в такой системе соединены последовательно. Поэтому в каждом последующем по ходу движения отопительном приборе температура теплоносителя будет снижаться, а площадь прибора увеличиваться. Главный минус однотрубной системы отопления – она не поддается регулированию.

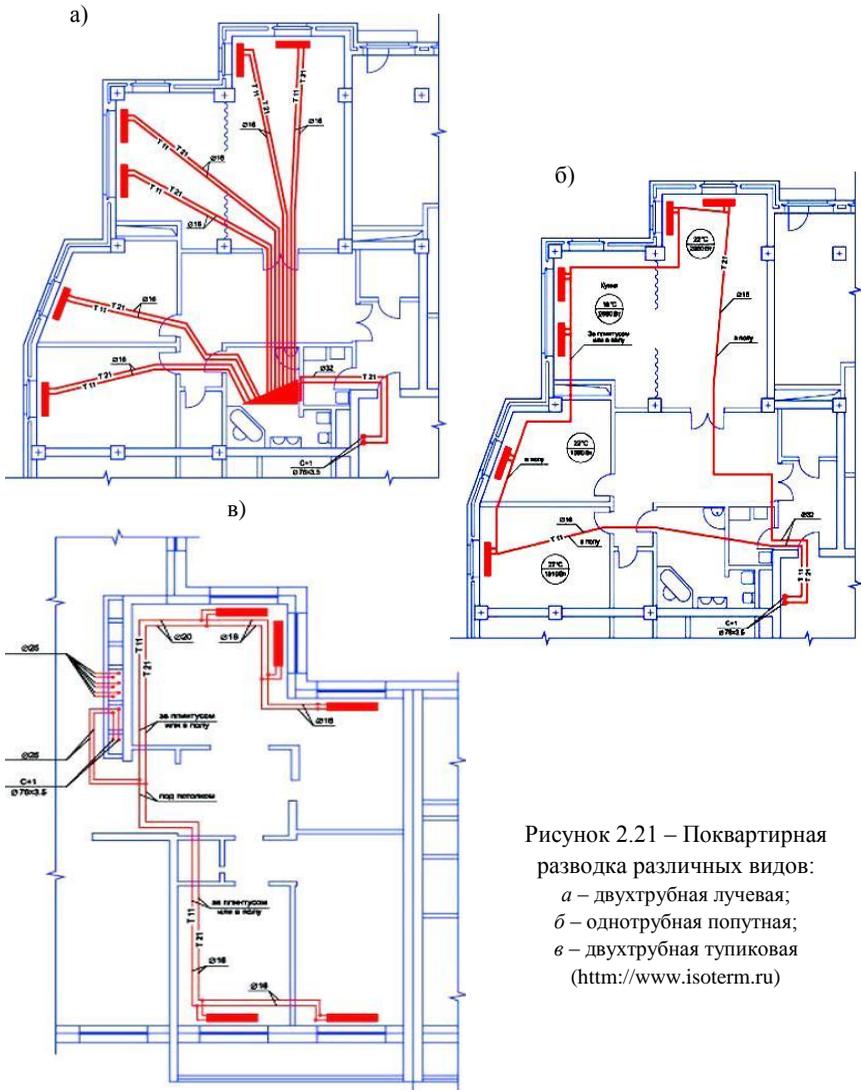


Рисунок 2.21 – Поквартирная разводка различных видов:
а – двухтрубная лучевая;
б – однотрубная попутная;
в – двухтрубная тупиковая
 (<http://www.isoterm.ru>)

Современные требования по энергосбережению требуют при проектировании новых и реконструкции старых систем отопления предусматривать возможность определения расхода теплоты каждой квартирой. Вариант технического решения по регулированию потребляемой теплоты и ее учету должен быть указан в задании на проектирование.

Двухтрубная система с горизонтальной поквартирной разводкой наиболее предпочтительна для современного многоэтажного строительства. Она позволяет учитывать расход теплоты для каждой отдельной квартиры и ограничить возможность жильцов самостоятельно увеличивать мощность отопительных приборов. Преимущества поквартирной разводки для жильцов и для эксплуатационных служб:

- такая система позволяет службе эксплуатации отключить только одну квартиру в случае аварии или при необходимости ремонта или замены отопительных приборов;

- независимость разводки от других квартир предполагает возможность индивидуального проектирования отопления квартиры в зависимости от пожеланий владельца;

- поквартирная система может быть оборудована поквартирными теплосчетчиками, что позволяет установить наиболее экономичные параметры микроклимата;

- стоимость устройства поквартирной системы сравнима со стоимостью стандартных схем с вертикальными стояками, но экономически более эффективна.

Для таких систем больше всего подходят трубы из сшитого полиэтилена (PEX). Благодаря гибкости трубы, надежности соединения труба-фитинг, можно проводить скрытый монтаж поквартирной системы, замоноличивая трубы в бетон. К тому же скрытая прокладка в гофре позволит при необходимости произвести замену поврежденного участка без вскрытия конструкции стены или пола.

В настоящее время востребованность этих систем возрастает, т. к. они обладают определенными преимуществами перед вертикальными системами и следующими возможностями:

- учетом тепловой энергии каждой квартирой, т. к. в вертикальной системе это выполнить невозможно;

- индивидуального отключения квартиры от вертикального стояка-распределителя на ремонт, что практически не влияет на тепловой режим других квартир;

- пуска системы отопления поэтажно, по мере строительной готовности, что невозможно при вертикальной системе без дополнительных затрат;

- горизонтальная система отопления эстетичнее вертикальной, т. к. нет стояков в комнатах, а труба диаметром 15 мм (20 мм) проводится за плинтусом;

- прокладка магистрали за плинтусом позволяет исключить «мостик холода» по заложенной в стене плите перекрытия или в стыках (швах) при крупнопанельной конструкции здания;

- такая система оборудуется теплосчетчиком, расположенным в помещении лестничной клетки в шкафу;

– горизонтальная система отопления имеет типовые радиаторные узлы с повышенным коэффициентом затекания воды в нагревательные приборы ($\alpha = 0,4 \dots 0,65$);

К специфическим требованиям, предъявляемым к горизонтальной системе отопления, можно отнести следующие:

– прокладку магистралей не рекомендуется выполнять в конструкции пола (межэтажного перекрытия);

– соединение труб (магистралей) следует выполнять только на сварке или пайке, если трубы медные;

– опорожнение системы в дренажный стояк обязательно.

Таким образом, сама магистраль становится отопительным прибором, что позволяет уменьшить тепловую мощность нагревательных приборов, а система отопления частично становится «плинтусной».

Особенности отопления высотных зданий. Многофункциональные высотные здания и комплексы представляют собой чрезвычайно сложное сооружение с точки зрения проектирования инженерных коммуникаций: систем отопления, общеобменной и противодымной вентиляции, общего и противопожарного водопровода, эвакуации, противопожарной автоматики и др. Это объясняется главным образом высотой здания и допустимым гидростатическим давлением, в частности, в водяных системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха [16].

В общем, все здания по высоте можно разделить на пять категорий:

1) до пяти этажей, где не требуется установка лифтов, – малоэтажные здания;

2) до 75 м (25 этажей), в пределах которых не требуется зонирование по вертикали на пожарные отсеки, – многоэтажные здания;

3) 76–150 м – здания повышенной этажности;

4) 151–300 м – высотные здания;

5) свыше 300 м – сверхвысокие здания.

Градация, кратная 150 м, обусловлена изменением расчетной температуры наружного воздуха для проектирования отопления и вентиляции – через каждые 150 м она понижается на 1 °С.

Системы водяного отопления высотных зданий зонировуются по высоте, и если пожарные отсеки разделяются техническими этажами, то зонирование систем отопления, как правило, совпадает с пожарными отсеками, т. к. технические этажи удобны для прокладки разводящих трубопроводов. При отсутствии технических этажей зонирование систем отопления может не совпадать с разделением здания на пожарные отсеки. Органами пожарного надзора допускается пересечение границ пожарных отсеков трубопроводами водонаполненных систем, и высота зоны определяется значением допустимого гидростатического давления для нижних отопительных приборов и их обвязки.

Первоначально проектирование зональных систем отопления проводилось, как для обычных многоэтажных зданий. Однако впоследствии, в результате анализа различных решений, проектировщики пришли к выводу, что наилучшей системой отопления, особенно для зданий без технических этажей, являются системы с поквартирной горизонтальной разводкой, подключаемые к вертикальным стоякам, проходящим, как правило, по лестничной клетке и выполненным по двухтрубной схеме с нижней разводкой магистралей (рисунок 2.22).

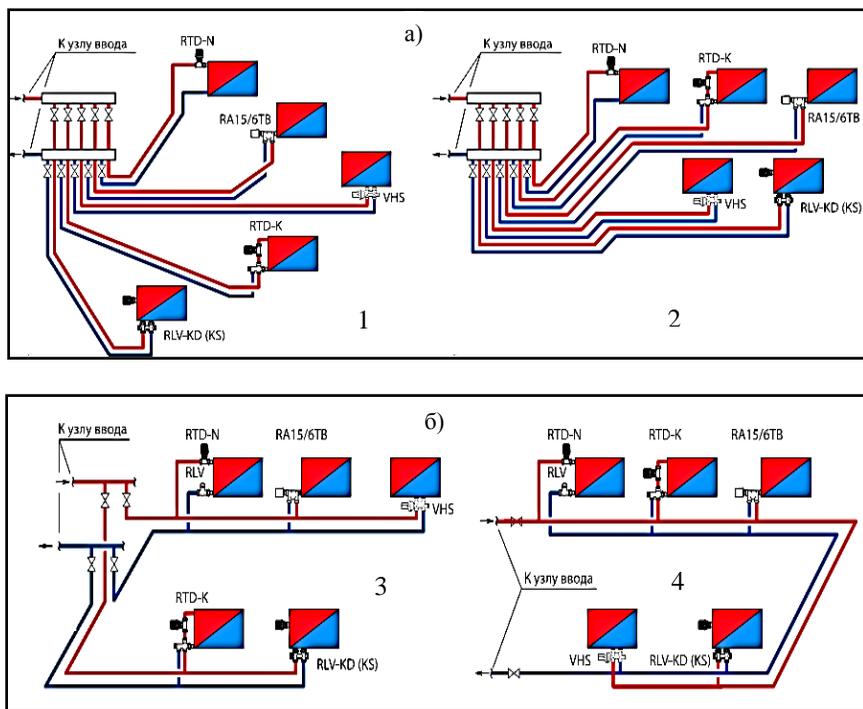


Рисунок 2.22 – Двухтрубная разводка квартирной системы отопления:
 а – лучевая (1 – с горизонтальной и 2 – с пристенной трассировкой); б – периметральная
 (3 – тупиковая; 4 – попутная) с автоматическими балансировочными и запорно-
 измерительными клапанами на обвязке отопительных приборов
 (<http://products.danfoss.ru/heating/#/>)

Поквартирные системы отопления оборудуются узлом с запорной, регулирующей с помощью балансировочных клапанов и спускной арматурой, фильтрами и прибором учета тепловой энергии. Этот узел должен располагаться вне квартиры на лестничной клетке для беспрепятственного доступа службы эксплуатации.

Трубопроводы применяют из термостойких полимерных материалов, как правило, из сшитого полиэтилена РЕХ, прокладка выполняется в подготовке пола. Расчетные параметры теплоносителя, исходя из технических условий на такие трубопроводы, 90–70 (65) °С.

При поквартирной разводке желателен применение автоматических балансировочных клапанов ASV-P (PV) на обратном трубопроводе и запорно-измерительных клапанов ASV-M (ASV-1) – на подающем. Использование пары клапанов дает возможность не только компенсировать влияние гравитационной составляющей, но и ограничивать расход на каждую квартиру в соответствии с параметрами. Клапаны, как правило, подбираются по диаметру трубопроводов и настраиваются на поддержание перепада давлений на уровне 10 кПа. Такая величина настройки клапанов выбирается исходя из значения требуемых потерь давления на радиаторных терморегуляторах для обеспечения их оптимальной работы.

Применение поквартирных горизонтальных систем отопления по сравнению с системой с вертикальными стояками приводит к уменьшению протяженности магистральных трубопроводов (они подходят только к лестничному стояку, а не к самому удаленному стояку в угловой комнате), снижению потерь теплоты трубопроводами, упрощению поэтажного ввода здания в эксплуатацию и повышению гидравлической устойчивости системы.

Особенностью проектирования систем теплоснабжения высотных зданий является то, что все насосное и теплообменное оборудование у них расположено на уровне земли или минус первого этажа. Это обусловлено опасностью размещения трубопроводов перегретой воды на жилых этажах, неуверенностью в достаточности защиты от шума и вибрации смежных жилых помещений при работе насосного оборудования и стремлением сохранения дефицитной площади для размещения большего количества квартир.

Такое решение возможно благодаря применению высоконапорных трубопроводов, теплообменников, насосов, запорного и регулирующего оборудования, выдерживающих рабочее давление до 2,5 МПа (25 атм.).

При высоте зданий выше 220 м в связи с возникновением сверхвысокого гидростатического давления рекомендуется применять каскадную схему подключения зональных теплообменников отопления и горячего водоснабжения (рисунок 2.23).

Другой особенностью теплоснабжения реализованных высотных жилых зданий является то, что во всех случаях источник теплоснабжения – это городские тепловые сети. Подключение к ним производится через ЦТП, который занимает большую площадь. Например, для расчетной мощности 34 МВт необходима площадь 1200 м² с высотой помещения 6 м.

Центральный тепловой пункт включает теплообменники с циркуляционными насосами систем отопления разных зон, систем теплоснабжения калориферов вентиляции и кондиционирования воздуха, систем горячего водоснабжения, насосные станции заполнения систем отопления и системы под-

держания давления с расширительными баками и оборудованием авторегулирования, аварийные электрические накопительные водонагреватели горячего водоснабжения. Такое решение обусловлено еще и тем, что высотные комплексы, как правило, являются многофункциональными по назначению с развитой стилобатной (верхняя часть ступенчатого цоколя здания, или общий цокольный этаж, объединяющий несколько зданий) и подземной частью, на которой могут находиться несколько зданий.

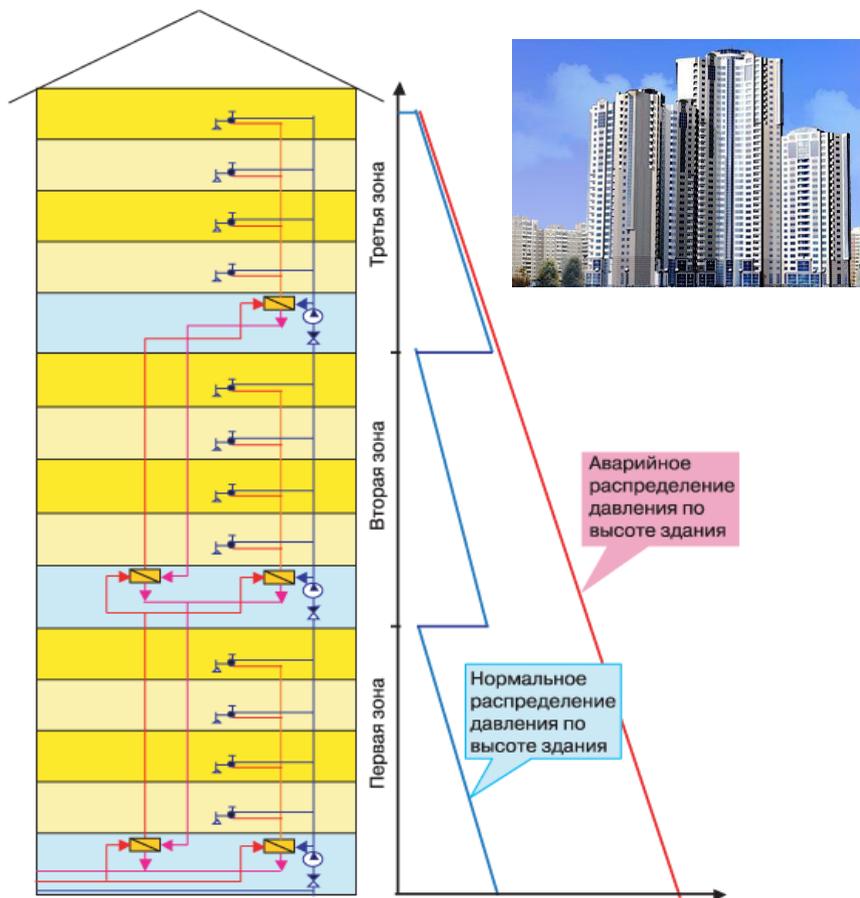


Рисунок 2.23 – Общая схема зонирования высотного здания по высоте с размещением теплотехнического оборудования на технических этажах (https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=2711)

2.6.2 Системы воздушного отопления

Область применения систем воздушного отопления весьма широка. Они незаменимы в цехах, на складах готовой продукции, в актовом залах, столовых, больших офисах, торговых галереях и других помещениях, нуждающихся в притоке значительных объемов воздуха.

В системах воздушного отопления атмосферный воздух используется в качестве теплоносителя для обогрева помещений. Воздух нагревается за счет первичного теплоносителя – пара, горячей воды или газов в теплогенераторе до заданной температуры и подается в помещение (рисунок 2.24).

Подаваемый воздух с температурой t_p , превышающей температуру воздуха помещения, отдает теплоту, необходимую для компенсации тепловых потерь, т. е. воздух для отопления обычно является вторичным теплоносителем, так как нагревается в калориферах другим, первичным. Таким образом, система воздушного отопления фактически становится комбинированной – водовоздушной, паровоздушной или газозвоздушной.

В системе воздушного отопления теплый воздух отдает избыток теплоты и, охладившись, возвращается для повторного нагревания. Этот процесс может осуществляться двумя способами:

1) нагретый воздух, попадая в помещение, смешивается с окружающим воздухом и охлаждается до температуры этого воздуха;

2) нагретый воздух не попадает в обогреваемое помещение, а перемещается в окружающих помещении каналах.

В настоящее время распространен *первый способ*, который мы рассмотрим в данном разделе. *Второй способ* после натурной проверки в жилых зданиях в начале второй половины XX века не получил широкого распространения из-за больших потерь при воздухораспределении по каналам.

Преимуществом воздушного отопления является снижение первоначальных затрат за счет сокращения расходов на нагревательные приборы и повышенные санитарно-гигиенические показатели (высокая равномерность распределения температур по помещению, возможность создания благоприятной подвижности воздуха, возможность подачи очищенного и увлажненного воздуха). Достоинством системы является возможность получения быстрого отопительного эффекта при внезапных охлаждениях помещений (открывании ворот, внесении холодных массивных изделий и др.). Кроме

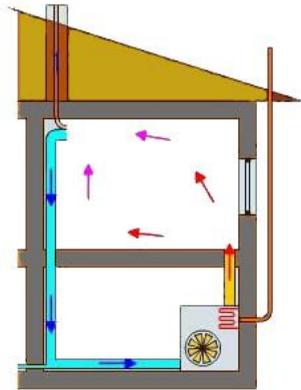


Рисунок 2.24 – Общая схема системы воздушного отопления

того, воздушное отопление возможно совместить с системами вентиляции и кондиционирования воздуха.

К *недостаткам систем воздушного отопления* следует отнести: необходимость увеличения сечений воздуховодов и каналов для транспортирования с помощью воздуха больших количеств тепла вследствие малой плотности и малой теплоемкости воздуха; значительные потери теплоты при транспортировании нагретого воздуха по каналам большого сечения; эксплуатационные расходы в связи с дополнительной потребностью в электроэнергии для привода вентиляторов. Существенным недостатком систем воздушного отопления для жилых зданий является и наличие холодных токов воздуха от поверхностей, особенно окон и наружных стен из-за отсутствия радиаторов.

Системы воздушного отопления классифицируются по нескольким признакам.

По общему компоновочному оформлению, месту приготовления воздуха и способу его раздачи системы воздушного отопления бывают двух типов: централизованные – на базе генераторов теплого воздуха канального типа и децентрализованные – на базе свободно рассеивающих моделей воздухонагревателей.

Для *систем централизованного воздушного отопления* (центральные системы) характерно расположение генераторов теплого воздуха в специально отведенном отдельном помещении (как и в случае с традиционными системами водяного отопления) (рисунок 2.25). Распространение теплого воздуха в таких системах происходит через разветвленную систему воздуховодов, а возврат воздуха для нагрева – через систему возвратных воздуховодов. При отключении горелочного устройства каналы будут исполнять роль системы вентиляции, а сами нагреватели выполнять функцию вентиляторной установки.

Системы местного отопления (децентрализованные системы) чаще применяются для организации отопления крупных однообъемных объектов. Система состоит из нескольких независимых друг от друга воздухонагревателей. Нагреватели в таких системах могут быть расположены *на полу* (вертикальные и горизонтальные напольные воздухонагреватели), *на стенах* (воздухонагреватели консольного размещения) или могут быть подвешены *под потолком* (нагреватели с нисходящим направлением тепловой струи).

По способу использования наружного воздуха центральные системы подразделяются на прямоточные, рециркуляционные и комбинированные (рисунок 2.26).

Правилами гигиены устанавливается верхний предел температуры воздуха – ≤ 60 °С для систем воздушного отопления помещений с постоянным или длительным (более 2 ч) пребыванием людей.

В *рециркуляционных системах* воздух, забираемый из помещений, после нагревания в калорифере вновь возвращается в них для отопления (см. рисунок 2.26, а).

Система воздушного отопления с *частичной рециркуляцией* (см. рисунок 2.26, б) устанавливается с механическим побуждением движения воздуха и является наиболее гибкой. Она может действовать в различных режимах; в помещениях помимо частичной, могут осуществляться полная замена, а также полная рециркуляция воздуха. При этих трех режимах система работает как отопительно-вентиляционная, чисто вентиляционная и чисто отопительная. Все зависит от того, забирается ли и в каком количестве воздух снаружи и до какой температуры нагревается воздух в воздухонагревателе.

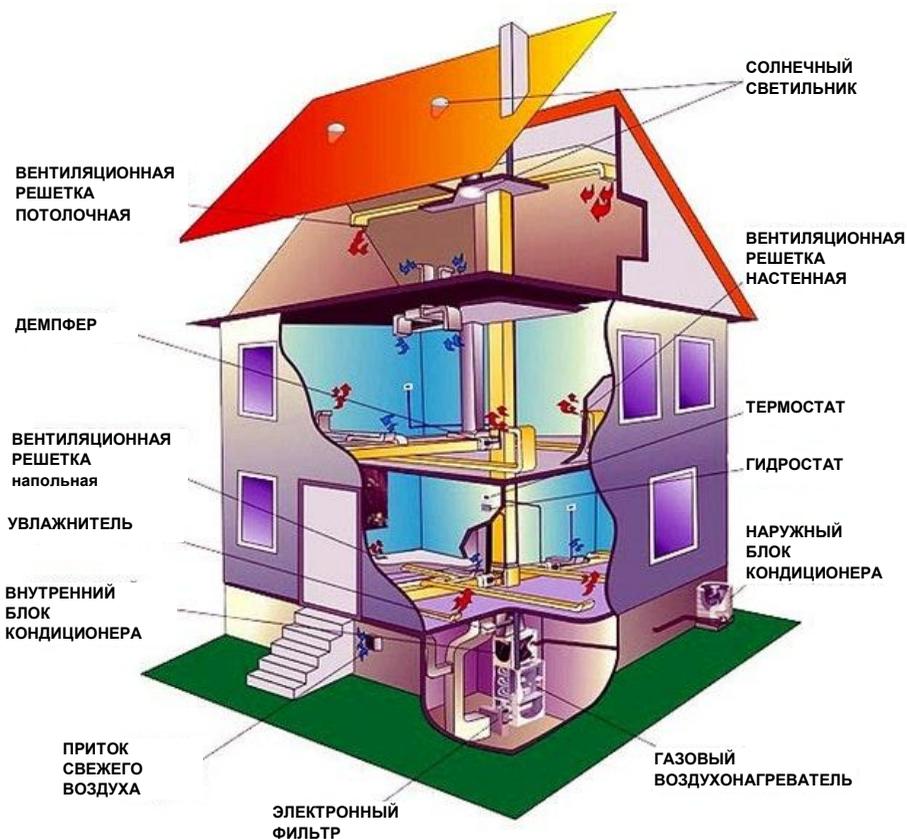


Рисунок 2.25 – Модель канальной системы воздушного отопления

В *прямоточных системах* (см. рисунок 2.26, в) происходит нагрев только свежего наружного воздуха. Они характерны для помещений с высокими требованиями к вентиляции. При организации таких систем необходимо также предусмотреть мощную систему вытяжной вентиляции.

Рекуперативная система (см. рисунок 2.26, з) обеспечивает процесс обратного возврата теплоты из использованного вытяжного воздуха. Теплый воздух, удаляемый из жилища, в канале, через пластину теплообменника (рекуператора) 6 отдает до 90 % и более своего тепла приточному свежему холодному воздуху. Благодаря процессу рекуперации, из дома в атмосферу выбрасывается охладившийся внутренний воздух, а в помещение поступает наружный свежий теплый воздух.

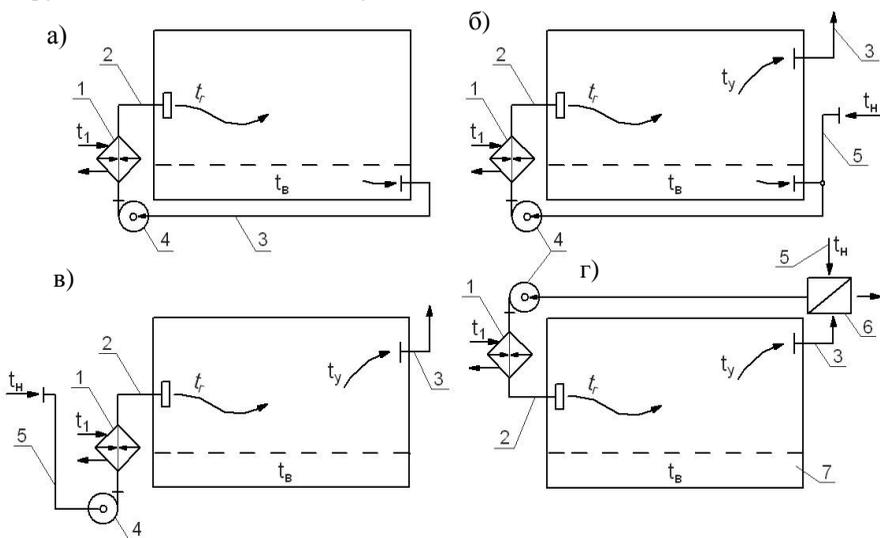


Рисунок 2.26 – Принципиальные схемы центральной системы воздушного отопления:

а – полностью рециркуляционная; б – частично рециркуляционная; в – прямоточная;
 з – рекуперативная; 1 – теплообменник-калорифер; 2 – канал нагретого воздуха с воздухораспределителем на конце; 3 – канал внутреннего воздуха; 4 – вентилятор; 5 – канал наружного воздуха; 6 – рекуператор; 7 – рабочая зона

Комбинированные системы воздушного отопления применяются, когда имеется значительная разница в необходимости подачи тепла и подогрева приточного воздуха в течение дня: со значительным воздухообменом в рабочее время, при односменном режиме работы, либо при прерывистом рабочем цикле. Этот вариант обеспечивает наименьшие первоначальные вложения и эксплуатационные расходы.

Вне зависимости от способа и типа организации системы воздушного отопления обогрев помещения происходит по принципу циркуляции воздуш-

ных масс в помещении. И здесь важным фактором является высота помещения и кратность воздухообмена в нем.

В традиционных системах воздушного отопления воздух после нагрева в теплогенераторе попадает в помещение с более высокой температурой, по сравнению со средней в рабочей обогреваемой зоне. Попадая в помещение, более теплый и легкий воздух за счет гравитации устремляется вверх. При этом всем известно, что перегрев потолочной зоны вызывает повышенные тепловые потери в зоне кровли и верхней части стен, и в результате происходит нерациональное расходование теплоты. Именно поэтому горячий воздух следует подавать в нижнюю или среднюю область помещения, в противном случае горячий воздух будет скапливаться в потолочной зоне, и прогрев помещения будет неравномерным.

Количество воздуха, необходимого для системы воздушного отопления, кг/с,

$$G = \frac{Q}{c(t_{\text{п}} - t_{\text{в}})}, \quad (2.5)$$

где Q – тепловая нагрузка системы отопления, Вт;

c – теплоемкость воздуха, $c = 1,005$ кДж/(кг·°С);

$t_{\text{п}}$ – температура приточного воздуха, подаваемого в помещение, °С;

$t_{\text{в}}$ – температура воздуха в помещении, °С.

Для получения расхода воздуха в кг/ч следует выражение (2.5) умножить на 3600.

Величина G определяет сечение воздухопроводов и расход электроэнергии на отопительно-вентиляционную установку. Для уменьшения расхода воздуха необходимо, чтобы $t_{\text{п}}$ была по возможности высокой.

При подаче воздуха в пределах рабочей зоны допускается $t_{\text{п}}$ до +45 °С, но не ниже +25 °С. При подаче воздуха на любой высоте $t_{\text{п}}$ определяется расчетом с условием, что в рабочей зоне обеспечивается заданная температура воздуха.

Объем подаваемого воздуха $L_{\text{от}}$, м³/ч, при температуре нагретого воздуха $t_{\text{г}}$

$$L_{\text{от}} = G_{\text{п}}/\rho_{\text{г}}. \quad (2.6)$$

Воздухообмен в помещении $L_{\text{п}}$, м³/ч, несколько отличается от $L_{\text{от}}$, так как определяется при температуре $t_{\text{в}}$ внутреннего воздуха:

$$L_{\text{п}} = G_{\text{от}}/\rho_{\text{в}}, \quad (2.7)$$

где $\rho_{\text{г}}$ и $\rho_{\text{в}}$ – плотность воздуха, кг/м³, при его температурах $t_{\text{г}}$ и $t_{\text{в}}$.

Если пренебречь влиянием барометрического давления и влажности, то плотность воздуха при температуре t составит

$$\rho = 353/(273 + t). \quad (2.8)$$

Температура воздуха t_r должна быть возможно более высокой для уменьшения количества подаваемого воздуха. В связи с этим, соответственно сокращаются размеры каналов, а также снижается расход электроэнергии при механическом побуждении движения воздуха.

Однако СНБ 4.02.01–03 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» устанавливает определенный верхний предел температуры: для завес у внешних ворот и технологических проемов температура подаваемого воздуха ограничивается 70 °С; для завес у наружных входных дверей – понижение температуры до 50 °С.

Конкретные значения температуры подаваемого воздуха при воздушном отоплении зависят от схемы воздухораспределения. Предварительно задаваемое значение этой температуры должно подтвердиться расчётом воздухораспределения, целью которого, с одной стороны, является подтверждение соблюдения выбранной схемы воздухораспределения, а с другой стороны, соблюдение требований действующих нормативных документов к параметрам воздуха в приточной струе при входе её в рабочую (обслуживаемую) зону или на расстоянии 1 м от воздухораспределителей, расположенных в пределах рабочей (обслуживаемой) зоны.

Если требуется лишь отопление обслуживаемых (обслуживаемого) помещений (помещения), то систему устраивают рециркуляционной. Рециркуляцию воздуха следует предусматривать, как правило, с переменным расходом в зависимости от изменения параметров наружного и внутреннего воздуха [СНБ].

Когда же система воздушного отопления совмещена с приточной вентиляцией, то количество подаваемого в помещение воздуха устанавливают следующим образом:

– если $G_{от} \geq G_{вент}$ (количество воздуха для отопления оказывается равным количеству воздуха, необходимому для вентиляции, или превышает его), то за расчётное принимают количество воздуха, определённое по формуле (2.12), а систему устраивают прямоточной (при $G_{от} = G_{вент}$) или с частичной рециркуляцией (при $G_{от} > G_{вент}$);

– если $G_{вент} > G_{от}$ (количество вентиляционного воздуха превышает количество воздуха, которое необходимо для отопления), то принимают в качестве расчётного количество воздуха, необходимое для вентиляции, систему устраивают прямоточной, а температуру подаваемого воздуха вычисляют по формуле

$$t_r = t_b + Q_{п}/(cG_{вент}). \quad (2.9)$$

Количество воздуха для отопления помещения или его температуру уменьшают, если в помещении имеются постоянные тепловыделения.

При центральной отопительно-вентиляционной системе температура нагретого воздуха, определяемая по формуле (2.10), может оказаться для каждого помещения различной. Подача в отдельные помещения воздуха при различной температуре технически осуществима. Однако проще подавать во все помещения воздух при одинаковой температуре. Для этого общую температуру воздуха принимают равной меньшей из расчетных для отдельных помещений, а количество подаваемого воздуха пересчитывают по формуле (2.12).

После уточнения воздухообмена определяют теплотраты на нагревание воздуха по формулам:

– для рециркуляционной системы воздушного отопления –

$$Q_{\text{п}} = G_{\text{от}} c (t_{\text{п}} - t_{\text{в}}); \quad (2.10)$$

– для частично рециркуляционной отопительно-вентиляционной системы –

$$Q_{\text{п}} = G_{\text{от}} c (t_{\text{п}} - t_{\text{н}}) + G_{\text{вент}} c (t_{\text{п}} - t_{\text{в}}); \quad (2.11)$$

– для прямоточной отопительно-вентиляционной системы –

$$Q_{\text{п}} = G_{\text{вент}} c (t_{\text{п}} - t_{\text{н}}); \quad (2.12)$$

где $G_{\text{от}}$ и $G_{\text{вент}}$ – расход воздуха для целей отопления и вентиляции, кг/с.

Воздушное отопление успешно применяется для обогрева помещений, где предусматривается прерывистый характер работ. Малая инерционность данного вида отопления обуславливает эффективность его применения в качестве догрева. В нерабочее время происходит быстрое снижение температуры воздуха в помещении, что снижает теплопотери здания и обеспечивает экономию энергоресурсов. К началу рабочего дня воздушное отопление обеспечит быстрый прогрев охлажденных помещений.

Применение рециркуляции снижает расход тепла на подогрев воздуха в калориферах, поэтому *наиболее экономична работа систем по рециркуляционной схеме, а наименее экономична работа по прямоточной схеме.*

2.6.3 Панельно-лучистое и инфракрасное отопление

Под **системой панельно-лучистого отопления** (СПЛО) следует понимать систему, при которой средневзвешенная температура поверхностей t_R выше температуры воздуха $t_{\text{в}}$.

Для получения лучистого отопления применяют греющие панели – отопительные приборы со сплошной гладкой нагревательной поверхностью (рисунок 2.27).

Греющие панели совместно с теплопроводами образуют систему панельно-лучистого отопления. При использовании такой системы в помещениях создается температурная обстановка, характерная для лучистого способа отопления. Благодаря лучистому теплообмену повышается температура внутренней поверхности ограждений по сравнению с температурой при

конвективном отоплении и в большинстве случаев она превышает температуру воздуха помещения.

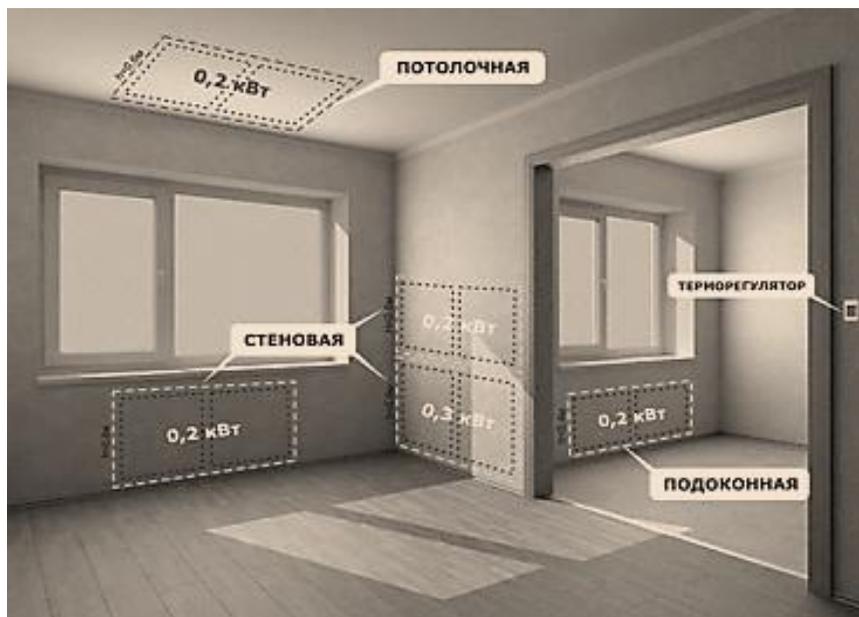


Рисунок 2.27 – Расположение панелей панельно-лучистого отопления
(<https://teplov.com.ua/news/view/129>)

Классифицировать панели СПЛО можно следующим образом.

По месту размещения панели бывают стеновые, напольные, потолочные и в перегородках.

Допустимая средняя температура поверхности подоконных панелей – до 90 °С, стеновых панелей в зоне выше 1 м над уровнем пола – 45 °С, потолка при высоте помещений до 3 м – 30 °С, пола – 25–28 °С.

В зависимости от материала в СПЛО применяют *металлические* панели с отражательными экранами и *бетонные* панели.

По конструктивному исполнению лучистые системы отопления подразделяются: на панельные, по трубкам которых проходит перегретая вода; трубчатые змеевики, закладываемые при изготовлении строительных конструкций; газозвушнные; радиационные подвесные или настенные.

Достоинства СПЛО: обеспечение повышенных санитарно-гигиенических требований; совмещение нагревательных элементов со стро-

ительными конструкциями; снижение расхода металла и трудовых затрат на монтаж; улучшение интерьера помещения.

Недостатки СПЛО: непосредственное облучение мебели и других предметов; большая тепловая инерция систем, осложняющая регулирование теплоотдачи отопительных панелей; повышение капитальных вложений, по сравнению с конвективным отоплением, при низкой температуре теплоносителя.

СПЛО может быть местной или центральной.

К местной системе относят отопление помещений панелями и отражательными экранами, если энергоносителями для них являются электрический ток и горючий газ, а также твердое топливо при сжигании его в каминах. В настоящее время предусмотрено применение излучателей при температуре их поверхности не выше 250 °С.

В центральной системе панельно-лучистого отопления применяют низко- и среднетемпературные панели и отражательные экраны с централизованным теплоснабжением при помощи нагретых воды и воздуха, очень редко – пара высокого и низкого давления.

Месторасположение панелей и отражательных экранов выбирают на основании технологических, гигиенических и технико-экономических соображений.

В отличие от конвективного способа отопления, при котором радиационная температура t_R , ниже температуры воздуха в помещении t_B , при лучистом отоплении $t_R > t_B$, так как температуры нагретых поверхностей в помещении выше температуры воздуха. При таком соотношении t_R и t_B доля отдачи теплоты человеком за счет лучеиспускания уменьшается и, следовательно, комфортные условия могут быть достигнуты при более низкой температуре воздуха помещения.

При наличии нагретых панелей может возникнуть опасность повышенного теплового облучения, поэтому санитарными правилами ограничиваются значения температур поверхностей потолочных и стеновых панелей.

Температура обогреваемых поверхностей при различном положении панелей не должна превышать следующих значений:

- для *напольных* панелей – 26 °С;
- для *потолочных* при высоте помещения 2,5–2,9 м – 28 °С, 2,9–3,0 – 30 °С, 3,1–3,4 м – 33 °С;
- для *перегородок и стен* на высоте 1 м от пола – 35 °С, выше 1 м – 45 °С.

Видно, что температура стеновых панелей допускается более высокой, чем потолочных, вследствие чего поверхность нагрева стеновых панелей меньше потолочных. Кроме того, монтаж панелей в стенах и перегородках проще потолочных. Эти факторы обуславливают более широкое применение стеновых панелей.

В домах с панельными стенами из листовых материалов, кроме размещения в стене дополнительного утепляющего слоя, предусматривают установку отопительной панели на отдельные опоры на отnose от стены. Это позволяет помимо излучения использовать теплоотдачу за счет конвекции.

Потолочные отопительные панели могут быть совмещенными и подвесными. Также для усиления теплопередачи вниз в верхней части перекрытия помещают теплоизоляционный слой.

Совмещенные потолочные отопительные панели применяют при условии, что температура теплоносителя поддерживается на невысоком уровне (до 55...60 °С). При температуре теплоносителя выше 60 °С (60...90 °С) отопительные панели описанных конструкций размещают в помещениях длительного пребывания людей не по всей площади, а только по периметру потолка или по контуру здания, вдоль его наружных стен.

Стеновые отопительные панели бывают двух типов: плинтусные и подоконные. Применяются панели совмещенного вида: перегородочные, частично заменяющие внутренние стены, и стеновые, встроенные в наружные стены зданий.

Подсоединение систем настенного отопления может происходить коллекторно (рисунок 2.28) по следующим схемам: независимо, последовательно или попутно.

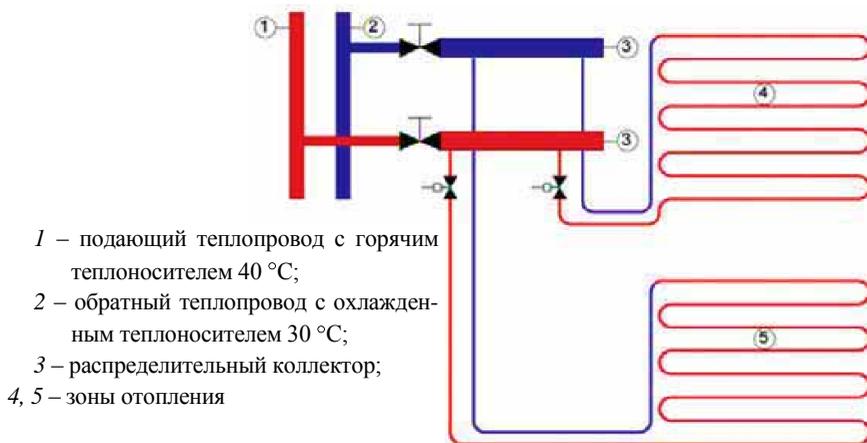


Рисунок 2.28 – Схема коллекторного присоединения зон настенного отопления

Подоконные бетонные отопительные панели устанавливают в тех местах под окнами помещений, где принято размещать металлические отопительные приборы. Такие панели бывают с односторонней и

двухсторонней теплоотдачей с их поверхности. Соединяются они с трубами системы отопления, как обычные отопительные приборы.

При использовании подоконных панелей сокращается площадь охлажденной поверхности наружных стен, уменьшаются радиационное охлаждение людей и зона распространения холодного воздуха от окон, не затрудняется, как при перегородочных панелях, расстановка предметов в помещениях.

К системам СПО необходимо отнести и **инфракрасное отопление** (http://www.mobintech.ru/articles/06_infrared.html), при котором обогрев помещения происходит главным образом за счет лучистого теплообмена между источниками тепла – лучистыми обогревателями и поверхностями строительных конструкций, различных объектов, находящихся в обслуживаемой зоне. Попадая на поверхность ограждений и предметов, излучение частично поглощается и частично отражается ими. При отражении имеет место так называемое вторичное излучение.

Инфракрасные (ИК) обогреватели – это отопительные приборы, в виде греющих ламп или панелей, формирующих пучок тепловых инфракрасных лучей, практически не взаимодействующих с воздухом. Качество обогрева помещения зависит от температуры нагревателя и качества дефлектора излучателя.

Все ИК-обогреватели можно разделить на два основных вида: электрически и инфракрасные газовые, используемые в нежилых помещениях.

В свою очередь, *электрические* ИК-обогреватели также делятся на несколько видов по типу нагревательного элемента: керамические; тэновые; карбоновые.

В зависимости от температуры нагрева излучателя газовые ИК-обогреватели делятся на коротко- – 0,77–15, средне- – 15–100 и длинноволновый – 100–340 мкм. При этом они подразделяются на темные (или, иначе, трубчатые) с температурой излучения ниже 600 °С и светлые с температурой излучения выше 700 °С. Отличительным признаком светлых и темных систем является наличие открытого пламени на выходе. Если таковое присутствует, системы лучистого обогрева называются светлыми, а в противном случае – темными.

По функциональной направленности инфракрасные обогреватели можно разделить на потолочные для офисных и жилых помещений (температура 100–120 °С) и обогреватели для комнат с высотой потолка более 3,5 м (температура нагрева более 200 °С).

Автоматика, которой оснащены нагреватели, позволяет с высокой точностью регулировать и поддерживать заданную температуру нагрева помещения.

Каждый обогреватель защищен от перегрева специальным термовыключателем. Гарантию пожаробезопасности нагревателя обеспечивает высококачественный изолятор, смонтированный между нагревательным модулем и корпусом. ИК-обогреватели в напольной и настенной модификации оснащены всеми преимуществами излучающих отопителей, одновременно выполняя функцию электроконвектора.

Среди основных характеристик электрических ИК-обогревателей выделяют напряжение питания, потребляемую мощность, массу и габариты.

Современные системы инфракрасного газового отопления – это обогреватели высокой эффективности, КПД которых составляет 85–92 %. В состав газового ИК-обогревателя входит одна или несколько горелок, разогревающих специальную поверхность до температуры в 300–700 °С.

Основная сфера применения инфракрасного (лучистого) отопления – это помещения большой высоты (с высокими потолками), открытые и полуоткрытые площадки различного назначения, которые трудно (а иногда и невозможно) качественно обогреть традиционным конвективным способом.

Формирующийся при этом микроклимат в рабочей зоне в большинстве случаев благоприятен для человека, так как тепло, поступающее лучистым путем от трубчатых инфракрасных нагревателей, подобно природному, солнечному.

Многочисленными исследованиями установлено, что воздействие инфракрасного облучения в определенном режиме благоприятно сказывается на здоровье человека. У трубчатых инфракрасных нагревателей при температуре излучающей поверхности 550–180 °С длина волны составляет 6–12 микрон. Эти лучи проникают в организм, вызывая его максимальный прогрев и являются наиболее оптимальными. Установлено, что продолжительное интенсивное облучение человека инфракрасными лучами может ухудшить его самочувствие (головные боли, нарушение сна, понижение работоспособности), а также снизить его иммунобиологическую реактивность.

Поэтому для случаев использования инфракрасного отопления производственных помещений интенсивность облучения в отечественной и зарубежной практике нормируется.

Инфракрасные системы обогрева способны обеспечить нормируемые температурные условия только на действующих производственных участках независимо от общей температурной обстановки в цехе, поэтому их применение дает ощутимую экономию энергии. При необходимости можно обогревать отдельные участки помещения.

Это достигается за счёт: возможности зонального обогрева; отсутствия трубной разводки для жидкостного контура; управления температурным режимом в зависимости от температуры наружного воздуха; снижения температуры в помещениях в нерабочее время.

Системы лучистого газового отопления ограниченно применяются в ряде химических и взрывоопасных производств, при технологических процессах с высоким содержанием пыли и иных взвешенных частиц в воздухе.

Электрические инфракрасные обогреватели бывают различных видов и конструкций (рисунок 2.29).

Принцип работы электрических инфракрасных обогревателей: при подаче электропитания разогреваются электроды горелки; запускаются топливный насос и вентилятор, формирующий топливовоздушную смесь; поступившая к горелке смесь паров топлива и воздуха воспламеняется, излучая ИК-лучи.

Среди основных характеристик электрических ИК-обогревателей выделяют потребляемую мощность (от 0,7 до 4 кВт), напряжение питания (220 и 380 В), массу (от 4 до 25 кг) и габариты.



Рисунок 2.29 – Примеры электрических ИК-обогревателей
(http://www.remstroi.biz/text/text226_ikobogrevatel.html)

2.6.4 Электрическое отопление

При **электрическом отоплении** (ЭО) получение теплоты связано с преобразованием электрической энергии в тепловую. На современном этапе развития отопительной техники и технологий ЭО стало пожаробезопасным, не сжигает кислород, не изменяет влажность в помещении, имеет соответствующий класс защиты от поражения током, работает бесшумно и не выделяет никаких вредных веществ. Электромагнитные поля от этого оборудования находятся на фоновом уровне и значительно меньше многих бытовых электроприборов.

Системы ЭО подразделяются на местные, когда электроэнергия преобразуется в тепловую в обогреваемых помещениях или в непосредственной близости от них, и центральные с электродкотлами.

По степени использования электроэнергии для отопления различают системы с полным покрытием отопительной нагрузки и частичным ее покрытием (комбинированное отопление) в качестве как фоновой (базисной), так и догревающей частей системы [7]. Системы ЭО могут работать по свободному и вынужденному графику.

Достоинства системы ЭО: высокие гигиенические показатели; малый расход металла; простой монтаж при небольших капитальных вложениях; быстрая управляемость и автоматизация.

Недостатки: высокая температура греющих элементов; повышенная пожароопасность; ограниченный уровень выработки электроэнергии; высокая отпускная стоимость электроэнергии.

Целесообразность применения электрического отопления в конкретном случае определяется путем сравнения технико-экономических показателей различных вариантов отопления здания.

Электрические отопительные приборы с прямым преобразованием электрической энергии в тепловую подразделяют на радиационные (инфракрасные), конвективные и радиационно-конвективные. При температуре греющей поверхности ниже 70 °С их относят к низкотемпературным, выше 100 °С – к высокотемпературным.

Электроотопительные приборы могут быть:

- стационарными и переносными (напольными, настольными, настенными, потолочными);
- безинерционными и с аккумуляцией теплоты;
- нерегулируемыми и со ступенчатым, бесступенчатым и автоматическим регулированием.
- в зависимости от конструкции – электроколориферы, электроконвекторы, электротепловентиляторы, электрические печи, подвесные панели, греющие обои, панели или полы с греющим кабелем.

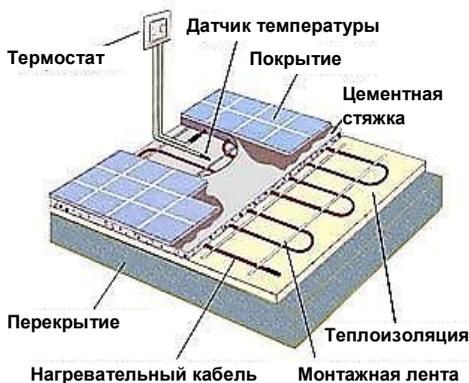


Рисунок 2.30 – Конструкция системы напольного ЭО

(<http://www.obogreem.com.ua/FAQ.htm>)

Система «теплый пол» (рисунок 2.30) предназначена для комфортного подогрева полов в помещениях с особыми гигиеническими требованиями, как то: ванная комната, кухня и т.п. Система состоит из нагревательного кабеля, уложенного в бетонную стяжку пола, и электронного термостата, подключающего кабель к питающей электросети в соответствии с заданной программой работы, поддерживая тем самым необходимый температурный режим в помещении.

Переход к электроотоплению позволяет отказаться от сложных и дорогих теплотрасс, исключаются протечки, замерзания, исключаются периодические ремонтно-профилактические работы. После временного отключения электропитания система начинает работать без участия человека.

В связи с вводом в 2019 г. Белорусской АЭС электрические системы отопления будут находить все большее применение.

2.6.5 Альтернативные способы теплоснабжения жилых зданий

В свете последних тенденций энергоэффективности и разработки «зеленых» технологий опыт возведения зданий с эффективным использованием энергии, в котором предусмотрены инженерные системы и оборудование по применению нетрадиционных теплоисточников, будут все больше востребованы в нашей стране. При положительной технико-экономической оценке предлагается проектировать **системы отопления зданий** с применением низкотемпературного, солнечного, геотермального источников, а также сбросной теплоты. Наиболее актуальны такие системы теплоснабжения для апартаментных жилых домов.

Источниками теплоты для тепловых насосов является *окружающая среда*, энергетический уровень которой различен в зависимости от места расположения объекта и времени суток и года. Так, температура грунта в течение года постоянна – около 10 °С, в качестве возможного источника энергии можно использовать грунтовые воды, температура которых не ниже 8 °С. Поэтому низкотемпературные системы отопления являются особенно подходящими объектами для использования тепловой насосной установки [17].

Самыми эффективными из всех видов тепловых насосов признаны геотермальные (рисунок 2.31). Они забирают тепловую энергию из природных источников и отдают ее в систему обогрева. Теплоисточником может служить любая природная среда, температура которой в зимнее время не опускается ниже нуля градусов. Принцип работы геотермального насоса следующий.

В непромерзающую среду помещают трубопровод, внутри которого находится теплоноситель. Трубопровод должен быть замкнутым и иметь довольно большую длину. Теплоноситель, находящийся длительное время в трубопроводе, приобретает температуру природной среды. Это примерно пять градусов теплоты или немного больше. Передвигаясь по начальному контуру теплообменника-испарителя, он передает тепло хладагенту, находящемуся в другом контуре системы.

Хладагент – это среда, имеющая температуру кипения выше минус 5 °С. Чаще всего это фреон. Его обычное агрегатное состояние – жидкость. Когда начинает поступать тепло от источника, температура хладагента начинает расти. С увеличением температуры фреон испаряется и превращается в газ. Газообразный фреон с температурой немного выше 0 °С направляется в компрессор и подвергается сжатию. Процесс сжатия сопровождается выделением огромного количества тепловой энергии. На выходе из компрессора фреон имеет температуру порядка 50–65 °С. Теплый фреон направляется в теплообменник-конденсатор, где происходит передача тепловой энергии

теплоносителю. Теплоноситель циркулирует в контуре отопления, обеспечивая теплоснабжение помещений.

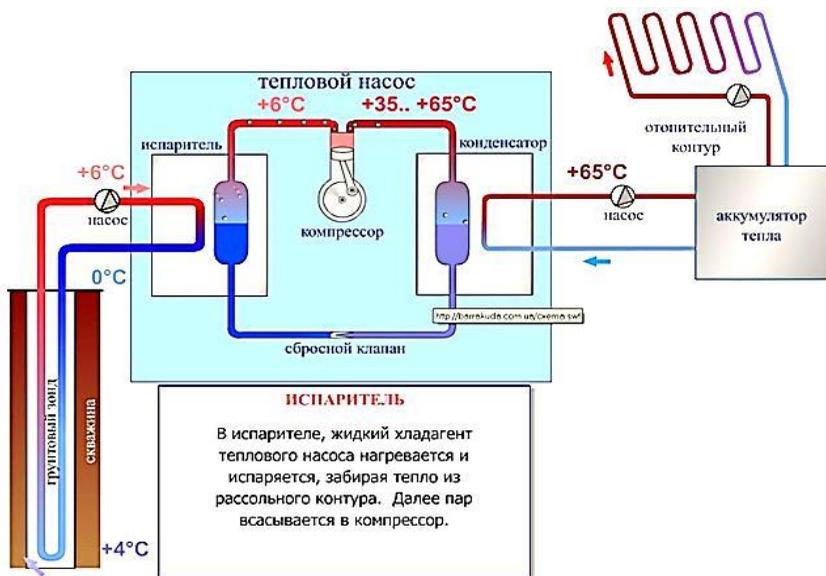


Рисунок 2.31 – Принцип работы геотермального теплового насоса (<https://noviterbel.by/princip-raboty-geotermalnogo-teplovogo-nasosa>)

Фреон в теплообменнике-испарителе остывает, но пребывает еще в состоянии газа. Через сбросной клапан он выводится в специальную камеру, где его давление резко снижается. Газообразный фреон превращается в жидкость, а затем снова направляется в испаритель.

Эффективность работы тепловых насосов увеличивается с понижением температуры воды в подающем трубопроводе, поэтому наиболее приемлемыми для них являются низкотемпературные системы теплоснабжения, в том числе системы подогрева пола.

В системах солнечного отопления используется *гелиосистема*, которая позволяет улавливать солнечную радиацию и преобразовывать ее в тепловую энергию (рисунок 2.32).

В качестве теплоисточника низкотемпературных систем отопления может использоваться теплота подземных нагретых вод. Такое отопления называют геотермальным. Однако в Беларуси из-за отсутствия геотермальных источников такой вид отопления не находит широкого применения.

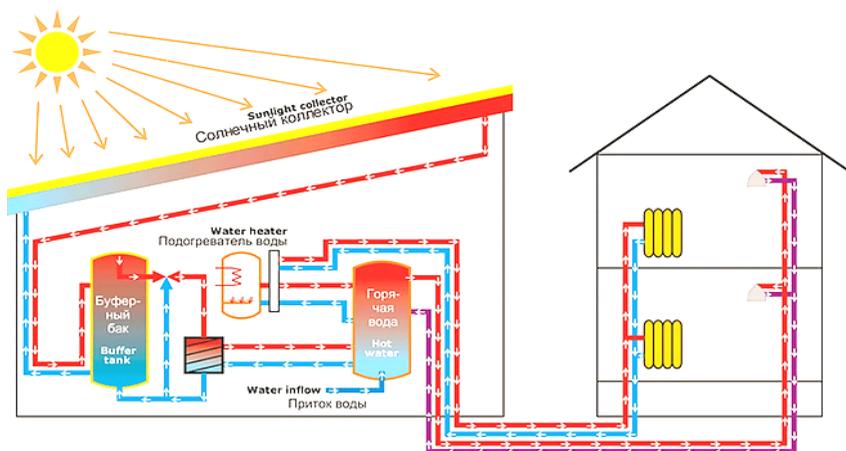


Рисунок 2.32 – Схема системы многоконтурного отопления с использованием солнечного коллектора и дополнительных теплообменников (<http://teplomonster.ru/otoplenie-doma-ot-solnechnyh-batarej.html>)

Системы отопления с использованием сбросной теплоты требуют капитальных вложений и оригинальных решения по утилизации теплоты, отводимой в настоящее время в атмосферу или водоемы от различных технологических установок. Использование этого колоссального количества теплоты экономически выгодно, так как затраты на утилизацию значительно меньше, чем на выработку такого же количества теплоты.

Наиболее рациональным рекомендуемым решением предлагается схема квартирной системы теплоснабжения с комплексным использованием источников энергии при мощности системы отопления до 40 кВт.

Экономическую целесообразность использования того ли иного источника возобновляемой энергии следует определять в зависимости от природных условий, географических особенностей конкретного региона, с одной стороны, и в зависимости от потребностей в энергии для промышленного, сельскохозяйственного производства, бытовых нужд – с другой. Рекомендуется планировать энергетику на возобновляемых источниках для районов размером примерно 250 км².

2.6.6 Снижение потребления тепловой энергии

Повышение цен на энергоносители и проведение энергосберегающей политики вызвало необходимость наряду с разработкой комплекса мер по снижению потребления тепловой энергии на нужды отопления и горячего водоснабжения вести поиски более экономичного способа получения и пе-

редачи теплоты. Альтернативой централизованному теплоснабжению зданий, которое наиболее широко применяется в настоящее время, является децентрализованная система выработки тепла.

Один из ее вариантов – автономное отопление каждой квартиры многоэтажного дома теплом и горячей водой (рисунок 2.33). Основными элементами данной системы отопления являются **отопительный котел**, устанавливаемый в каждой квартире, системы дымоудаления (дымовые трубы) и подачи воздуха на горение, а также отопительные приборы (радиаторы) и теплосчетчик, обеспечивая индивидуальную комфортность проживания. Проведены всесторонние исследования безопасности систем поквартирного отопления на газовом топливе (пожаробезопасность, гигиеническая и экологическая безопасность).

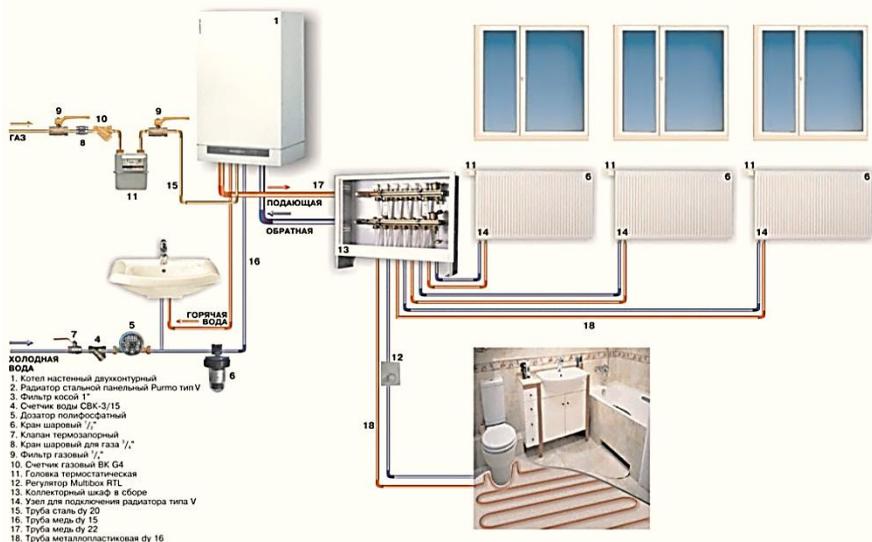


Рисунок 2.33 – Схема автономной системы теплоснабжения квартиры

В настоящее время в Республике Беларусь построено, запроектировано и находится в стадии строительства более 4 тыс. квартир с поквартирной системой отопления с использованием газовых аппаратов как импортного, так и отечественного производства. Сравнительный анализ фактических расходов на отопление и горячее водоснабжение в двух одинаковых жилых зданиях с различными системами теплоснабжения – центральное и поквартирное – показал, что стоимость отопления и горячего водоснабжения в расчете на 1 м² отапливаемой площади в поквартирной системе приблизительно на 40 % меньше, чем в системе централизованного теплоснабжения.

Вопросы эффективного и экономного использования энергоресурсов решаются при широком внедрении *автономных и крышных котельных*. Для размещения встроенных, пристроенных и крышных котельных требуются минимальные (или вообще не требуются) земельные участки. Эти котельные не имеют внешних тепловых сетей, следовательно, отсутствуют теплотери при транспортировке теплоты потребителю, сокращается расход электрической энергии на работу насосов.

В среднем применение децентрализованных систем отопления (поквартирное отопление, устройство автономных и крышных котельных) позволяет в 1,5–2 раза уменьшить годовой расход газа по сравнению с системами централизованного теплоснабжения.

Широко внедряемые технические решения по тепловой санации и модернизации жилого фонда с применением отечественных материалов дают возможность снизить расход тепловой энергии на отопление до 50 %. Ежегодно в республике утепляется свыше 1,2 млн м² общей площади ограждающих конструкций.

В целях экономии топливно-энергетических ресурсов планируется введение повышенных нормативных значений сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций при проектировании и строительстве (реконструкции, модернизации) зданий.

Главный приоритет – комплексное решение проблемы энергосбережения. **Снижение энергопотребления** объектами жилищно-коммунального сектора требует решения комплекса задач, включающих:

- создание проектов и строительство энергосберегающих зданий;
- разработку и внедрение энергоэффективных систем жизнеобеспечения;
- тепловую модернизацию эксплуатируемых зданий и сооружений;
- использование нетрадиционных и возобновляемых источников энергии для энергообеспечения зданий;
- совершенствование нормативной и законодательно-правовой базы;
- информирование и обучение населения энергосбережению при эксплуатации зданий и сооружений;
- создание системы стимулов для населения, обеспечивающих массовое внедрение энергосберегающих мероприятий.

Список литературы к разделу 2

1 Бухаркин, Е. Н. Инженерные сети, оборудование зданий и сооружений : учеб. / Е. Н. Бухаркин, В. М. Овсянников, К. С. Орлов; под ред. Ю. П. Соснина. – М. : Высшая школа, 2001. – 415 с.

2 Еремкин, А. И. Тепловой режим зданий : учеб. пособие / А. И. Еремкин, Т. И. Королева. – Ростов н/Д : Феникс, 2008. – 363 с.

3 **Невзорова, А. Б.** Теплогазоснабжение, отопление и вентиляция : учеб. / А.Б. Невзорова. – Гомель : БелГУТ, 2014. – 279 с.

4 **Петров, В. Д.** Проблемы достижения полной энергонезависимости архитектурными комплексами зданий и сооружений // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» [Электронный ресурс]. – Том 8. – № 3. – 2016. – Режим доступа : <http://naukovedenie.ru/PDF/06TVN316.pdf>. – Дата доступа : 22.03.2018.

5 Строительная климатология : СНБ 2.04.02-2000. – Введ. 12.08.2000. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2001. – 37 с.

6 Жилые здания. Строительные нормы проектирования : ТКП 45-3.02-324–2018. – Введ. 01.11.2018. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2018. – 28 с.

7 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха : СНБ 4.02.01-03. – Введ. 16.10.2003. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2004. – 78 с.

8 Конвекторы отопительные. Технические условия : СТБ 1281–2001. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2001. – 12 с.

9 Трубы полимерные для систем отопления и горячего водоснабжения. Технические условия : СТБ 1293–2001. – Введ. 29.10.2001. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2002. – 17 с.

10 Внутренние инженерные системы зданий и сооружений. Правила монтажа : ТКП 45-1.03-85–2007. – Введ. 12.07.2007. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2008. – 32 с.

11 Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования : ТКП 45-2.04-43–2006. – Введ. 01.07.2007. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2006. – 26 с.

12 Системы отопления и вентиляции усадебных жилых домов. Правила проектирования ТКП 45-4.02-74–2007. – Введ. 11.08.2007. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2008. – 17 с.

13 Теплоснабжение, отопление и вентиляция : учеб. пособие для курсового и дипломного проектирования / Б. М. Хрусталева [и др.]. – М. : Изд-во АСВ, 2007. – 784 с.

14 Инженерное оборудование высотных зданий / под общ. ред. М. М. Бродач. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : АВОК-ПРЕСС, 2011.

15 Тепловая защита зданий. Теплоэнергетические характеристики. Правила определения : ТКП 45-2.04-196–2010. – Введ. 01.09.2010. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2010. – 54 с.

16 Высотные здания. Строительные нормы проектирования : ТКП 45-3.02-108–2008. – Введ. 01.12.2008. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2008. – 92 с.

17 Системы отопления зданий. Метод расчета энергетических характеристик и показателей эффективности системы. Ч. 4–2. Системы теплоснабжения, системы с тепловыми насосами : СТБ EN 15316-4-2–2016. – Введ. 01.02.2017. – Минск : Госстандарт Респ. Беларусь, 2016. – 124 с.

3 ВЕНТИЛЯЦИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА

3.1 Назначение и исходные данные для расчета вентиляции

Вентиляцией называется обмен воздуха в помещениях для удаления избытков теплоты, влаги, вредных веществ с целью обеспечения допустимых параметров микроклимата и чистоты воздуха в обслуживаемой или рабочей зоне [1].

Система вентиляции представляют собой комплекс инженерных устройств, включающих воздушный тракт (воздуховоды), оборудование для обработки (очистки, нагрева) и транспортировки, подачи и удаления воздуха, а также сетевое оборудование (воздухоприемные, воздухораспределительные устройства, дроссель-клапаны и др.), и служат для обеспечения поддержания допустимых параметров микроклимата в помещении.

Задача вентиляции состоит в том, чтобы поддерживать необходимые параметры микроклимата и чистоты воздушной среды в помещении, отвечающие санитарно-гигиеническим и технологическим требованиям. Общая классификация вентиляции приведена на рисунке 3.1. В зависимости от назначения вентиляции присущи следующие характерные признаки.

По способу создания давления для перемещения воздуха в вентиляционной системе могут применяться вентиляционное оборудование с гравитационным побуждением (*естественная* вентиляция), с искусственным побуждением воздуха (*механическая* вентиляция), при одновременном действии механической и естественной вентиляции – *смешанная*.

Следует знать, что в каждом конкретном проекте определяется, какой тип вентиляции является наилучшим в санитарно-гигиеническом отношении, а также экономически и технически более рациональным.

По функциональному признаку (или по способу подачи воздуха и его удаления из помещения) вентиляционные системы бывают *приточными*, *вытяжными* или *приточно-вытяжными*. Выбор необходимой системы зависит от назначения, объема и конкретных особенностей помещения (наличия и характера источника загрязнений, количества людей, планировки и т. д.).

Приточная система предназначена для подачи в помещение чистого воздуха взамен удаляемого. В помещении при этом создается повышенное (избыточное) давление, за счет которого воздух уходит наружу через окна,

двери или в другие помещения. При этом свежий воздух подается, как правило, после предварительной подготовки, которая может включать очистку, подогрев, охлаждение, увлажнение.

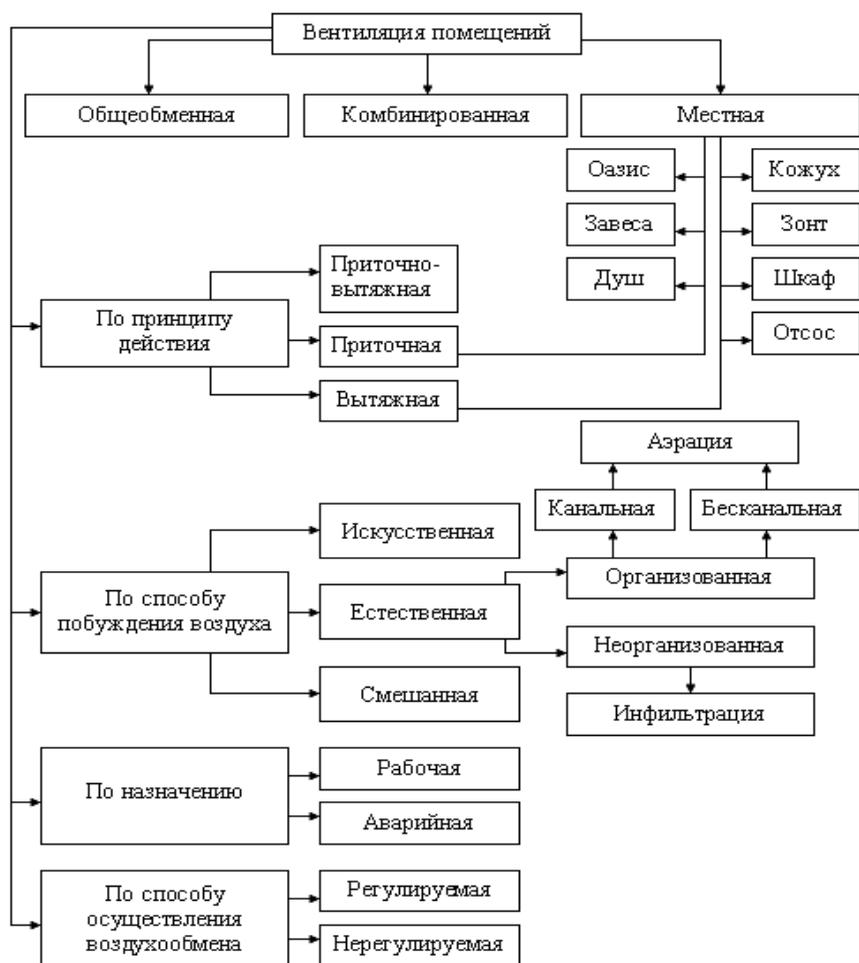


Рисунок 3.1 – Классификация вентиляции

Вытяжная система предназначена для удаления загрязненного воздуха из помещения, при этом в помещении создается пониженное давление, и воздух из соседних помещений или наружный воздух поступает в данное помещение. Вытяжные системы применяют для помещений с кратковре-

менным пребыванием людей или при небольших количествах вытяжного воздуха.

В *приточно-вытяжной системе* воздух в помещение подается приточной системой, а удаляется вытяжной. Обе системы работают одновременно. При этом их производительность должна быть одинаковой, чтобы исключить разницу воздушного давления внутри и снаружи помещения, приводящей к эффекту «хлопающих дверей».

В *системах с рециркуляцией* отработавшего воздуха к наружному воздуху подмешивается часть вытяжного воздуха. Они применяются для снижения расхода теплоты в холодный период года или для снижения расхода холода – в системах кондиционирования воздуха в теплый период года.

Для утилизации теплоты уходящего воздуха и предварительного подогрева приточного воздуха широкое применение находят *теплообменники-утилизаторы*.

По *схеме воздухообмена* (или *по зоне обслуживания*) вентиляционные системы подразделяются на местные, общеобменные и смешанные.

При *местной системе* вентиляции воздух удаляется или подается непосредственно у места образования вредных веществ, а также у места работающего через специальные устройства (местные отсосы).

Местная вытяжная применяется для предотвращения распространения вредных выделений по всему помещению. При этом достигается максимальный эффект при минимальном количестве удаляемого воздуха.

К *местной приточной* системе вентиляции относятся воздушные завесы и воздушное душирование, которое применяется при воздействии на работающего человека потока радиационной теплоты и в том случае, когда локализирующая общеобменная вентиляция не обеспечивает на рабочем месте заданных параметров воздушной среды.

Системы аспирации предназначены для удаления и очистки воздуха от пыли.

При устройстве *общеобменной вентиляции* смена воздуха происходит в объеме помещения. Общеобменная приточная вентиляция устраивается для ассимиляции избыточного тепла и влаги, разбавления вредных концентраций паров и газов, не удаленных местной и общеобменной вытяжной вентиляцией, а также для обеспечения расчетных санитарно-гигиенических норм и свободного дыхания человека в рабочей зоне. Общеобменные вытяжные системы относительно равномерно удаляют воздух из всего обслуживаемого помещения,

Смешанная система вентиляции является сочетанием элементов общеобменной и местной систем.

По *характеру обработки воздуха* системы вентиляции могут быть *прямоточными* (в помещение подается только наружный воздух), *рециркуляционные* (весь воздух из помещения или его часть после обработ-

ки вновь поступает в помещение) и *рекуперативные* (утилизируется теплота выбросного воздуха для нагрева приточного воздуха).

Системы аварийной вытяжной вентиляции обязательны для производств, в которых возможен прорыв вредных газов и паров. Система аварийной вентиляции должна включаться автоматически при достижении предельно допустимой концентрации вредных выделений или при останове одной из систем общеобменной или местной вентиляции.

По *конструктивному исполнению* различают *бесканальные* и *канальные вентиляционные системы*. В первом случае воздухообмен осуществляется при проветривании помещения и естественной инфильтрации воздушных масс через щели дверей и окон, поры стен. Расчет вентиляции в этом случае затруднен, т.к. он нерегулярен, неорганизован, имеет низкую эффективность и в зимнее время сопровождается значительными потерями тепла. Во втором случае системы вентиляции имеют разветвленную сеть в стенах и перекрытиях воздухопроводов для перемещения воздуха (канальные системы), через которые осуществляется воздухообмен. В большинстве многоквартирных домов, построенных в прошлом веке, оборудована вытяжная канальная система вентиляции с естественным побуждением. Расчет вытяжной вентиляции сводится к определению геометрических параметров воздухопроводов, которые бы обеспечивали доступ необходимого количества воздуха в соответствии с ГОСТ 30494–2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях».

3.2 Требования к воздушной среде

В большинстве помещений, где длительно находится человек, только организация рациональной системы вентиляции воздуха может обеспечить достаточный воздухообмен и нормативные **требования к воздушной среде помещения**.

Сухой атмосферный воздух представляет собой однородную смесь нескольких газов (объемн. %): 78,09 % азота, 20,95 % кислорода, 0,03 % углекислого газа, остальное – инертные и прочие газы. Соотношение количеств этих компонентов в атмосферном воздухе стабильно.

В системах воздушного отопления, вентиляции и кондиционирования обычно используется влажный воздух, или паровоздушная смесь.

Для хорошего самочувствия человека и нормального хода многих технологических процессов необходимо оптимальное содержание водяного пара в воздухе. Потому что, если в воздухе содержится мало водяных паров, то это создает чувство сухости во рту, одежда «электризуется» и липнет к телу. Если же пар, содержащийся в воздухе, наоборот, почти насыщен, то при малейшем понижении температуры наступит конденсация пара, и все предметы покроются капельками влаги (росы).

Величину, характеризующую влажность воздуха и показывающую, насколько пар, содержащийся в воздухе, далек от насыщения, называют относительной влажностью воздуха (φ).

Для насыщенного воздуха $\varphi = 100\%$. Относительную влажность воздуха в помещении нормируют. Для жилых и общественных помещений относительная влажность считается приемлемой в пределах от 30 до 70 %. Поэтому разработка системы вентиляции требует соответствующей подготовки и включает следующие этапы: определение необходимого воздухообмена; составление принципиальной схемы вентиляции; аэродинамический расчет воздухопроводной сети; расчет параметров, входящих в систему компонентов; разработка схемы управления и автоматики; подбор оборудования. Оборудование вентиляционных систем может размещаться как в специальных технологических помещениях – венткамерах, так и в других скрытых местах – за подвесным потолком, в коробах, на чердаке и т.п.

Расчетные параметры наружного воздуха (температуру и энтальпию) следует принимать по ТКП 45-2.04-43–2006, СНБ 2.04.02–2000: для теплого периода года – по параметрам А, для холодного – по параметрам Б. Для переходных условий независимо от места расположения здания, принимается $t_n = 8\text{ }^\circ\text{C}$, энтальпия $J = 22,5\text{ кДж/кг}$.

Расчетные параметры внутреннего воздуха (температура, относительная влажность, подвижность) принимаются в зависимости от периода года и назначения помещений по СНБ 4.02.01–03, СНБ 2.04.02–2000, ГОСТ 30494–2011, СанПиН от 30 апреля 2013 г. № 33.

Основными вредностями, выделяющимися в помещении, являются избыточная теплота, влага и вредные вещества.

Для жизнедеятельности человека необходимо учитывать показатели по кислороду и углекислому газу. Количество CO_2 в наружном воздухе составляет для городской среды 0,4–0,5 л/м³, или 0,07–0,1 %. Допустимая концентрация CO_2 в помещении составляет 1 л/м³. Человек в результате жизнедеятельности выделяет от 25 до 45 л/ч углекислого газа. Таким образом, для снижения содержания CO_2 в помещении, где находятся люди, до уровня допустимого, необходимо обеспечить приток свежего воздуха порядка 25–30 л/ч на одного человека.

Требования нормативных документов сводятся к обеспечению кратности воздухообмена внутри помещения по СТБ EN 15242–2016.

Воздухообменом называется частичная или полная замена воздуха, содержащего вредности, чистым атмосферным воздухом. При расчетах воздухообмена помещений определяется расход приточного воздуха, необходимого для поглощения избыточной теплоты, влаги, вредных веществ.

Под *объемом* L , м³/ч, понимают количество воздуха в кубических метрах, поступающего в помещение в течение часа. Минимальной нор-

мой воздухообмена на одного взрослого человека считается 30 м³/ч, на ребенка – 20 м³/ч.

Кратность воздухообмена n – число замен всего объема воздуха в замкнутом помещении в течение часа. В зависимости от типа и назначения помещения устанавливаются нормы кратности воздухообмена. Так, например, для жилых комнат рекомендована кратность 0,5–1,0, а в кухнях воздух должен меняться более интенсивно, и рекомендованная кратность составляет 3,0. Для производственных помещений данный показатель может сильно отличаться в зависимости от типа производства или деятельности, осуществляемых в данных помещениях.

При кратности воздухообмена менее 0,5 в час человек начинает чувствовать себя некомфортно, появляется ощущение духоты, снижение работоспособности и т. д.

Большинство помещений жилых и общественных зданий характеризуется постоянным составом и интенсивностью вредных выделений. Поэтому для них на основании эксплуатационного опыта систем вентиляции производительность по воздуху рассчитывается исходя из установленных *норм кратности воздухообмена*.

Для помещений различного назначения воздухообмен L , м³/ч, определяется по формуле

$$L = nV, \quad (3.1)$$

где n – нормативная кратность воздухообмена для определенного типа помещений: для жилых – 1/ч, для общественных помещений и производственных цехов – 2/ч, кухонь – 3/ч [1];

V – объем помещения, м³. Для помещений высотой 6 м и более следует принимать $V = 6F$, где F – площадь помещения, м².

Температуру приточного воздуха в теплый период принимают равной расчетной температуре наружного воздуха для проектирования вентиляции $t_{\text{пр}} = t_{\text{н}}$ (параметр А). Температуру приточного воздуха для переходных условий с учетом нагрева его в вентиляторе и воздуховодах – $t_{\text{пр}} = t_{\text{н}} + 0,001P$, $t_{\text{н}} = 8$ °С. Однако при такой температуре невозможно обеспечить нормируемые параметры воздуха в рабочей зоне помещения. Поэтому ориентировочно для переходных условий температуру приточного воздуха принимают равной 11–13 °С.

В холодный период $t_{\text{пр}}$ для общественных зданий принимается, как и для холодного периода.

3.3 Схемы организации воздухообмена

Вопрос выбора **схемы организации воздухообмена и типа воздухо-распределителей** должен рассматриваться на начальной стадии проектирования совместно с архитектором, а также при выборе принципиальной схе-

мы обработки воздуха в центральном кондиционере. В ряде случаев это позволяет не только создать в помещении комфортные условия, но и снизить единовременные и эксплуатационные затраты.

К системе воздухораспределения предъявляются следующие основные требования:

– *эстетические, архитектурно-строительные.* Для реализации определенного способа распределения воздуха следует предусматривать некоторые пространства, например фальшпол, подшивной потолок, технические этажи. Воздухораспределитель как видимая часть системы кондиционирования воздуха, особенно в помещениях гражданских зданий, должен отвечать эстетическим требованиям;

– *санитарно-гигиенические.* Воздух в помещении необходимо распределить так, чтобы человек не испытывал ощущения дискомфорта: не должно быть застойных зон, холодного дутья, сквозняков;

– *технологические.* Для производственных помещений определенного назначения необходимо обеспечить поддержание температуры воздуха во всем объеме обслуживаемой зоны с заданной точностью;

– *акустические.* Уровень звукового давления в помещении не должен превышать допустимого значения;

– *эксплуатационные,* заключающиеся в возможности регулирования расхода воздуха через воздухораспределитель, направления подачи воздуха и вида струи в зависимости от режима охлаждения или отопления. Потери давления в воздухораспределителе должны быть минимальными;

– *экономические,* состоящие в достижении эффективности системы кондиционирования с учетом минимальных единовременных и эксплуатационных затрат.

В настоящее время условно различают два основных способа распределения воздуха в помещении: перемешивающая вентиляция и вытесняющая вентиляция, хотя в действительности способов организации воздухообмена больше. Классификация схем организации воздухообмена, принятая в отечественной практике, по направлению движения воздуха, например сверху вниз, сверху вверх и т. д., не в полной мере отражает особенности формирования воздушных потоков в помещении.

При *перемешивающей вентиляции* высокоскоростной турбулентный поток приточного воздуха вовлекает путем эжекции в движение окружающий воздух в помещении, перемешиваясь с ним и создавая относительно равномерное поле температур и скоростей по всему объему помещения.

Вытесняющая вентиляция представляет собой схему организации воздухообмена в помещении, обеспечивающую максимально беспрепятственное развитие восходящих конвективных потоков над источниками тепловыделений в верхнюю зону помещения. Удаление нагретого и загрязненного воздуха из помещения осуществляется из верхней зоны, приток чистого, холодного воздуха – в нижнюю зону помещения на уровне пола.

Способ *локальной вентиляции* заключается в непосредственной подаче чистого воздуха на рабочее место в зону дыхания человека в размере минимального воздухообмена (Особенности различных схем организации воздухообмена // Аква-терм. № 06. 2008. http://teplo.com/otoplenie_review188.html).

В квартирах жилых домов могут применяться следующие **виды систем вентиляции**:

- естественной, с естественным притоком и удалением воздуха;
- смешанной, с механическим удалением и с естественным притоком воздуха; с механическим притоком и с естественным удалением воздуха;
- механической приточно-вытяжной.

В квартирах жилых домов могут применяться следующие **типы систем вентиляции**: централизованные, индивидуальные и смешанные.

В жилых зданиях в основном проектируются системы с естественной вентиляцией как наиболее экологичные и не требующие дополнительного подвода энергии.

В квартирах воздухообмен осуществляется следующим образом: приток свежего воздуха (неорганизованный) – через неплотности в оконных рамах, открывающиеся фрамуги и форточки, через установленные в стенах, оконных рамах или коробках специальные клапаны (в том числе в шумозащитном исполнении) (рисунок 3.2). Такой воздухообмен происходит за счет гравитационного давления вследствие разности температур наружного и внутреннего воздуха, а также под воздействием ветра.

Приточный воздух поступает в жилые комнаты и кухню, а через щели между полом и нижней частью дверей (высота щели должна быть 3–5 см) – в ванную комнату и туалет, нагревается и загрязняется продуктами жизнедеятельности людей. Затем отработанный воздух удаляется из квартиры через вытяжные решетки под потолком помещений, установленные в вентиляционных блоках, каналах или воздуховодах. В квартирах обычно вытяжку устраивают из кухонь, ванных комнат и санузлов.

Для удаления воздуха проектируются сборные вертикальные каналы с подключаемыми к ним индивидуальными каналами-спутниками, в которых устанавливаются вытяжные решетки. Для двух последних этажей, на которых естественная вытяжка через сборный вытяжной канал наименее эффективна [так как располагаемое давление, определяемое величиной $H(\rho_n - \rho_v)$, мало вследствие небольшой высоты верхней части сборного вытяжного канала], проектируются самостоятельные (индивидуальные) вытяжные каналы (вентблоки).

Расчет вытяжной вентиляции производится с учетом условий переходного периода при температуре приточного воздуха +5 °С и отсутствии ветра. Система естественной вентиляции рассчитывается на удаление из каждой квартиры нормативного количества воздуха.

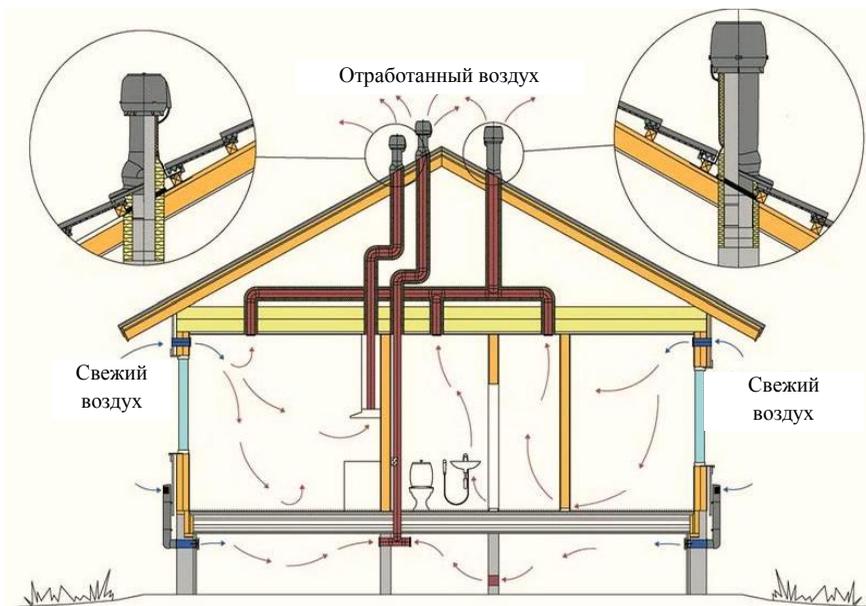


Рисунок 3.2 – Схема работы канальной естественной вытяжной вентиляции

Давление (в Па), заставляющее воздух перемещаться при естественной вентиляции, обусловлено гравитационными силами, возникающими вследствие разности плотности воздуха помещения ρ_v и наружного воздуха ρ_n при температуре 5°C . Оно определяется по формуле

$$H_c = gh(\rho_n - \rho_v), \quad (3.2)$$

где h – расстояние по вертикали от центра приточного проема до центра вытяжного, м.

Это давление расходуется на преодоление сопротивления движению воздуха на его пути.

В жилых, общественных и производственных зданиях, не требующих интенсивного воздухообмена, в основном проектируют вытяжные *канальные системы* естественной вентиляции (рисунок 3.3). Вертикальные вытяжные каналы этих систем обычно располагают в толще внутренних стен или в специальных железобетонных блоках и шахтах.

Системы естественной вентиляции имеют простое устройство, не сложны в эксплуатации, однако из-за малого радиуса действия (до 8 м) малоэффективны, особенно для помещений с незначительными избытками теплоты.

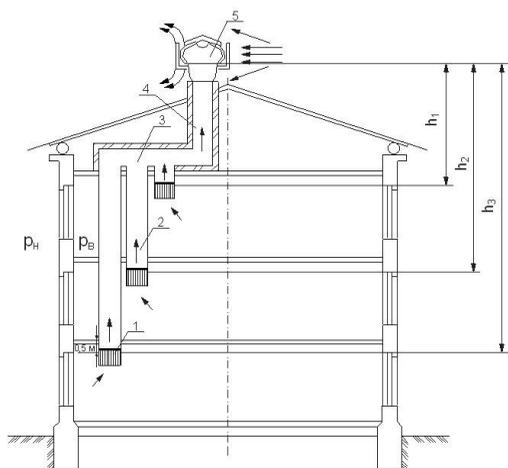


Рисунок 3.3 – Канальная система естественной вытяжной вентиляции:

- 1 – вытяжная решетка; 2 – вертикальный канал; 3 – горизонтальный утепленный канал; 4 – вытяжная утепленная шахта; 5 – дефлектор

Скорость воздуха в воздуховодах систем с гравитационным (естественным) побуждением принимают 0,5–1,0 м/с.

Сборные короба и вытяжные шахты на чердаке выполняют с утепленными стенками во избежание выпадения конденсата на их внутренних поверхностях в зимнее время. Материал стенок каналов и шахт должен быть несгораем.

В жилых зданиях вытяжные вентиляционные каналы из помещений, обращенных на противоположные фасады, не объединяют.

Расчет воздуховодов вентиляционных систем (аэродинамический расчет) сводится к определению размеров живого сечения воздуховодов, оказывающих проходу требуемого количества воздуха сопротивление, равное расчетному давлению.

Для улучшения работы вытяжной естественной вентиляции с использованием энергии гравитационных сил и ветра устанавливают *дефлектор*. Он представляет собой насадок на вытяжной трубе. Поток воздуха, обтекая дефлектор, создает в нем разрежение, за счет которого происходит перемещение воздуха из помещения в атмосферу.

Распределение воздуха в системах вентиляции или кондиционирования осуществляется сетью воздуховодов (каналов), которые могут быть различной конструкции и должны отвечать определенным требованиям ГОСТ 32548–2013:

- обеспечивать пропускную способность для прохождения необходимого объема воздуха;
- иметь минимальное сопротивление и потери;
- обеспечивать по скоростному режиму нормативные шумовые характеристики;
- занимать минимальное пространство.

При необходимости на воздуховоды наносится тепло-, звуко- или пароизоляция, а также огнезащитные покрытия (рисунок 3.4).



Рисунок 3.4 – Утепленные металлические трубы из нержавеющей стали для монтажа вентиляционных систем

Классификация вентиляционных каналов и воздуховодов:

- *по плотности* – плотные (класс П) и нормальные (класс Н);
- *скорости потока воздуха* системы сети воздушных коммуникаций – на низкоскоростные ($v < 13$ м/с) и высокоскоростные ($13 < v < 25$ м/с);
- *рабочему давлению* – на низкого (до 900 Па), среднего (900–1700) и высокого (1700–3000 Па) давления. Для небольших встроенно-пристроенных помещений, расположенных обычно на уровне 1–2-го этажей жилых зданий, применяются низкоскоростные воздуховоды низкого давления. Рекомендуемые максимальные скорости воздуха в каналах (воздуховодах) находятся в пределах от 5 до 9 м/с;
- *конструкции* – встроенные и приставные, круглые и прямоугольные, гибкие;

– *материалу* – кирпичные, бетонные, железобетонные, асбоцементные, шлокогипса, металлические (оцинкованная или нержавеющая сталь), металлопластиковые), неметаллические (синтетические материалы: полиэтилен, стеклопластик, винилпласт, стеклоткань и др.), огнестойкие из негорючих материалов.

Вытяжные вентиляционные каналы могут устраиваться: в кирпичных стенах (изготавливаются из специальных вентиляционных блоков); в пустотах внутренних стен в виде приставных каналов у внутренних стен и перегородок (изготавливаются из блоков или плит – шлакогипсовых и шлакобетонных, бетонных, гипсоволокнистых, шлакобетонных пустотелых, пеноглинистых и пеносиликатных).

Недостатками естественной системы вентиляции являются неустойчивый воздушный режим квартир, вызываемый значительным влиянием температуры наружного воздуха и влиянием ветра, дискомфорт от использования форточек при низких наружных температурах. Открывание форточек приводит обычно к избыточному проветриванию и охлаждению помещений, что особенно проявляется в периоды похолоданий.

Также высокая герметичность современных окон сделала практически неработоспособными системы естественной вентиляции. В квартирах ухудшилась комфортность проживания: имеет место высокая влажность и низкое качество воздуха, возрастает вероятность грибковых поражений конструкций. Разгерметизация квартир путем открытия форточек в герметичных окнах не позволяет обеспечивать требуемый микроклимат в квартирах и значительно снижает эффективность использования тепла, затраты которого на подогрев вентиляционного воздуха в современной квартире превышают потери теплоты через наружные ограждения.

Устройство регулируемой вентиляции с естественным притоком через

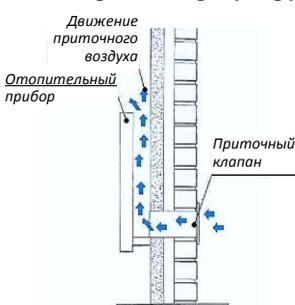


Рисунок 3.5 – Пример стенового приточного клапана (проветривателя)

специальные приточные устройства-клапаны (стенные или оконные) (рисунок 3.5), обеспечивающие нормативный воздухообмен и снижающие проникающий шум в квартирах до уровня нормативных требований, и с механической вытяжной или механической приточно-вытяжной вентиляцией, в том числе с утилизацией теплоты вытяжного воздуха, позволяет нормализовать воздушно-тепловой режим квартир, обеспечить требуемый воздухообмен, снизить затраты тепла на 10–15 %, а в случае использования утилизации – на 20–25 %.

Приток воздуха в помещения квартиры осуществляется через приточные клапаны, устанавливаемые в переплете окна или в наружной

стене. Допускается осуществлять приток воздуха через форточки, фрамуги или открывающиеся створки окон, оборудованные фиксаторами, в домах с окнами, выходящими на улицу, если уровень уличного шума не превышает 60 дБА.

Удаление воздуха из помещений квартиры осуществляется через вытяжные устройства – вытяжные решетки или клапаны. Вытяжные устройства присоединяются к вертикальному сборному каналу через воздушный затвор, спутник. Вертикальные сборные каналы следует предусматривать общими или отдельными для кухонь и туалетов. В случае использования общего вертикального сборного канала вытяжные устройства из кухни, ванной комнаты и туалета должны присоединяться через отдельные спутники.

Удаление воздуха из помещений квартир верхних этажей дома, как правило, осуществляется индивидуальными вытяжными вентиляторами через отдельные каналы. Число этажей, квартиры которых должны быть оборудованы индивидуальными вентиляторами, определяется расчетом.

В системах естественной вентиляции допускается устанавливать индивидуальные бытовые вытяжные вентиляторы на вытяжных устройствах каждой квартиры, как правило, в системах с индивидуальными вертикальными каналами.

Механическую канальную вентиляцию в жилищном строительстве можно подразделить на центральную и местную; вытяжную и приточно-вытяжную.

Принципиальные схемы естественной и механической вытяжной вентиляции многоэтажных жилых домов приведены на рисунке 3.6.

Вытяжка из техподполья должна происходить через самостоятельные вертикальные каналы.

Для стабилизации работы вытяжной системы жилых зданий, не приводящих к значительному увеличению капитальных расходов при их устройстве и требующих минимальных затрат при эксплуатации, можно использовать:

- ветровое побуждение естественной вентиляции (дефлекторы);
- сочетание естественного и механического побуждения (гибридные системы вентиляции);
- вентиляцию «по потребности» (установка в кухнях и санузлах гигрорегулируемых вытяжных устройств);
- тепловое побуждение в теплый период года (подогрев выходящего вытяжного воздуха при помощи прямого воздействия солнечной радиации).

Дальнейшее повышение показателей энергосбережения возможно только при утилизации теплоты вытяжного воздуха, а для этого необходимо *приточно-вытяжная механическая вентиляция* (рисунок 3.7).

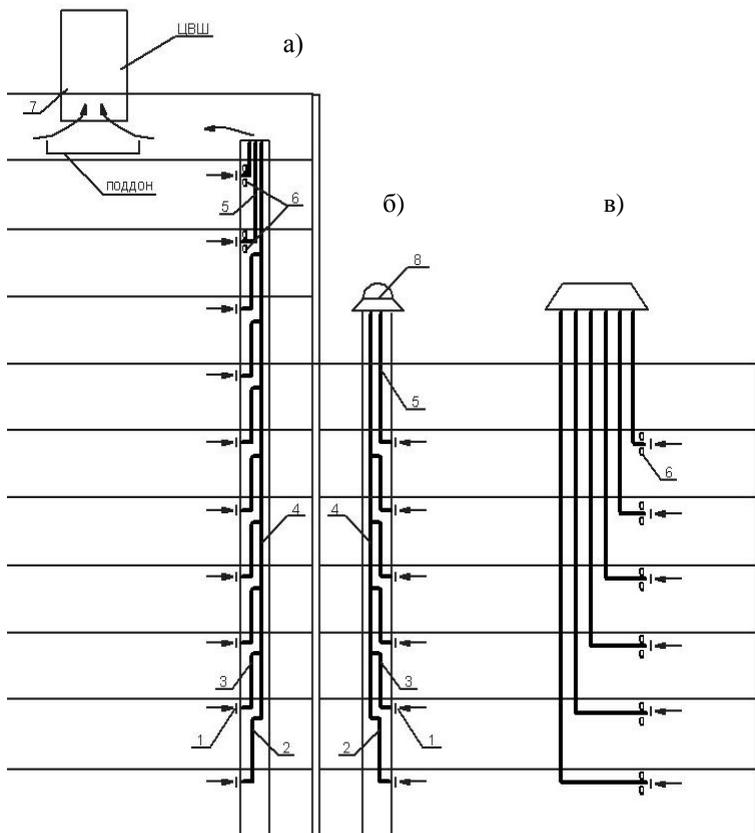


Рисунок 3.6 – Схема вытяжной естественной и механической вентиляции для многоэтажных (высотных) зданий:

a – с вентиляторами на двух последних этажах; *б* – крышным вентилятором; *в* – вентиляторами на всех этажах: 1 – воздухоприемные устройства; 2 – вертикальный воздуховод; 3 – вертикальный канал (воздуховод)-спутник; 4 – сборный вертикальный канал; 5 – индивидуальные каналы воздуховоды двух последних этажей; 6 – осевой вентилятор; 7 – центральная вытяжная шахта; 8 – крышный вентилятор

Системы механической приточно-вытяжной вентиляции, как правило, должны иметь устройства утилизации тепла вытяжного воздуха для подогрева приточного воздуха. Воздухораспределители для подачи приточного воздуха устанавливаются в жилых помещениях, вытяжные устройства – в подсобных помещениях (кухнях, ваннах, туалетах, постирочных, кладовых и т. п.).

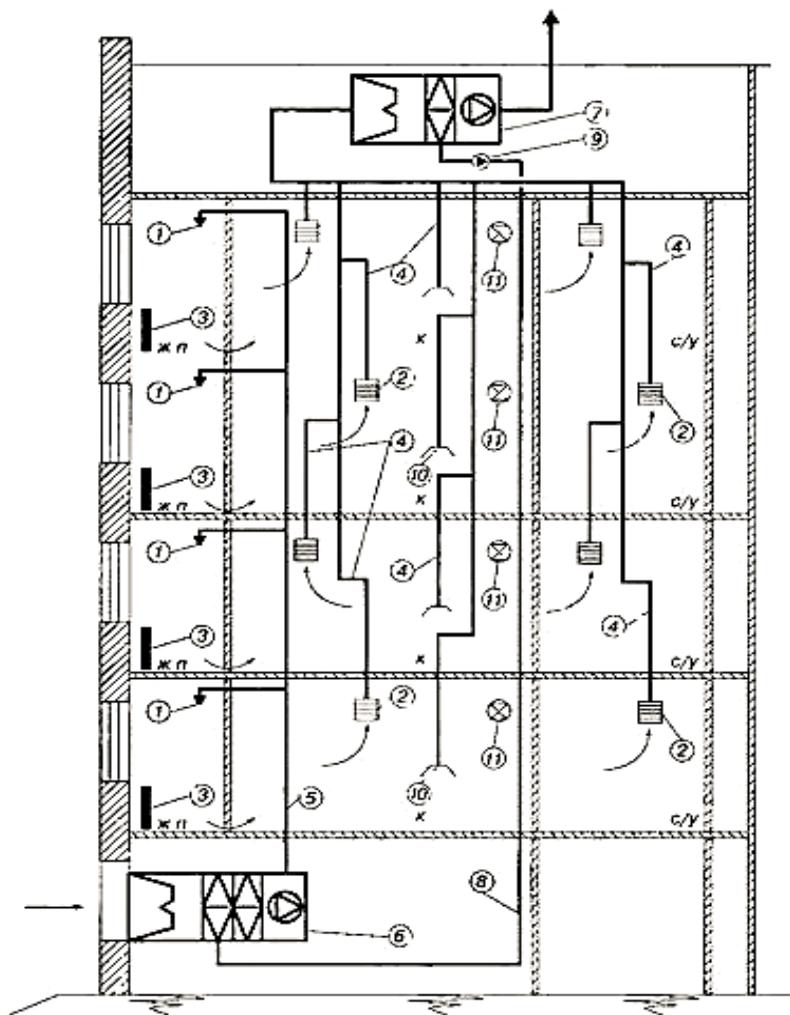


Рисунок 3.7 – Схема системы механической приточно-вытяжной вентиляции (центральная) с утилизацией тепла вытяжного воздуха (утилизация с промежуточным теплоносителем):

ж.п. – жилое помещение; к – кухня; с/у – санузел; 1 – приточное устройство; 2 – вытяжное устройство; 3 – отопительный прибор; 4 – вытяжные каналы; 5 – приточные каналы; 6 – приточная камера с утилизатором тепла с промежуточным теплоносителем; 7 – вытяжная камера с утилизатором тепла с промежуточным теплоносителем; 8 – трубопровод промежуточного теплоносителя; 9 – циркуляционный насос; 10 – надплитный зонт с индивидуальным вентилятором; 11 – уравнивающий клапан

(<http://www.gostrf.com/normadata/1/4293826/4293826732.htm>)

Механическая приточная вентиляция может быть совмещена с воздушным отоплением. Такие системы в жилых зданиях могут быть как центральными, так и квартирными с частичной рециркуляцией воздуха. Отопление осуществляется за счет перегрева приточного воздуха. Температура приточного воздуха t_r не должна превышать 45°C . Минимальный расход приточного воздуха для воздушного отопления

$$G_o = \frac{3,6 Q}{c (t_r - t_b)} . \quad (3.3)$$

Расход приточного воздуха в таких системах должен быть принят по большей величине потребности на нужды отопления и вентиляции, с корректировкой (при необходимости) температуры приточного воздуха.

3.4 Энергосберегающее оборудование

3.4.1 Воздушно-тепловые завесы

Воздушно-тепловые завесы – это эффективные устройства, создающие плоские направленные потоки прохладного или подогретого воздуха. Оборудование этого типа предназначено для установки над воротами, дверными проемами или сбоку от них в отапливаемых или кондиционируемых помещениях. Их основная функция – предотвращение поступления холодного воздуха и сохранение тепла, отделение зон с разными температурными или воздушными режимами, защита от сквозняков.

Оборудование этого типа имеет довольно простое устройство: прочный корпус, в котором размещены воздухонагреватель, вентилятор и сопло для выхода потока (рисунок 3.8).

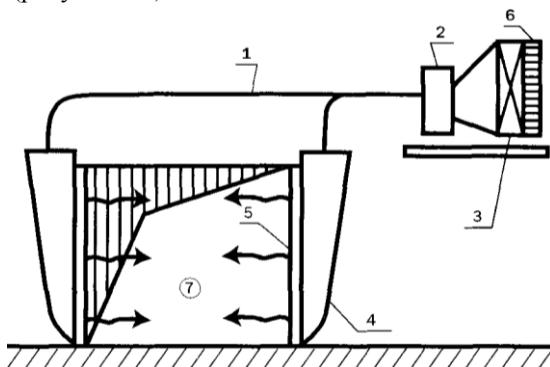


Рисунок 3.8 – Основные элементы воздушно-тепловой завесы:

1 – воздуховод; 2 – вентилятор; 3 – воздухонагреватель (водяной или электрический); 4 – воздуховод равномерной раздачи; 5 – щелевой насадок; 6 – фильтр; 7 – проем в ограждении

Все воздушно-тепловые завесы работают по следующему принципу: через перфорированную внешнюю стенку воздух попадает в устройство, нагревается до заданной температуры и под определенным давлением подается наружу – под углом или прямо в плоскость проема.

Потребительские характеристики – два основных критерия выбора: *мощность и высота установки*. От первого параметра зависит эффективность нагрева воздуха, от второго – качество и скорость струи на выходе из сопла (рисунок 3.9).

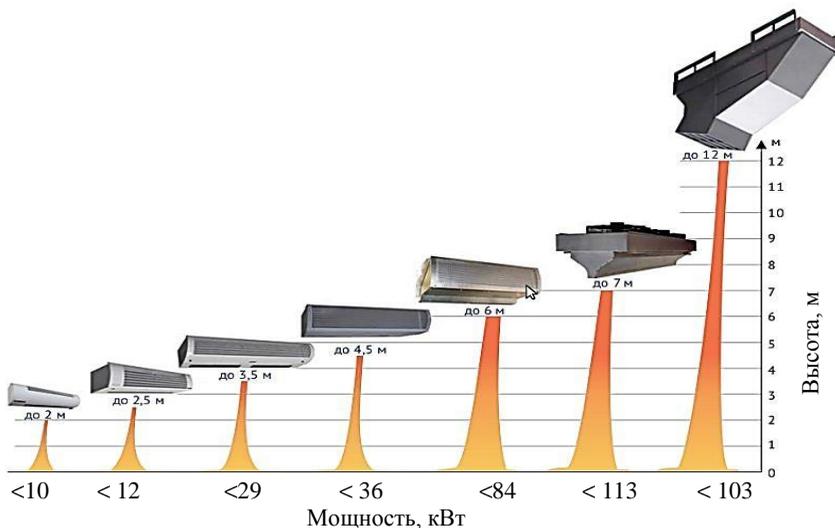


Рисунок 3.9 – Визуализация потока воздуха завесы в зависимости от мощности и высоты установки оборудования

Прибор должен создавать равномерный поток определенной ширины, соответствующий характеристикам, заявленным производителем в сопроводительных документах.

По принципу действия завесы разделяется на две категории:

- 1) с подогревом воздуха. Используются для всесезонной защиты помещений: зимой – от проникновения холода через ворота и проемы, летом – для сохранения установленного температурного режима в помещении;
- 2) без подогрева – созданием преграды для проникновения теплого наружного воздуха в помещения с более низкими температурами.

По принципу установки завесы разделяются на три группы:

- 1) подвесные – крепятся к потолочному перекрытию с помощью кронштейнов или резьбовых стержней;

2) *встраиваемые* – конструкция состоит из двух частей: декоративной решетки и основного модуля, который обычно прячется за подвесным потолком;

2) *вертикальные* – крепятся к стенам с одной или двух сторон от проема или непосредственно к полу.

По режиму работы воздушные завесы бывают периодического и постоянного действия.

Воздушную завесу постоянного действия можно использовать не только по ее прямому назначению, но и для организации притока или вытяжки, а также в качестве воздушно-отопительного агрегата, компенсирующего дополнительные потери тепла.

По направлению струи воздушные завесы можно подразделить:

– на имеющие направление струи снизу вверх, с подачей воздуха через горизонтальную щель, расположенную внизу проема;

– имеющие горизонтальное направление струи – одно- и двусторонние, с подачей воздуха через вертикальную щель, расположенную с одной или с двух сторон проема;

– имеющие направление струи сверху вниз, с подачей воздуха через горизонтальную щель, расположенную сверху проема.

Для проемов в наружных ограждениях наиболее целесообразно устройство завес с подачей воздуха снизу вверх, при этом достаточно эффективно предотвращается врывание холодного воздуха в нижнюю часть помещения, где находятся люди.

По месту расположения воздухозабора и температуре подаваемого воздуха t_3 завесы можно классифицировать на следующие:

– имеющие внутренний (из помещения) забор воздуха с температурой $t_в$ и подогрев подаваемого воздуха ($t_3 > t_в$). Такие завесы устраивают у проемов в наружных ограждениях помещений с постоянными рабочими местами, расположенными вблизи ворот или дверей, например в магазинах;

– имеющие внутренний воздухозабор без подогрева подаваемого воздуха ($t_3 < t_в$). Обычно применяются у проемов в наружных ограждениях, когда допускается некоторое периодическое понижение температуры помещения;

– имеющие наружный воздухозабор и подогрев подаваемого воздуха до температуры помещения ($t_3 = t_в$). Таким образом устраивают завесы постоянного действия, используемые в качестве приточных вентиляционных установок.

По источнику нагревания воздуха, подаваемого в помещение завесой, они делятся на водяные (калориферные) и электрические.

По принципу действия завесы могут быть шиберующего (отсечно-го) и смесительного типов. В первом случае воздушная струя завесы, умень-

шая количество проходящего через проем воздуха, частично шибрует проем (отсекает), значение коэффициента расхода воздуха через проем при работе завесы снижается; во втором – обеспечивается смешивание наружного воздуха, поступающего через открытый проем с воздухом завесы.

Особенности проектирования воздушных завес. Основными параметрами, характеризующими конкретные модели тепловых завес, являются: мощность обогрева, кВт; производительность по воздуху, м³/ч; длина завесы; тип используемого подогревателя (с электрокалорифером или с водяным калорифером).

При подборе тепловой завесы рекомендуется, чтобы длина завесы была не меньше высоты (ширины) проема.

При установке воздушных завес температура воздуха на рабочих местах должна удовлетворять санитарным нормам согласно СНБ 4.02.01–03. Температуру воздуха, подаваемого воздушно-тепловыми завесами, следует принимать не выше 50 °С – у наружных дверей и не выше 70 °С – у наружных ворот и проемов. Скорость выпуска воздуха из щелей или отверстий завес рекомендуется не более 8 м/с у наружных дверей и до 25 м/с – у въездных ворот.

3.4.2 Рекуператоры (теплоутилизаторы)

Использование приточно-вытяжных рекуператоров – одно из самых перспективных направлений в энергосбережении в области вентиляции и кондиционирования воздуха [11].

Под **рекуперационными процессами** в каких-либо технологических операциях подразумевают возврат части материала или энергии для их вторичного использования. В системе приточно-вытяжной вентиляции под рекуперацией подразумевают частичный возврат тепловой энергии, утилизируемой из помещения вместе с вытяжным воздухом.

Рекуператор (от лат. recuperator) – получающий обратно, возвращающий (Рекуператоры и рекуперация воздуха. http://www.teploed.ru/menu6_4.html).

В холодное время года поступающий через рекуператор с улицы холодный воздух обогревается выходящим из помещения отработанным теплым воздухом. И наоборот, в летние месяцы, поступающий с улицы слишком теплый воздух охлаждается уходящим из помещения более холодным. При этом поддержание постоянной температуры в помещении при использовании рекуператора происходит со значительной экономией затрат энергии.

Существует несколько видов рекуператоров: пластинчатые; роторные; камерные; рекуператоры с промежуточным теплоносителем; тепловые трубы.

Пластинчатый воздушно-воздушный рекуператор (рисунок 3.10) – выполняется в виде моноблочного узла, где потоки приточного и вытяжного воздуха омывают одни и те же теплопроводящие пластины, не кон-

тактируя друг с другом непосредственно. Вытяжной воздух отдает свое тепло пластине, а приточный забирает и возвращает обратно в помещение. Недостаток: со стороны вытяжного воздуха на теплообменной пластине может скапливаться конденсат, который впоследствии может попасть и в воздуховоды по направлению движущегося воздушного потока.

Эффективность пластинчатых рекуператоров высока (50–80 %), что делает их достаточно дешевыми. Чаще всего их устанавливают на малых предприятиях, в небольших зданиях, коттеджах, магазинах.

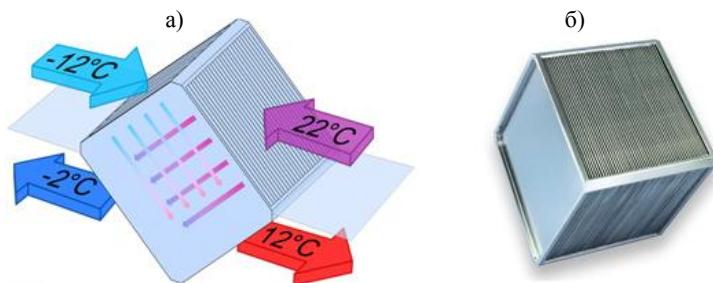


Рисунок 3.10 – Пластинчатый перекрестно-точечный рекуператор:
а – изменение температур воздушных потоков; б – внешний вид

В рекуператорах роторного типа (рисунок 3.11) тепло передается вращающимся между удаляемым и приточным каналами ротором. Ротор непрерывно вращается в плоскости, перпендикулярной направлению воздушного потока, при этом он расположен таким образом, что одна его половина находится в вытяжном воздуховоде, а другая в приточном.

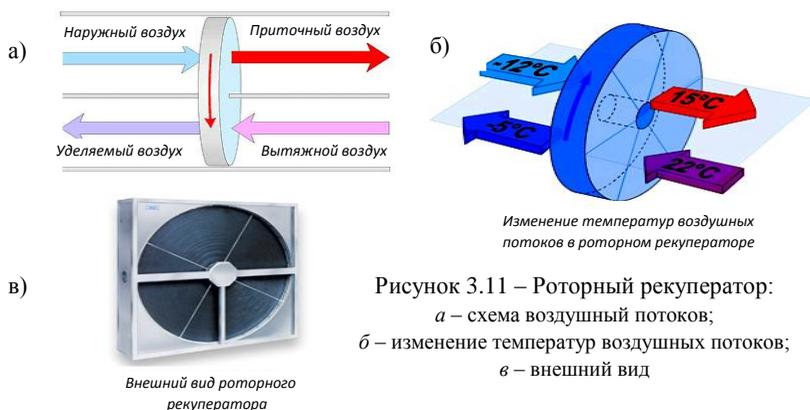


Рисунок 3.11 – Роторный рекуператор:
а – схема воздушный потоков;
б – изменение температур воздушных потоков;
в – внешний вид

Скорость вращения ротора определяет уровень рекуперации тепла. Роторные рекуператоры наиболее эффективны (75–90 %), и поэтому стоят дороже других. Сфера их применения – библиотеки, бассейны, заводские помещения, производственные и сельскохозяйственные предприятия.

В рекуператорах с промежуточным теплоносителем присутствуют два теплообменника, между которыми циркулирует теплоноситель (вода или водно-гликолиевый раствор), который нагревается удаляемым воздухом в одном канале, после чего передает тепло приточному воздуху в другом канале.

Таким образом, применение рекуператоров позволяет в среднем экономить от 30 до 40 %, а при температурах наружного воздуха +5...–5 °С – до 70 % тепла, затрачиваемого на подогрев приточного воздуха. Поэтому наиболее широкое применение они нашли в странах с мягким климатом. Использование рекуператоров в условиях белорусской зимы связано с рядом трудностей – необходимостью установки дополнительной ступени калорифера на входе холодного воздуха в рекуператор либо устройства байпаса, по которому будет отводиться приточный воздух во время периодических разморонок рекуператора. Это в свою очередь приводит к усложнению и удорожанию автоматики. Кроме того, дополнительные затраты потребуются для того, чтобы собрать приточные и вытяжные воздуховоды в одном месте. Тем не менее в условиях постоянно растущих цен на энергоносители применение рекуператоров вполне оправданно.

Стоит иметь в виду, что принцип рекуперации может быть применен не только для приточно-вытяжной вентиляции, но и для сохранения тепловой энергии, которая сбрасывается с отходами воды горячего водоснабжения.

Тепловой коэффициент полезного действия рекуператора

$$\eta = (t_{\text{пр}} - t_{\text{н}}) / (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}), \quad (3.4)$$

где $t_{\text{пр}}$ – температура приточного воздуха (после рекуперации);

$t_{\text{н}}$ – температура наружного воздуха;

$t_{\text{в}}$ – температура удаляемого воздуха (до рекуперации).

3.5 Оборудование систем вентиляции

Оборудование для систем вентиляции: *вентиляторы, кондиционеры, приточные камеры, воздухонагреватели, теплоутилизаторы, пылеуловители, фильтры, клапаны, шумоглушители* и др. следует выбирать исходя из расчетного расхода воздуха с учетом подсосов и потерь через неплотности: в оборудовании – по данным завода-изготовителя; в воздуховодах вытяжных систем до вентилятора и приточных систем после вентилятора – в соответствии с требованиями п. 7.117 СНБ 4.02.01–03, СТБ 2409–2015.

Оборудование вентиляционных систем, предназначенное для обработки воздуха, обычно располагают в специальных камерах. К нему относятся:

– *вентиляторы* – механизмы, предназначенные для перемещения воздуха или других газов. По принципу действия различают вентиляторы *радиальные (центробежные)* и *осевые*.

Для перемещения необходимого количества воздуха выбирается производительность вентилятора по таблицам или характеристикам. Исходными данными для выбора вентилятора являются суммарный расход воздуха в сети L , м³/с, суммарная потеря давления Δp , Па, и температура воздуха t_v , °С. Выбор вентилятора производится на расчетный расход с учетом подсосов или утечек

$$L_p = 1,1L. \quad (3.5)$$

Давление, создаваемое вентилятором, должно быть равно расчетному сопротивлению сети. Характеристики вентиляторов составлены при плотности воздуха $\rho = 1,2$ кг/м³, $p_a = 0,103$ МПа, $t = 20$ °С, $\varphi = 50$ %;

– *вентиляционные установки* (приточные, вытяжные и приточно-вытяжные);

– *шумоглушители* (пластинчатые, сотовые, трубчатые);

– *воздушные фильтры*;

– *воздухонагреватели* (электрические, водяные);

– *воздуховоды* (металлические, металлопластиковые, неметаллические, гибкие);

– *запорные и регулирующие устройства* (воздушные клапаны, диафрагмы, обратные клапаны);

– *воздухораспределители* и регулирующие устройства воздухоудаления (решетки, диффузоры, плафоны, насадки с форсунками, щелевые воздухораспределительные устройства, перфорированные панели).

3.6 Классификация систем кондиционирования

Кондиционирование воздуха – автоматическое поддержание в закрытых помещениях всех или отдельных параметров воздуха (температуры, относительной влажности, чистоты, скорости движения) на определенном уровне с целью обеспечения главным образом оптимальных метеорологических условий, наиболее благоприятных для самочувствия людей, ведения технологического процесса, обеспечения сохранности ценностей культуры.

Кондиционирование воздуха, согласно п. 7 СНБ 4.02.01–03 подразделяется на три класса:

I – для обеспечения параметров микроклимата, требуемых для технологического процесса, при экономическом обосновании или в соответствии с требованиями нормативных документов;

II – для обеспечения параметров микроклимата в пределах оптимальных норм или требуемых для технологических процессов; допускается принимать скорость движения воздуха в обслуживаемой зоне, на постоянных и непостоянных рабочих местах, в пределах допустимых норм;

III – для обеспечения параметров микроклимата в пределах допустимых норм, если они не могут быть обеспечены вентиляцией в теплый период года без применения искусственного охлаждения воздуха, или оптимальных норм – при экономическом обосновании или на основании задания на проектирование.

Оптимальные климатические параметры в помещениях общественного назначения применительно ко II климатическому поясу (например Минск, Гомель и др.) составляют: в холодный период года – минус 20–22 °С при относительной влажности 30–40 % и скорости движения воздуха 0,2 м/с; в тёплый период года плюс 20–22 °С при относительной влажности 30–60 % и скорости движения воздуха 0,2 м/с или 23–25 °С при той же влажности и скорости движения воздуха 0,3 м/с.

Кондиционирование воздуха подразделяется на комфортное и технологическое.

Комфортные системы кондиционирования предназначены для создания и автоматического поддержания температуры, относительной влажности, чистоты и скорости движения воздуха, отвечающих оптимальным санитарно-гигиеническим требованиям.

Технологические системы кондиционирования предназначены для обеспечения параметров воздуха, в максимальной степени отвечающих требованиям производства.

В зависимости от расположения кондиционеров по отношению к обслуживаемым помещениям системы кондиционирования делятся на *центральные* и *местные*, а по типу кондиционеров – на *автономные* и *неавтономные*.

По давлению, создаваемому вентиляторами кондиционеров, системы кондиционирования делятся на *низкого* (до 1000 Па), *среднего* (от 1000 до 3000 Па) и *высокого* (выше 3000 Па) давления.

Системы кондиционирования, как правило, снабжаются средствами для очистки воздуха от пыли, бактерий и запахов; подогрева, увлажнения и осушения его; перемещения, распределения и автоматического регулирования температуры воздуха, его относительной влажности, а иногда и средствами регулирования газового состава и ионосодержания воздуха; а также средствами дистанционного управления и контроля.

В зависимости от назначения помещения – жилые или производственные – существует несколько типов кондиционеров.

По конструктивному исполнению все кондиционеры делятся на два вида: «*моноблочные*», состоящие из одного блока, и «*сплит-системы*» (от английского слова «split» – «разделять»), состоящие из нескольких блоков. Если сплит-система состоит из трех или более блоков, то она называется «*мульти сплит-система*»:

В зависимости от области применения все кондиционеры принято делить на три группы: *бытовые* (RAC – Room Air Conditions); *коммерческие* (PAC – Packages Air Conditions); *системы промышленной вентиляции и кондиционирования воздуха* (Unitary).

Рассматривая принцип работы кондиционера в помещении, можно смело сказать, что он аналогичен работе холодильника, где используются такие физические свойства сжиженного газа, как поглощение теплоты в момент испарения и выделение его при конденсации. Работа устройства для кондиционирования воздуха построена на изменении агрегатного состояния хладагента. Его роль, обычно, выполняет гидрофторуглерод HCFC с температурой кипения 40,8 °С при давлении 760 мм рт. ст.

В каждую группу входят кондиционеры различных типов. Их особенности и области применения приведены в таблицах 3.1, 3.2.

Таблица 3.1 – Особенности различных групп кондиционеров

Группа	Кондиционеры		
	бытовые	коммерческие	промышленные системы
Типы кондиционеров	Сплит-системы настенного типа. Моноблочные: – мобильные; – оконные	Сплит-системы: – канальные; – кассетные; – потолочные и др.	Центральные: – крышные; – прецизионные; – мультизональные; – системы чиллер-фанкойл и др.
Мощность охлаждения, кВт	От 1,5–2 до 8	От 5 до 30	От 5–10 до 200–5000
Область применения	Жилые и общественные помещения площадью от 10 до 100 м ²	Помещения различного назначения площадью от 50 до 300 м ²	Жилые и административные здания, торговые залы и спортивные комплексы площадью свыше 300 м ²

В таблице 3.2 приведено краткое описание кондиционеров.

Таблица 3.2 – Краткое описание некоторых видов кондиционеров

Рисунок	Описание
Моноблочные кондиционеры	
	<p>Оконные – состоят из одного блока (оконные, мобильные и крышные кондиционеры). В таких кондиционерах все элементы размещаются в едином корпусе, что позволяет упростить конструкцию кондиционера и снизить его стоимость</p>
	<p>Мобильный кондиционер (или «напольный кондиционер»). Все части располагаются в одном корпусе, а отвод тепла производится через гибкий воздуховод. У моноблока имеется два отверстия для забора воздуха и два для выброса. Через первое производится забор воздуха для нагрева через конденсатор и удаления его из помещения. Второе предназначено для охлаждения и очистки; для этого воздух проходит через фильтр и испаритель</p>
Сплит-системы	
	<p>Состоят из двух блоков – наружного и внутреннего, которые соединены между собой электрическим кабелем и медными трубами, по которым циркулирует фреон. Благодаря такой конструкции наиболее шумная и громоздкая часть кондиционера, содержащая компрессор, вынесена наружу. Внутренний блок размещается в любом удобном месте квартиры или офиса</p>

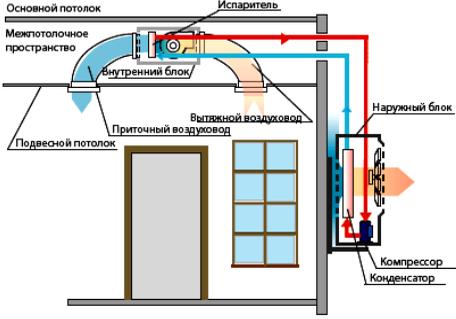
Рисунок	Описание
Мульти-сплит системы	
	<p>К одному внешнему блоку подключается несколько внутренних блоков – обычно от 2 до 4–5 штук (каждый внутренний блок управляется индивидуальным пультом управления). При этом внутренние блоки могут быть не только разной мощности (обычно от 2 до 5 кВт), но и разных типов</p>
Канальный кондиционер	
	<p>Устанавливаются за подвесным или подшивным потолком, который полностью скрывает внутренний блок кондиционера. Распределение охлажденного воздуха осуществляется по системе теплоизолированных воздуховодов, которые также размещаются в межпотолочном пространстве. Возможность подачи свежего воздуха</p>
Кассетный кондиционер	
	<p>Скрытая установка, возможность охлаждения больших помещений, распределяют охлажденный воздух через нижнюю часть блока. Равномерное распределение воздушного потока по четырем направлениям</p>

Рисунок	Описание
Напольно-потолочный кондиционер	
	<p>Возможность установки как на потолке, так и внизу стены.</p> <p>Не нужен подвесной потолок.</p> <p>Не предназначен для скрытой установки.</p> <p>(http://www.rfclimat.ru/htm/con_tp.htm)</p>
Колонный кондиционер	
	<p>Большая мощность. Не нужен подвесной потолок. Используется там, где требуется большая холодопроизводительность и нет жестких требований к дизайну помещения.</p> <p>Создает сильный поток охлажденного воздуха, который не позволяет находиться в непосредственной близости от кондиционера</p>
Центральный кондиционер	
<p style="text-align: center;"><i>Центральный кондиционер с рекуператором</i></p> 	<p>Является неавтономным.</p> <p>Выпускаются в виде набора стандартных модулей (секций): охлаждения, нагрева, вентиляторная, шумоглушения, увлажнения, фильтрации, теплоутилизации. Обработанный воздух по системе воздуховодов распределяется по помещениям</p>

Рисунок	Описание
Система чиллер-фанкойл (chiller-fancoil)	
	<p>Централизованная (мультизональная) система кондиционирования воздуха, в которой теплоносителем между центральной холодильной машиной (чиллером) и локальными теплообменниками (узлами охлаждения воздуха, фанкойлами) служит охлажденная жидкость, циркулирующая под относительно низким давлением. Кроме чиллера (чиллеров) и фанкойлов, в состав системы входит трубная разводка между ними, насосная станция (гидро модуль) и подсистема автоматического регулирования. Количество фанкойлов в системе не ограничено и зависит только от мощности чиллера. Для соединения чиллера с фанкойлами используются обычные водопроводные трубы</p> <p>(http://ru.wikipedia.org/wiki/Система_чиллер-фанкойл)</p>
Крышные кондиционеры	
	<p>Подача охлажденного воздуха и забор воздуха осуществляется через систему воздуховодов, оснащаемых приточными и вытяжными решетками. Благодаря этой системе добиваются оптимального воздухораспределения в помещении. Устанавливается на кровле здания и не требует прокладки медных фреоноводов</p>

3.7 Принцип действия и подбор кондиционера

Устройство кондиционера сходно с устройством обычного бытового холодильника – те же основные блоки выполняют сходные функции. Независимо от конструктивного решения (моноблок или сплит-система), в основу работы и холодильника, и кондиционера положено свойство жидкостей выделять тепло при переходе из газообразной фазы в жидкую (конденсация), и поглощать – при переходе из жидкой в газообразную (испарение).

Наиболее распространенными и удобными для рассмотрения являются **сплит-системы** – приборы, в которых основные блоки разделены на внешний и внутренний (рисунок 3.12).

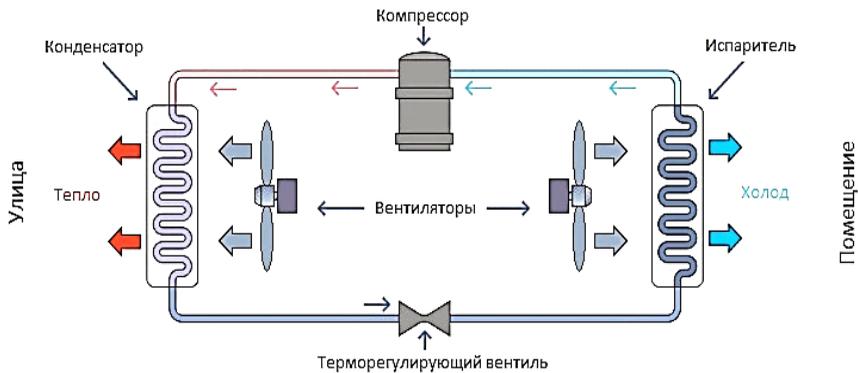


Рисунок 3.12 – Принципиальная схема работы кондиционера
(<http://shop.astromufa.ru/articles/konditsioner-ustroystvo-i-printsip-raboty.html>)

Теплоносителем в кондиционерах обычно является газ фреон, благодаря его сильной зависимости температуры кипения (испарения) от давления.

Оборудование систем кондиционирования воздуха подбирается для крайних расчетных режимов, какими являются состояния наружного воздуха в теплый и холодный периоды года с учетом внутренних параметров воздуха и количества выделяющихся в помещениях вредностей. К ним относятся: вредные пары, газы, пыль и электрическое состояние воздушной среды.

В процессе эксплуатации эти условия изменяются, на что система кондиционирования должна отвечать изменениями режима своей работы, осуществляемыми системами автоматики.

В технике кондиционирования воздуха применяют качественное и количественное регулирование. При *качественном* изменяются параметры приточного воздуха при его неизменном расходе в системе. При *количественном* требуемое состояние воздушной среды в помещениях достигается изменением расхода воздуха при его неизменных параметрах.

Возможности количественного регулирования ограничены, поэтому широко применяют качественное регулирование или его сочетание с количественным (в многозональных системах).

Расчет мощности кондиционера для внутренних помещений гражданских зданий [1, 3, 4] зависит от размеров помещения, которое требуется охладить. Дадим определение основным технико-физическим характеристикам кондиционера.

Холодопроизводительность – количество теплоты, отнимаемое от охлаждаемого объекта в единицу времени с помощью холодильной машины; измеряется в Вт (ккал/ч). Холодопроизводительность зависит от мощности основного оборудования холодильной машины, температурных условий её работы и используемого холодильного агента.

Холодильный агент (хладагент) – рабочее вещество холодильной машины, которое при кипении и в процессе изотермического расширения отнимает теплоту от охлаждаемого объекта и затем после сжатия передаёт её охлаждающей среде за счёт конденсации (воде, воздуху и т. п.).

Хладагент является частным случаем теплоносителя. Важным отличием является использование теплоносителей в одном и том же агрегатном состоянии, в то время как хладагенты обычно используют фазовый переход (кипение и конденсацию).

Для удобства оценки энергоэффективности кондиционеров введена шкала коэффициентов энергоэффективности EER и COP, которая подразделяется на 7 категорий – от А до G. Наибольшему уровню эффективности соответствует категория А ($EER > 3,2$; $COP > 3,6$), а наименьшему – категория G ($EER \leq 2,2$; $COP \leq 2,4$) [5].

Коэффициент энергоэффективности EER (Energy Efficiency Ratio) представляет собой отношение между холодопроизводительностью и потребляемой электроэнергией для ее достижения. Чем выше коэффициент EER, тем выше энергоэффективность. $EER = \text{Производительность (BTU)} / \text{Мощность потребляемой электроэнергии (Вт)}$.

Коэффициент энергоэффективности COP (Coefficient of Performance) представляет собой отношение между теплопроизводительностью и потребляемой электроэнергией для ее достижения. Чем выше коэффициент COP, тем выше энергоэффективность. Под теплопроизводительностью понимается мощность обогрева агрегата (выраженная в кВт), работаю-

щего в режиме нагрева и при полной нагрузке (http://www.ice-a.com/energy_efficiency.htm).

Потребляемая мощность показывает, сколько электроэнергии необходимо прибору для работы.

Мощность охлаждения определяет, сколько холода получится в результате потребления электроэнергии. Мощность охлаждения в несколько раз превышает мощность, потребляемую кондиционером. Например, кондиционер, потребляющий 700 Вт, имеет мощность охлаждения 2 кВт, т.к. хладоноситель (фреон) отбирает тепло у воздуха в помещении и передает его на улицу через теплообменник (внешний блок кондиционера).

Потребляемая мощность и мощность охлаждения обычно измеряются в соответствии со стандартом ISO 5151 (температура внутри помещения +27 °С, снаружи +35 °С). При изменении этих условий мощность и КПД кондиционера будут меньше (например, при температуре наружного воздуха, равной минус 20 °С, мощность кондиционера составит всего 30 % от номинала (<http://www.xiron.ru/content/view/30460/127/>)).

Ориентировочный расчет мощности охлаждения Q (в киловаттах) (холодопроизводительности) производится исходя из рассчитанной величины теплоизбытков помещения, зная его объем:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3, \quad (3.6)$$

где Q_1 – теплопритоки в помещении вычисляются по формуле

$$Q_1 = V_n q; \quad (3.7)$$

V_n – объем помещения;

q – коэффициент теплоотдачи в зависимости от ориентации оконных проёмов и степени их остекления; $q = 30$ для затененного помещения, 35 – при средней освещенности, 40 – для помещений, ориентированных на юг;

Q_2 – тепло людей, находящихся в обслуживаемом кондиционером помещении, от 0,1 кВт – в спокойном состоянии до 0,3 кВт – при физической нагрузке;

Q_3 – тепловая энергия, выделяемая электроприборами различной мощности: 0,3 кВт – от компьютера, 0,2 кВт – от телевизора, для других приборов принимается выделение тепла 30 % от максимальной потребляемой мощности.

Мощность выбранного кондиционера должна лежать в диапазоне от –5 до +15 % расчетной мощности Q .

Необходимо отметить, что расчет кондиционера по этой методике является не слишком точным и применим только для небольших помещений в капитальных зданиях: квартир, отдельных комнат коттеджей, офисных помещений площадью до 50–70 м².

После определения теплоизбытков помещений выбирается кондиционер с мощностями, близкими к стандартному.

С точки зрения потребительских возможностей, разница между кондиционерами различных производителей практически отсутствует, и они характеризуются следующими основными режимами и функциями:

- охлаждение и обогрев;
- вентиляция – используется для равномерного распределения воздуха по помещению;
- автоматический режим для поддержания комфортной температуры;
- осушение – уменьшает влажность воздуха.
- очистка воздуха – перед теплообменником внутреннего блока устанавливаются один или несколько фильтров;
- системы защиты кондиционера – рестарт, контроль за фильтрами, утечки фреона, автоматическая разморозка, защита по току и от низких температур.

3.8 Этапы проектирования вентиляции и кондиционирования

Для начала работ по проектированию вентиляционных систем в офисном здании или для отдельного блока помещений необходимы следующие **исходные данные** [6]:

- назначение здания (помещений) и его ориентация относительно сторон света;
- данные проекта здания, планы по этажам, инженерным системам, вентиляционным шахтам, перекрытиям, стенам, площади застекления, дверным проемам, крышам и подвалам, участку около строения;
- информация о режиме работы офиса, тепловых нагрузках, количестве работающих, выделенных энерго мощностях, подводимых коммуникациях, теплоснабжении, хладоснабжении;
- информация об установленном оборудовании и его характеристиках (в случае реконструкции или модернизации);
- требования пожарной и экологической безопасности.

Согласно исходным данным готовится задание на проектирование с перечислением необходимых параметров воздухообмена, температуры и влажности, а также степени автоматизации управления.

Работы по проектированию вентиляции и кондиционирования офисов можно разделить на несколько этапов:

1 Подготовка технико-экономического обоснования проекта (ТЭО). Этот этап проектирования включает в себя выбор вариантов решений, подбор схем и комплектов оборудования по их обобщенным показателям и техническим характеристикам отдельных агрегатов. С учетом конструктивных особенностей строения прикидывают варианты схемных решений рас-

становки оборудования, прокладки трас воздухопроводов и трубопроводов системы кондиционирования, состав комплекта оборудования. Выполняется предварительная принципиальная схема оборудования (рисунки 3.13–3.15). По согласованным исходным данным производят предварительный технический расчет и анализ экономических параметров.

Выбирают варианты по типу и количеству вентиляционных агрегатов и сопутствующих устройств: вентиляторов, фильтров, нагревателей/охладителей, рекуператоров, решеток, клапанов, воздухопроводов и т. д. Определяются с вариантом по кондиционированию воздуха в офисе и возможностью размещения оборудования для кондиционирования. Определяют предварительные данные по теплоизбыткам, количеству находящихся в помещениях людей и техники, количеству тепло/хладоносителей, типу насосов, типу и моделям внутренних блоков или фанкойлов, потребляемой мощности. Производят расчет тепловых нагрузок, подбор моделей по холодопроизводительности, подбор мощности и моделей внешних блоков.

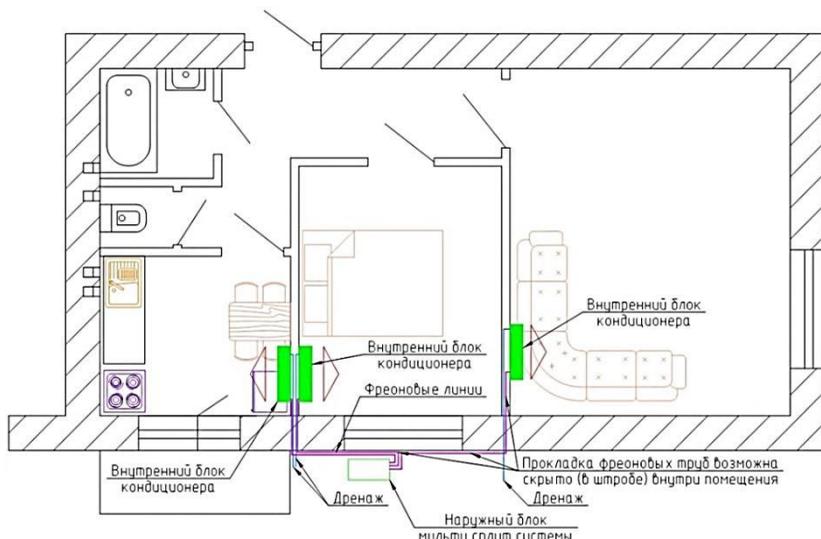


Рисунок 3.13 – Пример схемы установки системы кондиционирования (<http://s019.radikal.ru/i629/1311/f1/ec02264453ee.jpg>)

2 Выполнение рабочего проекта по архитектурно-строительным планам, чертежам, схемам здания и помещений согласно техническому заданию на проектирование с учетом теплотехнических характеристик конструкций строения. Производят расчет теплового баланса помещений, наружных и внутренних тепловых нагрузок, уровня влажности для отдельных помеще-

ний, учитывая их конструктивные особенности, ориентацию и количество солнечного тепла, число людей, возможные теплопритоки от работающей оргтехники или освещения.

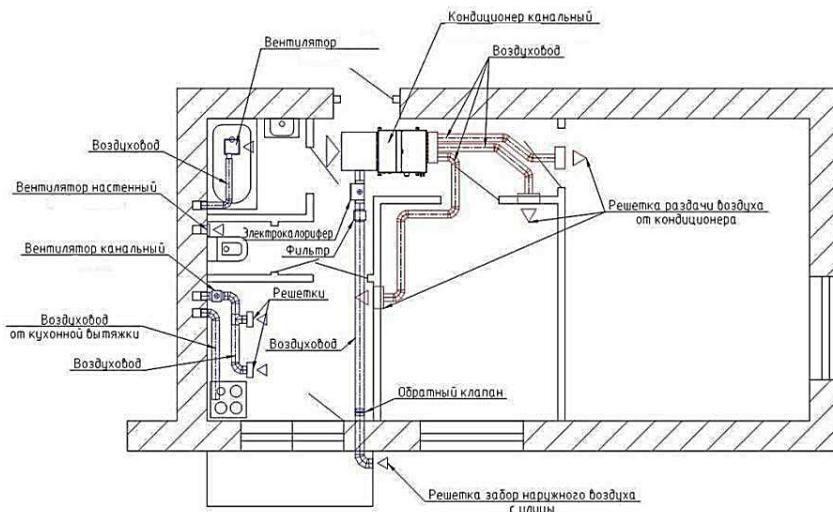


Рисунок 3.14 – Пример схемы расположения системы приточной вентиляции (<http://kondicionerservice.ru/sites/default/files/vk2.jpg>)

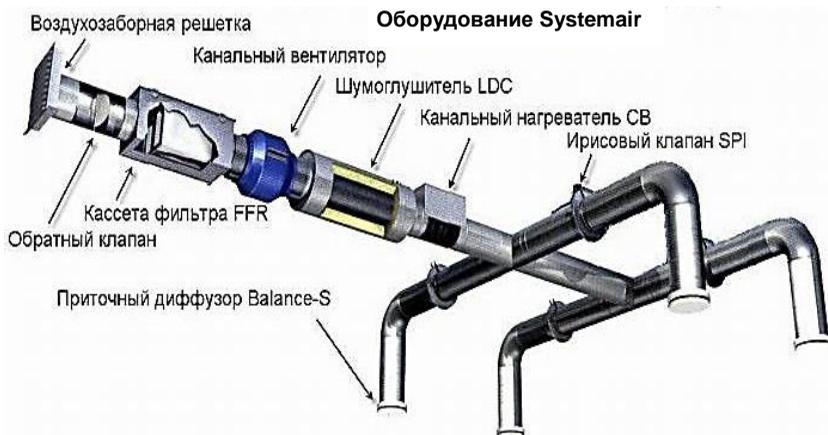


Рисунок 3.15 – Оборудование приточной системы вентиляции (<http://oodikol.ru/images/1472129611.jpg>)

Рассчитывают параметры необходимого воздухообмена для отдельных помещений, чтобы выдерживались нормативные требования, выполняется гидравлический расчет системы кондиционирования.

Вычерчивают аксонометрическую схему системы с разбивкой на участки и определением длин участков. Рассчитывают потери давления, потери сопротивления и потери по длине трубопроводов, подбирают насосную станцию.

Выполняют аэродинамический расчет сети воздухопроводов, определяют нужную производительность вентилятора. По необходимой производительности подбирают оборудование и дополнительные комплектующие.

Уточняют принципиальную схему системы вентиляции и кондиционирования, количество и типоразмеры дополнительных элементов, распределителей, фильтров, клапанов, и т. д. Производят увязку с другими инженерными коммуникациями [8, 9].

3 Подготовка, согласование и утверждение контролирующими службами полного комплекта (рабочего проекта) проектной документации, в который входят:

- пояснительная записка к проекту;
- схемы и поэтажные прорисовки расположения агрегатов и узлов, трассы воздухопроводов с прорисовкой расстановки и привязкой элементов, с указанием размеров и марки оборудования;
- таблица данных по воздухообмену, расходу воздуха и энергопотреблению;
- расчет системы вентиляции и кондиционирования;
- схема расстановки оборудования в венткамерах;
- аксонометрические схемы систем вентиляции и кондиционирования;
- спецификация оборудования и комплектующих;
- монтажная схема и журнал прокладки электрических кабелей.

После выполнения проектных работ приступают к монтажу.

Проектные работы по системе вентиляции для конкретного офиса могут проводиться на стадии проектирования всего здания, для уже построенного здания или в случае реконструкции строения. В каждом случае необходим индивидуальный подход.

Список литературы к разделу 3

- 1 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха : СНБ 4.02.01–03. – Введ. 16.10.2003. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2004. – 78 с.
- 2 **Невзорова, А. Б.** Теплогазоснабжение, отопление и вентиляция : учеб. / А. Б. Невзорова. – Гомель : БелГУТ, 2014. – 279 с.
- 3 **Голубков, Б. Н.** Кондиционирование воздуха, отопление и вентиляция : учеб. для вузов / Б. Н. Голубков, Б. И. Пятачков, Т.М. Романова. – М. : Энергоиздат, 1982. – 232 с.

4 Проектирование вентиляции и кондиционирования офиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ventbazar.ua/blog/proektirovanie-ventilyatsii-i-konditsionirovaniya-ofisa.html>. – Дата доступа 15.11.2018.

5 Энергетическая эффективность. Кондиционеры бытовые и аналогичные. Показатели энергетической эффективности и методы определения : ГОСТ Р 55012–2012. – Введ. 01.01.2014. – ФГУП СТАНДАРТИНФОРМ, 2014. – 12 с.

6 Проектная документация для строительства. Типовое проектирование. Состав и порядок разработки : ТКП 45-1.02-157–2009 (02250). – Введ. 01.01.2010. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2010. – 46 с.

7 Технические рекомендации по организации воздухообмена в квартирах многоэтажного жилого дома. – ТР АВОК-4–2008 [Электронный ресурс]. – М. : АВОК, 2008. – Режим доступа : <http://www.gostrf.com/normadata/1/4293826/4293826732.htm>. – Дата доступа : 15.11.2018.

8 **Шонина, Н. А.** Вентиляция для многоэтажных жилых зданий [Электронный ресурс] / Н. А. Шонина // АВОК. – № 6. – 2013. – Режим доступа : https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=5599. – Дата доступа : 15.11.2018.

9 **Ливчак, И. Ф.** Вентиляция многоэтажных жилых зданий / И. Ф. Ливчак, А. Л. Наумов. – М. : АВОК-ПРЕСС, 2005.

10 Расчет и проектирование регулируемой естественной и гибридной вентиляции в многоэтажных жилых домах : Рекомендации АВОК 5.4.1–2018. – Введ. 01.10.2018 – М. : АВОК, 2018. – 56 с.

11 Теплообменники. Методы испытаний для установления рабочей характеристики теплоутилизационных установок типа «воздух – воздух» и «воздух – отработанные газы» : СТБ EN 308–2012. – Введ. 01.01.2013. – Минск : Госстандарт Респ. Беларусь, 2012. – 20 с.

12 Вентиляция зданий. Энергетические характеристики зданий. Правила обследования вентиляционных систем : СТБ EN 15239–2015. – Введ. 01.09.2015. – Минск : Госстандарт Респ. Беларусь, 2015. – 44 с.

4 ХОЛОДНОЕ И ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ

4.1 Санитарно-эпидемиологические требования к системам централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения

Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 16.09.2014 № 69 утверждены СанПиН «Санитарно-эпидемиологические требования к системам централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения» по проектированию, строительству, реконструкции и эксплуатации строящихся, реконструируемых и действующих систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения (далее – ЦХПВ).

Согласно документу качество воды и осуществление производственного контроля за этим качеством должны соответствовать техническим нормативным правовым актам (далее – ТНПА), устанавливающим требования к качеству питьевой воды систем ЦХПВ и организации производственного контроля в части соблюдения требований законодательства Республики Беларусь в области санитарно-эпидемиологического благополучия.

При проектировании систем внутреннего водоснабжения зданий необходимо выполнять требования технического кодекса установившейся практики ТКП 45-4.01-319–2018 и других ТНПА, утвержденных в установленном порядке, а также нормативных правовых актов, действующих в Республике Беларусь.

В зданиях любого функционального назначения, имеющих водопотребителей и возводимых в канализованных районах, следует предусматривать системы внутреннего холодного и горячего водоснабжения.

В неканализованных районах населенных пунктов системы внутреннего холодного и горячего водоснабжения необходимо предусматривать при наличии местных очистных сооружений канализации.

В производственных и административно-бытовых зданиях предприятий системы внутреннего водоснабжения допускается не предусматривать в тех случаях, когда на предприятии отсутствует система ЦХПВ и количество работающих составляет не более 25 чел. в смену.

В случае подачи воды на наружное пожаротушение из наружной сети водоснабжения проектирование трубопроводов, прокладываемых вне зданий, следует выполнять в соответствии с СНБ 4.01.02.

Трубы, арматура, оборудование и материалы, предусмотренные при проектировании систем внутреннего холодного и горячего водоснабжения, должны соответствовать требованиям СанПиН, государственных стандартов, технических условий, утвержденных в установленном порядке.

При транспортировании и хранении воды питьевого качества следует предусматривать трубы, емкости, материалы и антикоррозионные покрытия, разрешенные Министерством здравоохранения Республики Беларусь для применения в практике питьевого водоснабжения.

Основные технические решения, принимаемые в проектах, необходимо обосновывать сравнением технико-экономических показателей возможных вариантов в соответствии с требованиями СНБ 4.01.01.

Качество холодной и горячей воды, подаваемой на питьевые нужды, должно соответствовать нормативным требованиям СТБ 1884–2008 и других действующих нормативных правовых актов и ТНПА на питьевую воду. Качество воды, подаваемой на производственные нужды, определяется технологическими требованиями.

Температура воды, подаваемой на питьевые нужды системой холодного водоснабжения, должна быть в пределах от 5 до 20 °С.

Температуру горячей воды в местах водоразбора следует предусматривать:

- а) не ниже 60 и не выше 75 °С – для систем централизованного горячего водоснабжения, присоединяемых к открытым системам теплоснабжения;
- б) не ниже 50 и не выше 75 °С – для систем, присоединяемых к закрытым системам теплоснабжения.

В помещениях детских дошкольных учреждений температура горячей воды, подаваемой к водоразборной арматуре душей и умывальников, не должна превышать 37 °С.

На предприятиях общественного питания и для других водопотребителей, которым необходима горячая вода с температурой выше 75 °С, для подогрева воды следует предусматривать местные водонагреватели.

В населенных пунктах и на предприятиях, где источники питьевого водоснабжения не обеспечивают все нужды водопотребителей, при технико-экономическом обосновании и по согласованию с Министерством здравоохранения Республики Беларусь допускается подводить воду непитьевого качества к писсуарам и смывным бачкам унитазов.

4.2 Классификация внутренних систем водоснабжения

Система внутреннего водоснабжения (внутренний водопровод) – это совокупность устройств, транспортирующих воду к водоразборным устройствам в нужном количестве, необходимого качества и под требуемым напором (рисунок 4.1).

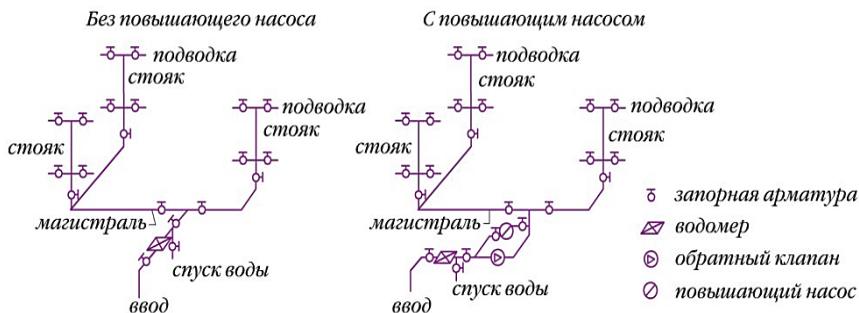


Рисунок 4.1 – Пример схем внутреннего водопровода
<http://dovidkam.com/remont/kanalizatsiya.html>

По назначению внутренний водопровод делится на несколько категорий: местное и централизованное, холодное, горячее и хозяйственно-питьевое водоснабжение; производственный, поливочный и противопожарный водопровод.

Местные системы устанавливаются для одного или группы небольших зданий, где вода нагревается непосредственно у потребителя. Примером местных систем горячего водоснабжения может служить подогрев воды в газовых водонагревателях проточного типа, емкостные электрические нагреватели в квартирах, двухконтурные котлы.

Местные установки требуют постоянного наблюдения и технического обслуживания в разбросанных точках, что затрудняет их эксплуатацию. К положительным аспектам следует отнести: автономность работы, малые теплотери, независимость сроков ремонта каждой в отдельности установки при ремонте общих устройств.

Централизованные системы возникли попутно с развитием районных систем теплоснабжения для отопления зданий. Такие системы более просты и гигиеничны, получение горячей воды доступнее, чем при подогреве воды в местных установках. При этом централизованные системы имеют свои недостатки: сложная служба эксплуатации, требуется подготовка персонала, большие теплотери.

Системы внутреннего холодного водоснабжения должны включать (см. рисунок 4.1): вводы в здания; водомерные узлы; разводящие трубопроводы, стояки, подводки к водоразборным устройствам, санитарно-техническим приборам и технологическим установкам; водоразборную, смесительную, запорную и регулирующую арматуру.

Вводом называют трубопровод, соединяющий наружную водопроводную сеть с водомерным узлом, установленным в здании или специальном помещении (центральном тепловом пункте, бойлерной, насосной и т. д.).

Водомерный узел служит для измерения количества воды, поданной в здание, и состоит из водосчетчика и арматуры, необходимой для его отключения.

Установки для повышения давления увеличивают давление во внутренней сети, когда гарантийное давление (наименьшее давление в городской сети в точке присоединения ввода) $p_{\text{гар}}$ в городской сети недостаточно для подачи воды всем высокорасположенным потребителям системы внутреннего водоснабжения.

Запасные регулирующие емкости создают запас воды в системе, необходимый для бесперебойного снабжения потребителей, при аварии или в случае несоответствия режима подачи воды наружной сетью режиму водопотребления в здании. Емкости выполняют в виде водонапорных баков, устанавливаемых в самой высокой точке здания, или гидропневматических баков, располагаемых в нижней части здания на уровне земли или ниже его.

Системы централизованного горячего водоснабжения являются частью внутреннего водопровода. Сети горячего водоснабжения имеют много общего с сетями холодного водоснабжения.

Сеть горячего водоснабжения, так же, как сеть холодного водопровода, бывает с нижней и с верхней разводками, тупиковой и закольцованной, но, в отличие от сетей холодного водопровода, кольцевание сети необходимо для выполнения важной функциональной задачи – сохранения высокой температуры воды.

По способу подачи воды на горячее водоснабжение водяные системы теплоснабжения делятся:

– *на простые (тупиковые) сети* с подающими трубопроводами с короткими стояками. Их применяют в небольших малоэтажных зданиях, а также в бытовых помещениях промышленных зданий и в зданиях с длительным и более или менее стабильным потреблением горячей воды (бани, прачечные);

– *с циркуляционным трубопроводом*. Их следует применять в жилых зданиях, гостиницах, общежитиях, лечебных учреждениях, санаториях и домах отдыха, в детских дошкольных учреждениях, а также во всех случаях, когда возможен неравномерный и кратковременный отбор воды.

Обычно сеть горячего водоснабжения состоит из горизонтальных подающих магистралей и вертикальных распределительных трубопроводов-стояков, от которых устраивают квартирные разводки. Стояки горячего водоснабжения прокладывают как можно ближе к приборам.

Кроме того, сети горячего водоснабжения подразделяются на *двухтрубные* (с закольцованными стояками) и *однотрубные* (с тупиковыми стояками) (рисунок 4.2).

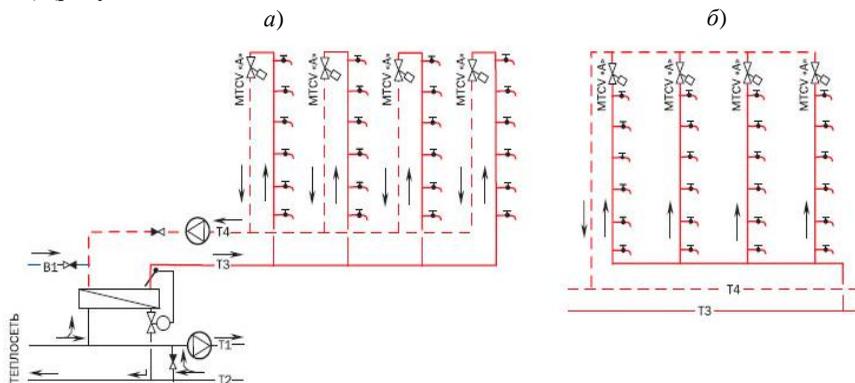


Рисунок 4.2 – Схемы горячего водоснабжения:
двухтрубная (а) и однотрубная (б)

(<http://tsygal.ru/shemy-sistem-goryachego-vodosnabzheniya-zhilogo-doma/>)

При увеличении радиуса действия систем горячего водоснабжения и разнообразии условий жилой застройки были созданы принципиально новые схемы с самостоятельными независимыми циркуляционными контурами, ограниченными пределами одной секции здания или одной группы стояков. Небольшой радиус действия этих контуров позволяет поддерживать в них циркуляцию за счет гравитационного напора, в то время как обмен воды в магистральных трубах происходит или за счет водоразбора, или с помощью циркуляционного насоса.

Как показывает опыт эксплуатации, в зданиях высотой 9 и более этажей гравитационный напор, возникающий в стояках при остывании воды, как правило, достаточен для обеспечения необходимой циркуляции (<http://ingsvd.ru/shemygorvod.html>).

Хозяйственно-питьевые водопроводы должны обеспечивать подачу воды высокого питьевого качества. Для некоторых хозяйственных процедур (стирка белья, вода для смыва в туалетном бачке и т. п.) допускается подача воды непитьевого качества. Элементы хозяйственно-питьевого водопровода В1 приведены на примере двухэтажного здания с подвалом (рисунок 4.3).

В зависимости от расположения магистральных трубопроводов различают схемы сетей с верхней и нижней разводкой. При *нижней разводке* трубопроводы монтируют в подвале или техническом подполье. При *верхней разводке* трубопроводы прокладываются в верхней части здания – на чердаке или под полом верхнего этажа.

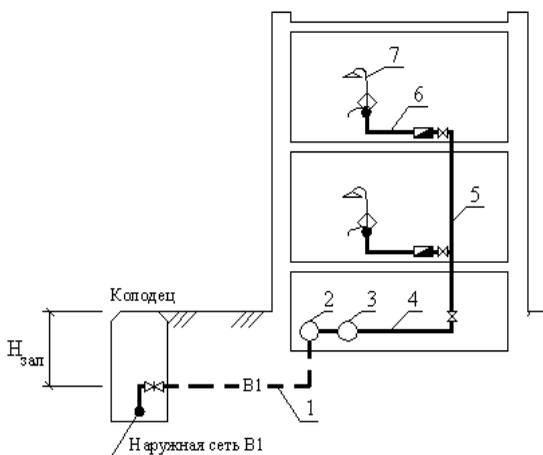


Рисунок 4.3 – Элементы хозяйственно-питьевого водопровода В1:

- 1 – ввод водопровода;
- 2 – водомерный узел;
- 3 – насосная установка (не всегда);
- 4 – разводящая сеть водопровода;
- 5 – водопроводный стояк; 6 – поэтажная (поквартирная) подводка;
- 7 – водоразборная и смесительная арматура

(<http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-141-vodootvedenie/10.htm>)

Верхние разводки применяются для систем, имеющих напорно-запасные баки, и в зонных схемах. При этом подача воды осуществляется в бак, из которого потребителям она подается вниз под силой тяжести. Заполнение бака происходит по мере потребности, в отличие от нижней разводки, когда насосы включены постоянно.

Нижняя разводка получила наибольшее распространение из-за удобства эксплуатации, надежности работы, отсутствия подающего стояка и меньших экономических потерь при протечке сетей (рисунок 4.4).

Производственные водопроводы предназначены для технических целей и отличаются большим разнообразием требований к ним. Обычно эти водопроводы подают воду для охлаждения оборудования, питания котельных установок.

Поливочный водопровод используется для полива зеленых насаждений, мойки тротуаров. Поливочные краны устанавливают через 60–70 м по периметру здания, которые размещают в нишах строительных конструкций здания. Также поливочный водопровод используется для поддержания санитарного состояния в мусорокамерах, в общественных душевых и санузлах. В этом случае поливочный кран устанавливают на водопроводе с подводкой к нему горячей воды.

Для исключения большого количества трубопроводов и при совпадении требований по качеству воды, водопроводы для разных нужд объединяют (как правило, хозяйственно-питьевой с противопожарным или производственный с противопожарным).

Противопожарный водопровод служит для наружного и внутреннего пожаротушения зданий. Наружное пожаротушение подразделяется на системы: низкого давления, в которой забор воды осуществляется от гидрантов,

расположенных на городской водопроводной сети, где необходимый напор для тушения пожара создается автонасосами, и высокого давления, которые должны обеспечить не только пожарный расход воды, но и повысить давление, достаточное для тушения пожара непосредственно из гидранта.

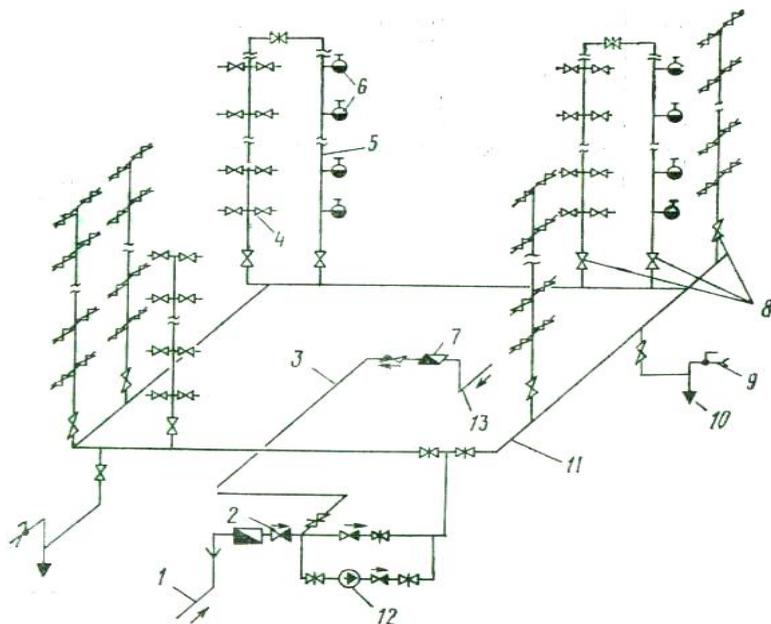


Рисунок 4.4 – Пример схемы хозяйственно-питьевого водопровода с нижней разводкой:

1 – ввод; 2 – водоразборная арматура; 3 – кольцевая перемычка; 4 – водоразборный стояк; 5 – пожарный стояк; 6 – пожарный кран; 7 – водомерный узел; 8 – запорные вентили; 9 – кран; 10 – общая сливная (сигнальная) труба; 11 – магистраль нижней разводки; 12 – циркуляционный насос; 13 – городской водопровод В1

Системы высокого давления применяются крайне редко, так как вызывают перерасход энергии (для этого устанавливаются более мощные насосы). Применение системы высокого давления возможно на некоторых промышленных предприятиях.

Внутреннее пожаротушение зданий по использованию технических средств подачи воды подразделяют:

- на простые (оборудованные пожарными кранами);
- полуавтоматические (дренчерные или водяные завесы);
- автоматические (сплинкерные).

При недостаточном напоре для внутреннего пожаротушения в зданиях устанавливают насосы для повышения давления в сети.

4.3 Расчетные расходы воды и учет водо- и теплотребления

Системы холодного и горячего водоснабжения должны обеспечивать расход воды, соответствующий расчетному количеству водопотребителей или установленных водоразборных устройств.



Рисунок 4.5 – Схема разводки труб водоснабжения
(Разводка труб. <http://vyzovsantehnika.com/zamena-trub/>)

Секундный расход воды водоразборным устройством (арматурой), отнесенным к одному санитарно-техническому прибору q_o , л/с, следует определять:

- отдельным санитарно-техническим прибором или устройством – в соответствии с таблицей А.1 [2, приложение А];
- различными санитарно-техническими приборами или устройствами, обслуживающими однотипные водопотребители на участке тупиковой сети трубопроводов, – в соответствии с таблицей Б.1 [2, приложение Б];
- различными санитарно-техническими приборами или устройствами, обслуживающими разных водопотребителей, по формуле

$$q_o = (\sum N_i P_i q_{oi}) / (\sum N_i P_i), \quad (4.1)$$

где N_i – количество санитарно-технических приборов, отнесенных к одной группе водопотребителей;

P_i – вероятность действия санитарно-технических приборов, определяемая для каждой группы однотипных водопотребителей;

q_{oi} – секундный расход воды (общий, холодной, горячей) санитарно-техническим прибором, л/с, принимаемый в соответствии с ТКП [2] для каждой группы однотипных водопотребителей.

При устройстве кольцевой сети трубопроводов секундный расход воды водоразборным устройством (арматурой) q_o следует определять для сети трубопроводов в целом и принимать одинаковым для всех участков.

Максимальный секундный расход воды на расчетном участке сети трубопроводов q_o (общий $q_{o\Sigma}$, холодной $q_{o,x}$, горячей $q_{o,r}$), л/с, следует определять по формуле

$$q = 5q_o\alpha, \quad (4.2)$$

где α – коэффициент, определяемый в зависимости от общего количества санитарно-технических приборов N на расчетном участке сети трубопроводов при вероятности их действия P . Значения коэффициента α приведены в приложении В, при значениях $P > 0,1$ и $N \leq 200$ коэффициент α принимают по таблице В.1, при других их значениях – по таблице В.2 [2].

В жилых и общественных зданиях и сооружениях, по которым отсутствуют сведения о расходах воды и технических характеристиках санитарно-технических приборов при проектировании, допускается принимать: $q_{o\Sigma} = 0,3$ л/с и $q_{o,x} = q_{o,r} = 0,2$ л/с.

Для административно-бытовых зданий промышленных и сельскохозяйственных предприятий значение q допускается определять как сумму расходов воды на питьевые и хозяйственные нужды: на душевые нужды – по количеству установленных душевых сеток и расходу воды одной душевой сеткой в соответствии с приложением Б [2], а значение q_{hr} – как сумму расходов воды на пользование душами, на питьевые и хозяйственные нужды, принимаемых согласно приложению Б [2] по количеству водопотребителей в наиболее многочисленной смене.

Расход воды на технологические нужды промышленных и сельскохозяйственных предприятий следует определять, как сумму расходов воды технологическим оборудованием при условии совпадения работы оборудования по времени.

Средний часовой расход воды q_T (общий $q_{T\Sigma}$, холодной $q_{T,x}$, горячей $q_{T,r}$), м³/ч, за период (сутки, смена) максимального водопотребления следует определять по формуле

$$q_T = (\sum q_{u,i} U_i) / 1000T, \quad (4.3)$$

где $q_{u,i}$ – норма расхода воды однотипными водопотребителями в сутки (смену) максимального водопотребления, л;

U_i – количество однотипных водопотребителей;

T – расчетное время потребления воды, ч (сутки, смена).

При проектировании непосредственного водоразбора из трубопроводов тепловой сети на нужды горячего водоснабжения среднюю температуру горячей воды в водоразборных стояках следует принимать равной 65 °С, а нормы расхода горячей воды – согласно приложению Б [2] с коэффициентом 0,85, при этом общую норму расхода воды не следует изменять.

Суточный расход воды следует определять суммированием суточного расхода воды всеми водопотребителями с учетом расхода воды на поливку зеленых насаждений и покрытий территорий.

Тепловой поток за период (сутки, смена) максимального водопотребления на нужды горячего водоснабжения (с учетом теплопотерь) следует вычислять по методике определения расчетных расходов горячей воды (максимального секундного, максимального часового и среднего часового) и тепловых потоков (тепловой мощности) в течение часа при среднем и максимальном водопотреблении в соответствии с ТКП 45-4.01-319–2018. Она основывается на расчете соответствующих расходов через водоразборные приборы (или группы однотипных приборов с последующим усреднением) и определении вероятности их одновременного использования.

Для вновь строящихся и реконструируемых зданий при проектировании системы водоснабжения необходимо предусматривать приборы учета: водопотребления – *счетчики воды*, тепла на нужды горячего водоснабжения – *теплосчетчики*. Допускается при необходимости вместо теплосчетчиков применять *счетчики горячей воды* (при температуре воды до 90 °С).

Отпуск воды абонентам и прием сточных вод производится только при наличии договора, заключенного между предприятием ВКХ и абонентами, или заявления-обязательства абонента. Абоненты, присоединенные или вновь присоединяемые к системе коммунального водоснабжения и водоотведения, обязаны установить необходимые приборы учета для расчетов за отпущенную воду.

Запрещается присоединение новых абонентов к коммунальным системам водоснабжения без приборов учета, а также к системам водоотведения при количестве стоков более 50 м³ в сутки.

Для установки приборов группового учета воды, отпускаемой абонентам, оборудуются водомерные узлы в соответствии с требованиями действующих СНиП. В домах, оборудованных групповыми водосчетчиками (рисунок 4.6), расчет с предприятием за использованную воду производится по среднему расходу воды на одного жильца от объема, соответствующего показанию водосчетчика.

При водоснабжении строительных площадок от сети коммунального водопровода и невозможности установки водомерного узла на постоянное место допускается временная установка водомерного узла в специальной утепленной будке по согласованию с предприятием водоканала. К установке допускаются только приборы учета воды, внесенные в Госреестр средств измерений и допущенные органами Белстандарта в эксплуатацию на территории Республики Беларусь.



Рисунок 4.6 – Счетчики воды, устанавливаемые на вводах трубопроводов в каждое здание (http://nkk.baremont.ru/pictures/6/content_photo_avigan-main.jpg)

Работы по установке приборов квартирного учета воды выполняются в соответствии с проектной документацией жилищно-эксплуатационными организациями или с привлечением по договору специализированных подрядных организаций, имеющих на выполнение этих видов работ лицензию (разрешение). Например, ОД-15 Т30 DN15 – счетчик холодной и ОД-15 Т90 DN15 – счетчик горячей воды.

Эти счетчики предназначены для учета водопотребления в системах водоснабжения с допустимым рабочим давлением 1 МПа и максимально допускаемой рабочей температурой воды 30 °С (для счетчиков холодной воды) и 90 °С (для счетчиков горячей воды) (рисунок 4.7).



Рисунок 4.7 – Бытовые счетчики для холодной и горячей воды, устанавливаемые в квартире (<http://tz.by/products/schetchiki/Schetchik/>)

Водосчетчики приобретаются и устанавливаются за счет средств абонента и являются его собственностью. Профилактическое обслуживание, ремонт, замену и поверку водомеров проводят службы жилищно-коммунального хозяйства по заявке абонента и за счет его средств.

Для коммерческого учета тепло- и водопотребления счетчики тепла и (или) воды следует устанавливать на вводах трубопроводов систем горячего и холодного

водоснабжения в каждое здание и сооружение, а также в каждую квартиру жилых зданий и на ответвлениях трубопроводов к самостоятельным потребителям, а также на циркуляционных трубопроводах горячего водоснабжения (при двухтрубных сетях) с установкой обратного клапана на циркуляционном трубопроводе.

Диаметр условного прохода счетчика воды следует выбирать исходя из среднечасового расхода воды за период водопотребления (сутки, смену), который не должен превышать эксплуатационный или номинальный расход, принимаемый по паспортным данным изготовителей, и должен проверяться:

- на пропуск расчетного максимального секундного расхода воды, при этом потери давления в счетчиках воды не должны превышать, МПа: 0,05 – для крыльчатых счетчиков; 0,025 – для турбинных счетчиков;

- пропуск расчетного максимального секундного расхода воды с учетом расчетного расхода воды на внутреннее пожаротушение, при этом потери давления в счетчике не должны превышать 0,1 МПа.

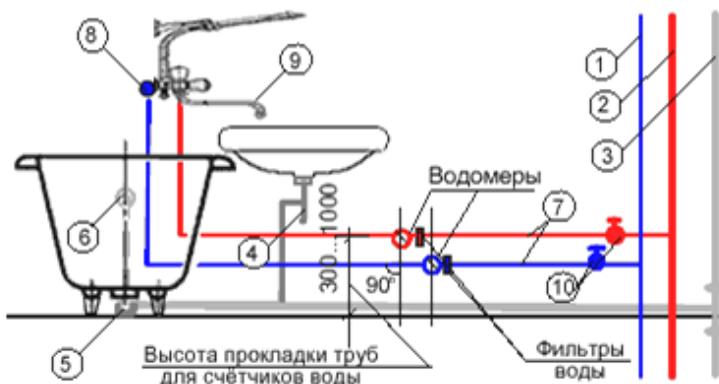


Рисунок 4.8 – Схема установки счётчиков воды в квартире:

- 1, 2 – стояки холодной и горячей воды; 3 – канализационный стояк;
 - 4, 5 – сифоны канализационные под раковиной и ванной; 6 – перелив канализационный для ванны; 7 – подводка горячей и холодной воды;
 - 8 – подводка для смесителя; 9 – смеситель; 10 – вентиль запорный
- (http://neomagnit.com/page/kak_ustanovit_schetchnik_vody_samostojatelno)

Счетчики холодной и горячей воды следует устанавливать в удобном для снятия показаний и обслуживания эксплуатационным персоналом месте, в помещении с искусственным или естественным освещением и температурой воздуха не ниже 5 °С.

В тепловых пунктах для учета потребления воды на нужды горячего водоснабжения счетчики холодной воды следует устанавливать на трубопроводах, подающих воду к водонагревателям.

При непосредственном разборе горячей воды из тепловой сети счетчики горячей воды необходимо устанавливать на подающем трубопроводе после смесительного узла и на общем циркуляционном трубопроводе.

До и после счетчиков, установленных на вводе в здание, следует предусматривать прямые участки трубопроводов, длина которых определяется в соответствии с государственными стандартами на счетчики для воды и запорную арматуру.

На поквартирных узлах учета расхода воды отключающую арматуру после счетчиков предусматривать не следует.

Обводную линию у счетчика холодной воды на вводе в здание (сооружение) необходимо предусматривать:

- при наличии одного ввода водопровода в здание;
- когда счетчик воды не рассчитан на пропуск расчетного расхода воды на внутреннее пожаротушение.

На обводной линии следует устанавливать запорную арматуру, опломбированную в закрытом положении.

Обводную линию у счетчиков следует рассчитывать на максимальный расход воды (с учетом расчетного расхода воды на внутреннее пожаротушение). Если счетчики не рассчитаны на максимальный расход воды на внутреннее пожаротушение, на обводной линии необходимо предусматривать установку задвижек с электроприводом, открывающихся автоматически одновременно с пуском пожарных насосов от кнопок, установленных у пожарных кранов или у других автоматических устройств.

Обводную линию у счетчика горячей воды предусматривать не требуется. Обводную линию у счетчиков на вводах в многоквартирных жилых домах допускается не предусматривать.

В зданиях и сооружениях, где в течение суток происходят большие перепады расхода воды, а также на объектах, оснащенных системами пожаротушения, следует устанавливать *сопряженные счетчики воды*.

4.4 Материалы и арматура трубопроводов

Прокладку разводящих трубопроводов системы внутреннего водоснабжения в жилых и общественных зданиях следует, как правило, предусматривать в подпольях, подвалах, технических этажах и на чердаках, в случае отсутствия подвалов – на первом этаже в подпольных каналах совместно с трубопроводами отопления или под полом с устройством съемного фриза, а также по конструкциям зданий, по которым допускается открытая

прокладка трубопроводов, или под потолком верхнего этажа. Прокладку стояков и разводки внутреннего водопровода холодной воды следует предусматривать скрыто или открыто.

В душевых с количеством душевых сеток более трех распределительный трубопровод надо, как правило, выполнять закольцованным.

Одностороннюю подачу холодной воды допускается предусматривать при коллекторном распределении.

Скрытую прокладку трубопроводов следует проектировать для помещений, к отделке которых предъявляются повышенные требования.

Соединение оцинкованных труб как при открытой, так и при скрытой прокладке следует выполнять на фитингах. Трубы, в том числе и места их соединения, при скрытой прокладке разрешается закрывать только после проведения гидравлических испытаний.

Прокладка труб из полимерных материалов должна предусматриваться преимущественно скрытой (в плинтусах, штрабах, шахтах, полах). Допускается открытая прокладка труб из полимерных материалов по техническим этажам (подпольям), а также в местах, где исключается их механическое повреждение и облучение солнечным светом.

В местах прохождения труб через стены, перегородки и перекрытия с нормируемым пределом огнестойкости должны быть предусмотрены мероприятия, обеспечивающие требуемый предел огнестойкости и класс пожарной опасности для пересекаемых конструкций.

В жилых зданиях допускается применение **коллекторной схемы** с соединением водоразборной арматуры полимерными, медными, латунными гибкими автономными подводками.

Прокладку трубопроводов системы водоснабжения внутри производственных зданий, как правило, следует предусматривать *открытой* – по фермам, колоннам, стенам и под перекрытиями. Трубопроводы, подводящие воду к технологическому оборудованию, допускается прокладывать в полу и под полом.

Разводящие трубопроводы и подводы к водоразборным устройствам следует прокладывать с уклоном не менее 0,002. Уклон разводящих трубопроводов должен быть в сторону стояков или водоразборных точек.

Прокладку внутреннего водопровода холодной воды круглогодичного действия следует проектировать в помещениях с температурой воздуха зимой 2 °С и выше, при температуре воздуха ниже 2 °С необходимо предусматривать тепловую изоляцию труб.

Для трубопроводов систем внутреннего водоснабжения, подающих воду питьевого качества, следует применять:

- полимерные и металлополимерные трубы;
- стальные трубы с внутренним и наружным защитным покрытием от коррозии;

– трубы и соединительные части из меди, бронзы, латуни.

Выбор материала труб для систем внутреннего водоснабжения (рисунок 4.9) необходимо осуществлять на основании следующих исходных данных:

- функциональное назначение систем водоснабжения и требуемое в них давление;
- требования к качеству воды;
- функциональное назначение зданий и помещений.



Рисунок 4.9 – Трубы для водоснабжения: из сшитого полиэтилена, стальные, полипропиленовые
(http://gold-cottage.ru/vodoprovod_vodosnabzhenie.html)

Трубопроводы из сгораемых материалов, прокладываемые в помещениях категорий А, Б и В по взрывопожарной и пожарной опасности, следует защищать от возгорания.

Материал труб для систем противопожарного водоснабжения надо принимать в соответствии с требованиями ТКП 45-2.02-316–2018.

Трубопроводная арматура (ТА) служит для управления потоком воды, а водоразборная – для регулирования подачи воды потребителям.

Арматура для систем внутреннего холодного водоснабжения подразделяется на следующие основные группы:

- по материалу корпуса – стальная (из углеродистой и коррозионностойкой стали); чугунная (из серого ковкого чугуна); титановая; из цветных металлов; пластмассовая; керамическая (фарфоровая); чугунная с защитным покрытием из пластмассы, резины, эмали;
- конструкции корпуса – проходная и угловая;
- конструкции присоединительных патрубков – муфтовая; фланцевая; цапковая; штуцерная; под приварку. *Муфтовая* ТА изготавлива-

ется на малые и средние диаметры. Присоединительные концы муфтовой ТА имеют внутреннюю резьбу, предназначенную для вворачивания трубы с концевой короткой резьбой. *Фланцевая* ТА имеет на присоединительных концах фланцы, представляющие из себя диск или квадрат с отверстиями под болты. *Цапковая* ТА имеет на конце быстроразъемное соединение с уплотнительной прокладкой, представляющее из себя два или более винтовых захвата. Ярким примером использования этого достаточно редкого соединения является пожарный гидрант, к которому при помощи цапки подсоединяют пожарный рукав. *Штуцерная* арматура изготавливается на малые и сверхмалые диаметры. Штуцерное соединение представляет из себя пару, когда на арматуре на присоединительном конце нарезана наружная резьба, а трубопровод притягивается к ней при помощи накидной гайки. Для уплотнения соединения может быть использована прокладка или, если штуцер имеет на конце конус, то мягкая медная трубка может быть достаточно надежно герметизирована за счет плотного обжатия на конусе.

- способу герметизации узла прохода шпинделя или штока через крышку или корпус – сальниковая, сильфонная, мембранная, шланговая;

- способу расположения – только на горизонтальных трубопроводах с вертикальным положением шпинделя или крышкой вверх на горизонтальных и вертикальных трубопроводах в любом положении; только на вертикальных трубопроводах.

Трубопроводную запорную и регулирующую, водоразборную и смесительную арматуру для систем внутреннего водоснабжения следует предусматривать **на рабочее давление 0,6 МПа**, для системы противопожарного водоснабжения – согласно требованиям СНБ 4.01.02, а арматуру для систем производственного водоснабжения – на рабочее давление, принимаемое по технологическим требованиям.

Конструкция водоразборной и запорной арматуры должна обеспечивать плавное закрытие и открывание потока воды. Задвижки (затворы) необходимо устанавливать на трубах диаметром условного прохода 50 мм и более. Допускается, при обосновании, применять клапаны диаметром условного прохода 50 и 65 мм.

Установку запорной арматуры на трубопроводах внутренней системы водоснабжения следует предусматривать:

- на каждом вводе;
- кольцевых сетях;
- трубопроводах отдельных и объединенных противопожарных водопроводов у основания пожарных стояков согласно ТКП 45-2.02-316–2018;
- у основания стояков в системах питьевого или производственного внутреннего водоснабжения в зданиях высоты три этажа и более;

– у основания и в верхней части закольцованных по вертикали стояков, при этом у основания стояка следует предусматривать спускную пробку;

– на ответвлениях: питающих пять водоразборных точек и более; от магистральных линий внутреннего водопровода; в каждую квартиру или номер гостиницы, на подводках к смывным бачкам, смывным кранам и водонагревательным колонкам, на ответвлениях к групповым душам и умывальникам;

– перед наружными поливочными кранами, приборами, аппаратами и агрегатами специального назначения (производственными, лечебными, опытными и др.) в случае необходимости;

– на водопроводных стояках, проходящих через встроенные помещения, недоступные для осмотра в ночное время, устанавливаемые в подвале, техническом подполье или техническом этаже, к которым имеется постоянный доступ;

– в жилых и общественных зданиях высотой семь этажей и более с одним пожарным стояком в средней части стояка с установкой ремонтной задвижки.

На кольцевых участках необходимо предусматривать арматуру, обеспечивающую пропуск воды в двух направлениях. При расположении водопроводной арматуры диаметром 50 мм и более на высоте свыше 1,6 м от пола следует предусматривать стационарные площадки или мостики для ее обслуживания. При высоте расположения арматуры до 3 м и диаметре до 150 мм допускается использовать передвижные вышки, стремянки и приставные лестницы с уклоном не более 60° при условии соблюдения правил техники безопасности.

В системах внутреннего холодного водоснабжения в зависимости от назначения здания, степени благоустройства, наличия зеленых насаждений и других местных условий необходимо предусматривать по одному поливочному крану на каждые 60–70 м периметра здания. Поливочные краны следует устанавливать в коврах около зданий или в нишах наружных стен зданий с установкой запорной арматуры и спускных кранов на высоте от 0,3 до 0,35 м от поверхности земли (<http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-142-truboprovodnaya-armatura/9.htm>).

4.5 Проектирование водоснабжения в рамках единого проекта

Проектирование системы внутреннего водопровода ведется с учетом объема водопотребления. При этом учитываются как хозяйственно-бытовые нужды, так и оборотное и технологическое оборудование (системы отопления и полива). В этом случае качественно выполненный проект внутренне-

го водопровода – это «прочный фундамент» для дальнейших строительных и монтажных работ.

Сегодня инженерная мысль в проектировании систем водоснабжения шагнула далеко вперед. Это обусловлено в первую очередь рыночными условиями и высокой конкурентной средой. Показателями являются объём продаж в разрезе «цена – качество». Исходя из этого, при проектировании водопровода необходимо использовать передовые энерго- и ресурсосберегающие технологии. Одним из наиболее уязвимых мест в эксплуатации зданий и сооружений безусловно являются инженерные сети. Поэтому современные менеджеры и хозяйственники всё больше уделяют внимания качественному проектированию инженерных систем водопровода и канализации, отопления и вентиляции, электрическим сетям и автоматике, потому что только качественно спроектированные инженерные системы являются залогом стабильной и бесперебойной работы предприятия и комфортного проживания населения.

Главными факторами при проектировании водопровода являются расход воды и требования к ее качеству. Расход воды определяется по установленным СНиП нормам расхода воды и коэффициенту неравномерности ее потребления в течение суток.

Для разработки рабочего проекта горячего и холодного водоснабжения необходимы следующие документы:

1 Техническое задание от заказчика:

- информация по объекту (общая информация, архитектурные планировки и другое);
- задание на подключение технологического оборудования;
- планы расстановки оборудования;
- спецификация с указанием характеристик оборудования;
- информация по точке подключения.

Далее в рамках селитебной территории необходимо провести расчеты наружных систем водопровода и канализации, спроектировать системы внутреннего водоснабжения, канализации жилых домов, коттеджей и административных зданий.

2 Перечень разделов проектирования, входящих в стандартный комплект проекта системы водопровода и канализации:

- хозяйственно-питьевой водопровод;
- противопожарный водопровод;
- хозяйственно-бытовая канализация;
- ливневая канализация.

3 Стадия «Предпроектные предложения».

- пояснительная записка по разделу «Водопровод и канализация»;
- принципиальные схемы систем водопровода и канализации;
- расчёт нагрузок. Баланс водопотребления и водоотведения.

4 Стадия «Проект» (II):

- пояснительная записка по разделу «Водопровод и канализация»;
- баланс водопотребления и водоотведения;
- суточные расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды;
- расчет максимальных секундных расходов воды;
- расчет максимальных часовых расходов воды;
- определение потребных напоров;
- характеристика насосного оборудования;
- планы всех этажей;
- задания смежникам.

5 Стадия «Рабочий проект»:

- пояснительная записка по разделу Водопровод и канализация;
- баланс водопотребления и водоотведения;
- суточные расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды;
- характеристика насосного оборудования;
- определение потребных напоров;
- планы всех этажей;
- паспорт системы горячего водоснабжения;
- паспорта на оборудование (насосные станции и др.);
- аксонометрические схемы систем водопровода и канализации и др.

Список литературы к разделу 4

1 Вода хозяйственно-питьевого назначения. Общие требования к полевым методам анализа : ГОСТ 24902–81. – Переизд. сентябрь 2011 с Изм. 1 (ИУС. 1988. № 2). – Введ. 17.12.1992. – 3 с.

2 Системы внутреннего водоснабжения и канализации зданий. Строительные нормы проектирования : ТКП 45-4.01-319–2018. – Введ. 01.10.2018. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2007. – 28 с.

3 **Агеев, М. К.** Современные направления оптимизации систем водоснабжения (обзор) / М. К. Агеев // Водоснабжение и санитарная техника. – 2014. – № 12. – С. 57–67.

4 **Невзорова, А. Б.** Водоснабжение и водоотведение селитебных территорий : [монография] / А. Б. Невзорова, О. К. Новикова, Г. Н. Белоусова. – Гомель : БелГУТ, 2015. – 270 с.

5 Строительство. Монтаж систем внутреннего водоснабжения зданий и сооружений. Контроль качества работ : СТБ 2001–2009. – Введ. 01.07.2010. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2009. – 14 с.

6 Противопожарное водоснабжение. Строительные нормы проектирования : ТКП 45-2.02-316–2018. – Введ. 01.09.2018. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2018. – 38 с.

7 ТКП 45-2.02-139–2010. Системы внутреннего и наружного противопожарного водоснабжения. Правила проектирования и устройства. – Введ. 01.01.2011. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2010. – 52 с.

5 КАНАЛИЗАЦИЯ ЗДАНИЙ

5.1 Основные элементы внутренней канализации зданий

Система водоотведения – совокупность устройств и сооружений, предназначенных для приема, транспортировки и отведения сточных вод. Принципиальная схема системы водоотведения приведена на рисунке 5.1.



Рисунок 5.1 – Принципиальная схема системы водоотведения

Возможны различные решения систем водоотведения – путем совместного или раздельного водоотведения сточных вод различных видов. В зависимости от этого проектируемые водоотводящие системы подразделяются на *общесплавные, раздельные* и *комбинированные*, а раздельные – на *полные раздельные, неполные раздельные* и *полураздельные* [1].

В зависимости от назначения здания и предъявляемых требований к отведению сточных вод необходимо проектировать следующие **системы внутренней канализации** [2]:

- хозяйственно-бытовую – для отведения сточных вод от санитарно-технических приборов (унитазов, умывальников, ванн и др.);
- производственную – для отведения производственных сточных вод;
- объединенную – для отведения бытовых и производственных сточных вод при условии возможности их совместного транспортирования и очистки;

– внутренние водостоки – для отведения дождевых и талых вод с кровли здания.

В производственных зданиях допускается проектировать несколько систем канализации, предназначенных для отведения сточных вод, отличающихся по составу, агрессивности, температуре и другим показателям, с учетом которых смешение сточных вод недопустимо или нецелесообразно по требованиям технологии очистки.

Раздельные системы производственной и бытовой канализации следует проектировать:

– для производственных зданий, производственные сточные воды которых требуют очистки или обработки;

– зданий бань и прачечных при устройстве теплоуловителей или при наличии местных очистных сооружений;

– зданий продуктовых магазинов, предприятий общественного питания и предприятий по переработке пищевой продукции.

Система внутренней канализации начинается в местах приема сточных вод, а ее окончанием считается место, где сточные воды поступают в колодец дворовой сети, откуда они далее поступают в систему наружной канализации. Внутренняя канализация является безнапорной. Перемещение сточных вод осуществляется по принципу самотека, для чего при монтаже внутренней канализации предусматривается определенный уклон. Системы внутренней канализации должны обеспечивать отведение сточных вод, соответствующее расчетному количеству водопотребителей или установленных санитарно-технических приборов и состоят из следующих элементов:

– санитарно-технических приборов и приёмников сточных вод;

– гидравлических затворов и отводящих трубопроводов;

– канализационных стояков и устройств для прочистки;

– вытяжек, коллекторов и выпусков.

Типы и количество санитарных приборов, устанавливаемых в зданиях, определяются в соответствии с требованиями, предъявляемыми на проектирование зданий и сооружений различного назначения.

Приёмники сточных вод (санитарные приборы, воронки, трапы) выполняют в виде открытых сосудов или воронок, которые собирают загрязненную воду.

Санитарные приборы (ванны, умывальники, мойки), устанавливаемые в системе хозяйственно-бытовой канализации, собирают загрязненную воду, образовавшуюся в процессе жизнедеятельности людей.

По классификации внутренняя канализация имеет следующие разновидности:

К1 – бытовая канализация;

К2 – дождевая канализация (или «внутренние водостоки»);

К3 – производственная канализация (общее обозначение).

Трубы для канализации применяют раструбные. Раструб – это уширение на одном конце трубы, служащее для соединения с другими трубами или с фасонными деталями. Раструбы должны быть направлены против движения сточных вод.

Диаметры труб внутренней канализации чаще всего применяют $\varnothing 50$ мм и $\varnothing 100$ мм. В бытовой канализации К1 трубы $\varnothing 50$ мм используют для отведения сточных вод от умывальников, моек и ванн. Трубы $\varnothing 100$ мм служат для присоединения унитазов.

Раструбный стык пластмассовых трубопроводов уплотняют резиновым кольцом, которое вставлено в паз раструба. С силой вдвигая трубу в раструб, получают необходимое уплотнение стыка за счёт обжатия резинового кольца. Уклоны внутренней канализации обычно не рассчитывают, а назначают конструктивно так: для $\varnothing 50$ мм уклон 0,035; для $\varnothing 100$ мм уклон 0,02.

Вытяжную часть устраивают в виде трубы, которая является продолжением стояка и должна выходить на кровлю здания: 0,3 м – от плоской неэксплуатируемой кровли; 0,5 м – от скатной кровли; 3,0 м – от плоской эксплуатируемой кровли.

Чтобы уменьшить количество вытяжных частей на кровле, несколько стояков объединяют сборным трубопроводом, от которого выводят одну трубу на кровлю (рисунок 5.2).

На сетях внутренней бытовой и производственной канализации необходимо предусматривать установку ревизий или прочисток:

- в нижнем и верхнем этажах – на стояках при отсутствии на них отступов, а при наличии отступов – и в вышерасположенных над отступами этажах;

- не реже чем через три этажа в жилых зданиях;

- в начале участков (по движению сточных вод) отводных труб при количестве присоединяемых приборов три и более, под которыми нет устройств для прочистки;

- при изменении направления движения сточных вод не более одного поворота на одну прочистку, если участки трубопроводов не могут быть прочищены через другие участки на поворотах сети.

Ревизии, монтируемые на вертикальных и горизонтальных участках трубопроводов, позволяют прочищать их в обоих направлениях. Ревизия представляет собой люк в трубе, закрываемый крышкой на четырех болтах или винтовой крышкой с резиновой прокладкой (рисунок 5.3, а).

При подземной прокладке труб над ревизией устраивают смотровые колодцы, закрываемые крышкой.

Прочистки (см. рисунок 5.3, б) устанавливают в местах, где требуется прочистка труб только в одном направлении. Прочистки выполняют в виде косоугольного тройника и отвода 135° или двух отводов 135° , обеспечивающих плавный вход прочищающего каната в трубу. Прочистка закрывается заглушкой. Напротив

ревизий на стояках при скрытой прокладке должны устанавливаться люки размерами не менее 0,3–0,4 м.

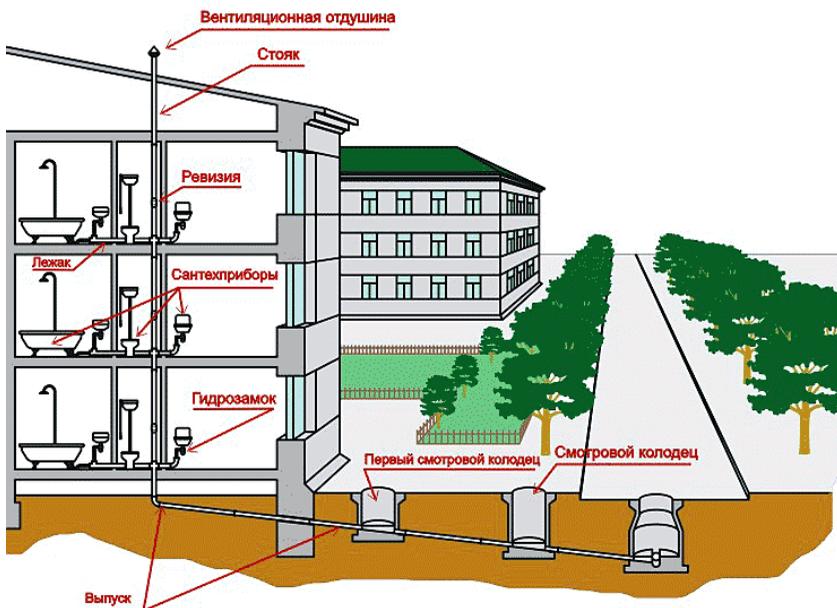


Рисунок 5.2 – Схема устройства системы водоотведения дома

а)



б)



Рисунок 5.3 – Раструбные трубы ревизии из полипропилена (а) и схема установки ревизии и прочистки (б)

Значения максимально допустимых расстояний между ревизиями и прочистками на горизонтальных участках сетей внутренней канализации приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Расстояния между ревизиями и прочистками [2]

Диаметр трубопровода, мм	Максимально допустимое расстояние, м, между ревизиями или прочистками в зависимости от вида сточных вод			Вид прочистного устройства
	производственные незагрязненные и водостоки	бытовые и производственные, близкие к ним	производственные, содержащие большое количество взвешенных веществ	
50	15	12	10	Ревизия
50	10	8	6	Прочистка
От 100 до 150	20	15	12	Ревизия
200 и более	25	20	15	”

Диаметр канализационного стояка следует принимать в зависимости от величины расчетного расхода сточной жидкости, наибольшего диаметра поэтажного отвода трубопровода и угла его присоединения к стояку по таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Рекомендации выбора диаметра канализационного стояка [2]

Диаметр поэтажного отвода, мм	Угол присоединения отвода к стояку, град	Максимальная пропускная способность вентилируемого канализационного стояка, л/с, при его диаметре, мм	
		50	100
50	90	0,8	4,3
	60	1,2	6,4
	45	1,4	7,4
100	90	–	3,2
	60	–	4,9
	45	–	5,5

5.2 Обустройство внутренних водостоков

Системы внутреннего водостока – разновидность водосточных систем, обеспечивающих качественное водоотведение атмосферных (дождевых и талых) вод с плоских кровель. В этом случае трубы, по которым отводится вода, расположены внутри самого здания.

Способов отведения атмосферных (дождевых и талых) вод с кровель зданий три:

1) *неорганизованный*. Применяется для одно- и двухэтажных зданий. Вода просто стекает с карниза здания, для чего вынос карниза от вертикальной поверхности наружной стены должен быть не менее 0,6 м;

2) *организованный по наружным водостокам* (это не К2). Применяется для 3–5-этажных зданий. Вдоль карниза здания устраивается желоб, который направляет стекающие атмосферные воды к водосточным воронкам. Далее вода стекает вниз по наружным водосточным стоякам и выходит через выпуски на отмостку здания;

3) *организованный по внутренним водостокам* – это дождевая канализация К2. Применяется для жилых зданий более 5 этажей, а также для зданий любой этажности с широкой кровлей (более 48 м) или многопролётных зданий (обычно это промздания).

Внутренние водостоки устраиваются на пологих скатных кровлях жилых домов с пологими кровлями (объектах крупноблочного строительства, каркасно-панельных домов).

Системы внутреннего водостока могут иметь различные технические решения. Одно из них представлено на рисунке 5.4.

Главный элемент системы – *водосборная воронка*. Как правило, ее конструкция обеспечивает быстрый и эффективный сбор воды с большого участка кровли. Часто воронки снабжены решетками, фильтрующими поступающую воду и задерживающими листву и прочий мусор. Решетки делаются съёмными – для простоты очистки.

Воронка должна надежно соединяться с трубами внутреннего водостока. Прижимные фланцы или иные системы обеспечивают плотный контакт корпуса воронки с трубами, без риска протечек.

Количество воронок зависит от их пропускной способности и интенсивности осадков. В месте интеграции воронки в кровельное покрытие должна быть не нарушена водонепроницаемость кровельного ковра.

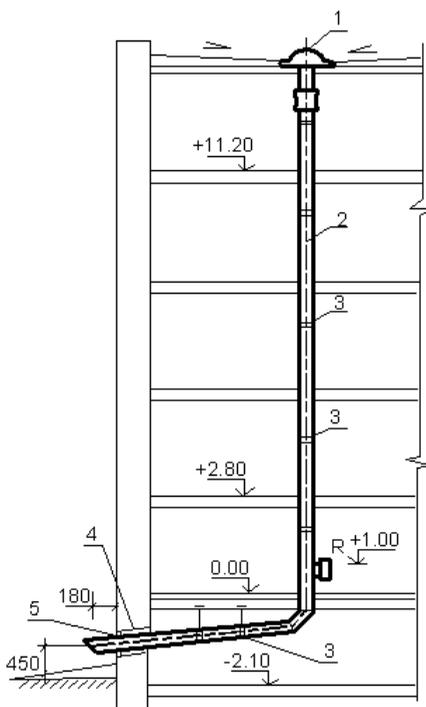


Рисунок 5.4 – Схема внутреннего водостока:

- 1 – воронка; 2 – водосточный стояк;
- 3 – крепления стояка и выпуска;
- 4 – гильза, зачеканенная смоляной прядью;
- 5 – цементная штукатурка

Для эксплуатируемых плоских кровель водосточная воронка должна иметь особое строение – верхнюю плоскую крышку, заделываемую на одном уровне с кровельным покрытием.

Помимо водосборных воронок, в систему внутреннего водостока входят следующие элементы:

- *отводящие трубы* – их назначение соединять воронки со стояками;
- *стояки* – водосборные трубы, собирающие воду со всех расположенных на кровле воронок;
- *сборные коллекторы*, собирающие воду из всех стояков;
- *элементы для прочистки и обслуживания* – смотровые колодцы;
- *выпускающие трубы* – соединение коллекторов и их сетей с ливневой канализацией.

Отметим, что система внутреннего водостока должна полноценно функционировать как при положительных, так и при отрицательных температурах. Так что внутренние водостоки могут устраиваться только в зданиях, имеющих отопление.

Для внутренних водостоков надлежит применять трубы из полимерных материалов или чугунные напорные трубы. Допускается применение стальных труб, имеющих антикоррозионное покрытие внутренней и наружной поверхностей.

Прокладка водосточных трубопроводов в пределах жилых квартир не допускается.

5.3 Расчет системы внутренней канализации

При проектировании внутренней канализации строят аксонометрическую схему (рисунок 5.5) с указанием приемников сточных вод, прочисток, ревизий, проставляют абсолютные и относительные отметки подвала, этажей.

Расчет внутренней канализации состоит в определении расчетных расходов сточных вод и подборе диаметров труб для пропускания расчетных расходов.

Трубопроводы внутренней канализации рассчитывают на пропуск максимального секундного расхода сточных вод q , л/с, который при общем максимальном секундном расходе $q = 8$ л/с в сетях холодного и горячего водоснабжения, обслуживающих группу приборов, определяют по формуле

$$q^s = q^{tot} + q_o^s, \quad (5.1)$$

где q_0^s – наибольший нормативный расход сточных вод от приёмника с максимальным водоотведением.

Расчет канализационных трубопроводов следует производить, назначая скорость движения жидкости v , м/с, и наполнение H/d таким образом, чтобы было выполнено условие

$$v = \sqrt{\frac{H}{d}} \geq K, \quad (5.2)$$

где $K = 0,5$ – для трубопроводов из пластмассовых и стеклянных труб;
 $K = 0,6$ – для трубопроводов из других материалов.

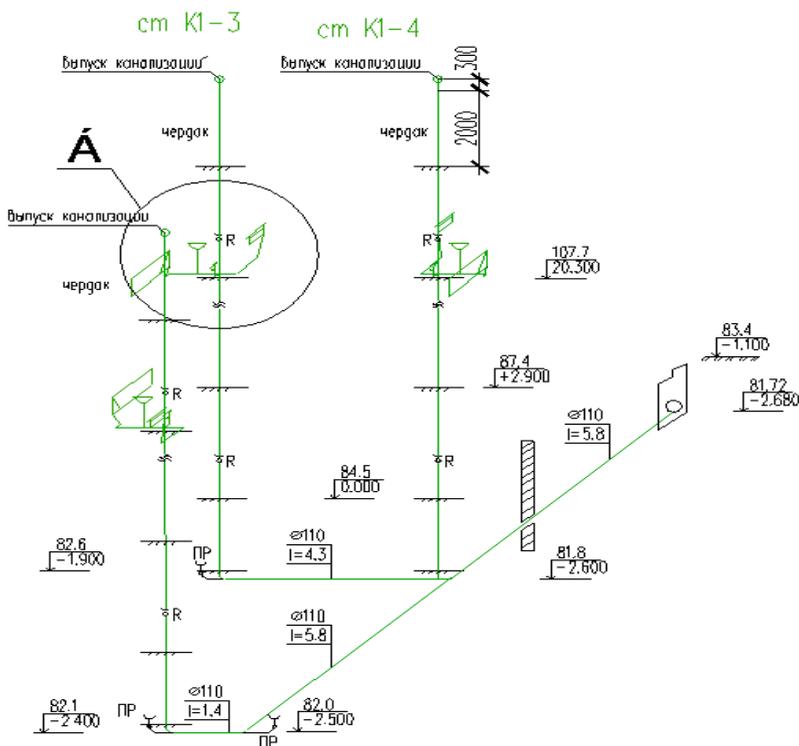


Рисунок 5.5 – Аксонометрическая схема внутренней канализации

Пропускную способность горизонтальных участков трубопроводов из различных материалов рекомендуется определять по таблицам для гидравлического расчета канализационных сетей. При этом скорость движения

жидкости должна быть не менее 0,7 м/с, а наполнение трубопроводов – не менее 0,3. В тех случаях, когда выполнить указанное условие не представляется возможным из-за недостаточной величины расхода бытовых сточных вод, безрасчетные участки трубопроводов диаметром 50 мм следует прокладывать с уклоном 0,03, а диаметром 100 мм – с уклоном 0,02. Наибольший уклон трубопроводов не должен превышать 0,15.

После выполнения гидравлического расчета на аксонометрической схеме указываются длины и диаметры труб (см. рисунок 5.5).

Цель гидравлического расчета дворовой канализационной сети заключается в подборе диаметров, уклонов и глубины заложения канализационных труб при наполнениях и скоростях движения воды, обеспечивающих их самоочищение (ТКП 45-1.01-321–2018).

Расчетный расход на участке сети q^s , л/с, определяется по формуле (5.1). При расчете следует помнить, что скорость протекания сточных вод должна быть более 0,7 м/с и на последующем участке должна равняться или быть больше скорости на предыдущем. Уклон канализационных труб принимается в зависимости от рельефа местности, однако для труб диаметром 150 (160) мм он должен быть не менее 0,008, для труб диаметром 200 мм – не менее 0,007.

С минимальным уклоном трубы укладывают, когда уклон местности по их трассе равен или меньше их уклона. Когда уклон местности больше минимального уклона, установленного для труб, им придают уклон поверхности земли. При расчете желательно выбрать единый средний уклон по всей трассе дворовой канализации с целью упрощения ее прокладки. Расчет канализационной сети сводится в таблицу 5.3.

Таблица 5.3 – Ведомость расчета дворовой канализационной сети

№ участка	Длина участка, м	Число приборов	Расчетный расход, л/с	Диаметр, мм	Скорость, м/с	Уклон, см/м	Падение, м	Наполнение, %	Отметки				Глубина колодца		
									земли		лотка трубы				
									Н	Л	Н	Л			Н

Устройство систем внутренней хозяйственно-фекальной канализации зданий должно отвечать требованиям СанПиН и ТКП 45-319–2007, ТКП 45-1.04-305–2016 «Техническое состояние и техническое обслуживание зданий и сооружений. Основные требования».

5.4 Выбор оборудования для санитарно-гигиенического узла

В зданиях любого назначения, оборудованных системами внутреннего хозяйственно-питьевого и (или) технического водоснабжения, обязательно должно быть предусмотрено устройство внутренней хозяйственно-фекальной канализации, если иное не предусмотрено СанПиН. При этом в неканализованных районах населенных пунктов устройство систем внутренней хозяйственно-фекальной канализации должно предусматривать локальные сооружения очистки сточных вод.

Санитарно-гигиенический узел (туалетная комната) – помещение для санитарных и гигиенических процедур, т.е. место, где человек может справиться свои естественные физиологические потребности и привести себя в порядок после данной процедуры. В туалетной комнате расположен унитаз и другие санитарно-технические приспособления, например писсуар, раковина и биде, душ или ванна. Современные туалеты подсоединены к канализации.

Туалеты имеют очень длинную историю развития, о которой можно прочитать, например, на сайтах <http://www.tualet.ru/> или <http://lifeglobe.net/blogs/details>.

Дадим обобщающую классификацию современных туалетов по разным признакам:

– *географии* или *месту размещения* – городские, сельские, на дорогах, на транспорте;

– *мобильности* (возможность транспортировки / привязка к канализационной системе) – стационарный, полустационарный; мобильный (кабинка; палатка (походный туалет) и др.). Канализационный туалет различается также *по виду приёмного устройства*: туалет с приёмной воронкой (известной более как унитаз) и туалет турецкого типа (часто встречающийся на вокзалах – отверстие с площадками для ног по бокам, т. н. «ступнями»).

– *группам пользования* – общественные (публичные туалеты, рассчитанные на большое количество посетителей и на всеобщую доступность), индивидуальные (личные, частные, собственные), которые располагаются в квартирах, домах, возле них и т. д. и рассчитаны на пользование относительно небольшим количеством определённых людей;

– *очередности использования* – последовательное (разделения для пользователей разного пола не предусмотрено, туалетом могут пользоваться по очереди как мужчины, так и женщины) – располагаются в частных владениях, транспортных средствах (поезда дальнего следования, самолёты); параллельное (разделение на женские и мужские) – располагаются в общественных местах: учреждениях (кафе, ресторанах, вокзалах и аэропортах, музеи), транспортных средствах;

– *подключению к инженерным коммуникациям*: сетевые; полуавтономные, автономные;

– *технологии* или *способу удаления фекалий*: канализационный; химический; биотуалетный; выгребные; компостные; сепарационные; сухие (сухие сепарационные); ватерклозеты; вакуумные туалеты; термотуалеты; паковочные туалеты; туалеты с заморозкой естественный (сельский туалет); ямный туалет;

– *условиям доступа* – платные; бесплатные; условно-бесплатные (доступ разрешается определённом кругу людей: посетителям кафе, пассажирам на вокзале при предъявлении билета и т. п.); условно-платные;

– *источникам финансирования* – бюджетные и частные;

– *устойчивости к вандализму*: антивандальные туалеты.

Рассмотрим особенности санитарно-гигиенического оборудования.

Возможности современных технологий способны изменить традиционное представление о компоновке привычного санузла. Различные конструкции унитазов ставят перед потребителем многосложную задачу, решить которую можно только после анализа комплекса параметров.

Унитаз – санитарно-техническое приспособление для отправления в первую очередь дефекации людей, устанавливаемое в туалетах и снабжённое системой автоматического или полуавтоматического смыва. Изготавливаются унитазы обычно из фарфора или фаянса и покрыты глазурью, состоят из чаши, которая плавно переходит в гидрозатвор. Верхняя часть чаши – борт – уширена и загнута внутрь, что предотвращает выплескивание воды при ополаскивании чаши. В торцевой части чаши под бортом размещается водораспределительное устройство, которое подает воду для смыва загрязнений и ополаскивания внутренних поверхностей унитаза.

В верхней части унитаза за водораспределительным устройством находится патрубок, который служит для присоединения промывного устройства. Выпуск в нижней части унитаза обеспечивает присоединение его к канализационной сети.

Унитазы можно классифицировать следующим образом:

- по способу установки – напольные и подвесные;
- виду слива – с бачком и без бачка (скрытый бачок);
- конструкции сливного бачка;
- виду чаши;
- выпуску в канализацию;
- способу смыва;
- материалу изготовления.

По *способу установки* унитазы можно разделить на те, которые крепятся к полу (напольные) и подвесные (рисунок 5.6). Напольные унитазы устанавливаются на пол и крепятся к нему с помощью дюбелей, которые обычно идут с ним в комплекте. Подвесные унитазы крепятся к стене с помощью блочной или рамочной инсталляции. Блочная инсталляция применяется при креплении к несущей стене. Для этого применяют металлические пластины и анкерные болты. Рамочная инсталляция применяется, если подвесной

унитаз крепят на гипсокартонной или другой непрочной стене. Такая инсталляция обычно состоит из рамы, сваренной из стальных труб, и крепится к полу и к стене, передавая основную нагрузку на пол.



Рисунок 5.6 – Напольные (а) и подвесные (б) унитазы
(<http://www.kayros.biz/sites/default/files/risunok>)

Такое крепление может выдержать до 400 кг. Бачок у подвесного унитаза обычно выполнен из прочного пластика и заделывается в стену вместе с инсталляцией с установкой кнопки спуска воды на поверхности.

Удобным и заслуживающим внимания вариантом для оборудования санитарных узлов общественных туалетов служит напольный унитаз или чаша Генуя (рисунок 5.7). Напольный унитаз отличается от обычного унитаза более простой формой, что намного упрощает его техническое обслуживание. Ведь напольный унитаз не оборудуется бачком для смыва, который требует периодического обслуживания и регулировки водоразборной арматуры. В качестве смывного устройства в напольном унитазе используется смывной кран или друкшпюлер, что намного упрощает его эксплуатацию (<http://profsantehnik.by/poleznaya-informaciya/>).

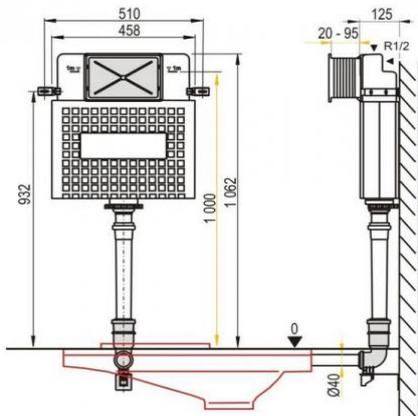


Рисунок 5.7 – Чаша Генуя
(http://promportal.su/foto/good_fotos/15/152068/installyaciya_dlya_chash_genuya_foto_largest.jpg)

Бачок унитаза может быть разной конструкции, устанавливаться непосредственно на нем или отдельно. Наиболее распространенным вариантом является установка бачка непосредственно на заднюю полочку унитаза – так называемый «компакт».

По *виду управления сливом* бачки унитазов бывают с рычажным или кнопочным включением слива. Большинство современных моделей оснащены кнопочными механизмами спуска и обычно имеют две кнопки или одну двойную: для экономного смывания 2–3 л воды, и для полного – 6–8 л.

Вода может подводиться к бачку сбоку или снизу. Подвод снизу обеспечивает более бесшумное наполнение его водой.

По *конструкции сливного бачка* и способу взаимосвязи последнего с унитазом различают следующие модели: отдельные и моноблочные, а также без сливного бачка, в которых смывание производится непосредственно из водопроводной системы.

По *конструкции чаши* унитазы делятся на три основных вида:

– с тарельчатыми чашами; задняя стенка такой чаши унитаза имеет форму уступа в виде тарелки. Преимущество такой формы – отсутствие «всплеска», недостаток – возможное появление неприятного запаха;

– козырьковыми чашами; задняя стенка таких унитазов расположена с наклоном вперед относительно пола, в результате чего, в отличие от тарельчатой формы, отсутствуют брызги, а также не появляются запахи;

– воронкообразными чашами; такие чаши используются в основном в импортных моделях унитазов. Эта форма чаши считается наиболее гигиеничной, но в них большая вероятность «всплеска».

По *способу выпуска и расположению отводов* (рисунок 5.8) для подсоединения к канализации бывают унитазы с вертикальным, горизонтальным и косым (наклонным) выпуском (30–45° относительно пола). При выборе способа выпуска необходимо ориентироваться на расположение и местонахождение канализационной трубы, к которой будет подсоединён унитаз. Если канализационная труба расположена в полу, то наиболее целесообразным будет вертикальный выпуск, что может и существенно сэкономить место. Унитаз с косым выпуском выбирается обычно при расположении канализационной трубы на полу, но близко к стене, так что конструкцию с вертикальным выпуском установить нет возможности. При этом он к канализационной трубе подсоединяется с помощью специального гофрированного патрубка, который без проблем можно приобрести в магазине.

Горизонтальный отвод является универсальным. С помощью того же гофрированного патрубка такой унитаз может быть подсоединен к канализации, находящейся как в полу, так и в стене.

Виды по материалу изготовления. Наиболее распространены керамические унитазы. Для их изготовления чаще всего применяют два материала:

фарфор и фаянс. Они оба производятся из одинакового сырья, различие состоит лишь в технологии обжига. Фарфор более качественный материал, по сравнению с фаянсом.



Рисунок 5.8 – Разновидности выводов унитазов

По способу смыва унитазы могут быть с прямым и обратным смывом. В конструкциях с прямым смывом вода из бачка, не изменяя направления своего движения, оmyвает чашу унитаза. В конструкциях с обратным смывом вода по полуоткрытым каналам меняет направление движения на противоположное и тем самым обеспечивает более равномерное смывание. Кроме этого, при таком способе смыва уровень шума и расход воды меньше, чем при прямом.

Также следует сказать о дополнительных технологических решениях, используемых в дорогих моделях: сиденье с микролифтом – крышка, совершая маневр «закрывание», подтормаживается специальным устройством, встроенным в петлю; обод с подогревом; антибактериальное излучение; программируемый смыв.

Специально для малогабаритных квартир созданы унитазы с функцией биде. Это идеальное решение для рационального использования места с максимальным комфортом для жильцов.

Биде – это приспособление, по виду сходное с унитазом, со специальным устройством, подающим из смесителя водяной фонтанчик, цель которого – заменить туалетную бумагу. Биде впервые стали применять во Франции в XVII веке. И по сей день это достаточно актуальная разновидность сантехники. Обычно изготавливается из санфаянса.

Биде подразделяются на несколько видов. *Напольные биде* (рисунок 5.9, а) монтируются к полу, что значительно облегчает их установку и эксплуатацию, в отличие от подвесных моделей. Универсальные классические биде вписываются в интерьер любой ванной комнаты.

В *подвесных (настенных) биде* все коммуникации, осуществляющие подвод воды к системе слива, скрыты или замаскированы в стене. Преиму-

щества подвесных биде заключаются в экономии свободного пространства в помещении санузла.



Рисунок 5.9 – Примеры конструктивного оформления биде:

а – напольное; *б* – электронная крышка

(http://www.kayros.biz/sites/default/files/risunok39_0.jpg)

(<http://osantehnike.by/stati/item/obzor-elektronnyh-kryshek-bide-senspa>)

Электронная крышка-биде – это крышка, которая одевается на унитаз и превращает его в биде (см. рисунок 5.9, б). Подходит для небольших санузлов, где нет возможности установить биде отдельно. У электронных крышек-биде SensPa могут присутствовать такие функции, как подогрев сидения, возможность регулировки температуры и напора воды, возможность обмыва и сушки различных частей тела, вентиляции, дезодорирования воздуха и другие. Электронная крышка-биде имеет антибактериальное покрытие.

Писсуар – это вариант унитаза, созданный специально для мужчин. Используется в основном в общественных туалетах (рисунок 5.10). Изготавливается из санфаянса, реже – из эмалированного металла, пластмассы, нержавеющей стали.

Конструкция писсуара проста: к чаше сверху подведена вода, снизу устроен выпуск. После того как человек воспользовался писсуаром, струя воды омывает чашу и удаляет содержимое. Сифон, установленный после выпуска, препятствует проникновению неприятных запахов из канализации. Смыв (слив) воды обычно производится с помощью крана для писсуара, открываемого вручную или автоматически. Есть модели, оборудованные сливным бачком, как унитазы. Некоторые писсуары (особенно те, что предназначены для установки в частном доме или квартире) оснащены крышкой.



Рисунок 5.10 – Примеры конструктивного оформления писсуаров
(<http://www.kayros.biz/sites/default/files/risunok41.jpg>)

По способу монтажа писсуары бывают настенные и напольные, по типу систем подключения – с верхним [смывное устройство (вентиль) находится снаружи стены] и со скрытым [все отверстия (подвод воды и слив в канализацию) такого писсуара находятся внутри] подключением, по способу смыва – оснащенные ручной, полуавтоматической или автоматической системой смыва.

Также выпускается безводный, или «сухой» писсуар, у него отсутствует как водоподводящая, так и водоотводящая магистрали. В качестве приемной воронки используется помещаемый в основание писсуара сменный картридж, подверженный биораспаду. Биостоки проходят через картридж, просачиваясь через гидравлический затвор, состоящий из более легкой, чем вода, жидкости, которая смыкается за проследовавшим объемом жидкости. Ниже этого затвора биостоки полностью улавливаются, что позволяет стопроцентно избегать появления неприятного запаха.

Антивандалный писсуар – сантехническое оборудование в любой туалетной комнате общего пользования – в ресторане, торговом центре или на вокзале, который обладает высочайшей прочностью и износостойкостью, функционален и предназначен для эксплуатации большим количеством людей, а также устойчив к химическим, физическим и механическим воздействиям.

При разработке систем смыва начали широко внедрять новые электронные технологии. Так, сенсорная кнопка, которая может быть установлена возле любого санитарно-технического устройства, обеспечивает бесконтактный смыв, который происходит автоматически после каждого пользования туалетом. Для индикации пользования туалетом служит инфракрасный датчик, который определяет, когда человек отошел от туалета, и, таким образом, устройство может начать смыв в унитазе, писсуаре

и др., без необходимости физического прикосновения к кнопке. Датчик реагирует на нахождение человека перед датчиком больше чем 7,5 с на расстоянии от 0,3 до 0,7 м. Смыв установлен через 2 с после отхода человека от туалета. Уровень смыва установлен на 6 л. В комплект входит кнопка для ручного смыва, которая может быть использована при необходимости дополнительного смыва (например, при уборке). Сенсорная кнопка запрограммирована на автоматический дополнительный смыв, который происходит после каждого восьмого смыва в соответствии со стандартами гигиены ЕС, а также автоматический смыв через 24 часа после последнего пользования туалетом. При необходимости сенсорная кнопка может быть отключена.

5.5 Канализование твердых отходов (мусороудаление)

Система мусороудаления предназначена для удаления из зданий твердых бытовых отходов (органических и минеральных), которые образуются в процессе жизнедеятельности людей.

Систему мусороудаления также можно отнести к системе канализации, т.к. при удалении органических отходов может использоваться система водоотведения. Количество твердых бытовых отходов в сутки на одного человека в среднем составляет, например, для жилых домов 0,63 кг.

В процессе жизнедеятельности людей образуются различные отбросы и отходы, представляющие собой бытовой мусор и вторичное сырье (утиль).



Рисунок 5.11 – Диспоузер на выпуске мойки

разбавляются водой из водопровода и сплавляются в канализационную сеть здания.

В жилых и общественных зданиях накапливаются отбросы, которые могут быть отнесены к органическим (загнивающим) и минеральным (незагнивающим).

На сегодняшний день в современных городах и населенных пунктах для удаления мусора применяют сплавную, вывозную и пневматическую системы.

Сплавную систему мусороудаления применяют только для удаления органических отходов из зданий. Она основана на использовании сети внутренней канализации. Система предусматривает оборудование моек или раковин специальными измельчителями (диспоузерами), которые устанавливаются снизу на выпуск (рисунок 5.11). Пищевые отходы и отбросы в дробилке измельчаются,

Электрические измельчители пищевых отходов являются самыми распространенными и работают от бытовой электрической розетки.

Отходы пищи попадают в измельчающую камеру, на дне которой находится вращающийся металлический диск. За счет центробежной силы отходы распределяются по стенкам камеры, на которых находятся специальные самозатачивающиеся терки. Измельчение происходит за счет трения отходов об эти терки. Кроме этого, на диске находятся специальные свободно вращающиеся кулачки, которые служат для предварительного дробления твердых отходов, а также для растирания отходов о терки на стенках камеры. Измельченные отходы сквозь отверстия в диске смываются водой прямо в канализационную трубу.

Недостатком данной дробилки является невозможность измельчения всех пищевых отходов.

Механический измельчитель менее распространен, чем электрический. Такая дробилка состоит из корпуса, внутри которого находятся пять острых лезвий из нержавеющей стали (рисунок 5.12). Ножи приводятся в движение под действием напора воды и измельчают отбросы. Практически все органические отбросы поддаются измельчению. Правильная работа дробилки очень сильно зависит от напора воды во внутреннем водопроводе, который должен поддерживаться на требуемом уровне.



Рисунок 5.12 – Механический измельчитель мусора

Данная система мусороудаления не получила в нашей стране широкого распространения, хотя в США более 95 % домов оборудованы измельчителями пищевых отходов.

Вывозная система мусороудаления для *малоэтажных зданий* предусматривает сбор мусора в квартире в специальные ведра и вынос их в уличный контейнер, расположенный недалеко от здания. Затем контейнер увозится мусоровозом на полигон твердых бытовых отходов или мусоросжигательный (мусороперерабатывающий) завод.

До 2017 года в Республике Беларусь функционировала система мусороудаления для *многоэтажных и высотных зданий*, предусматривавшая вынос их в мусоропроводы, расположенные на лестничных клетках зданий, откуда он подавался по стволу мусоропровода, попадал в контейнер, находящейся в мусоросборной камере под стволом мусоропровода. Затем об-

служивающий персонал разгружал контейнер с мусором или в мусоровоз, или в уличный контейнер, который потом увозился. Недостатком таких систем является невозможность организации раздельного сбора мусора для его сортировки и вторичной переработки, а также ухудшение санитарно-гигиенических условий в подъездах. Поэтому сейчас широко внедрена вывозная система и раздельный сбор мусора по видам.

Список литературы к разделу 5

1 **Воронов, Ю. В.** Водоотведение и очистка сточных вод : учеб. для вузов / Ю. В. Воронов, С. В. Яковлев. – М. : Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. – 704 с.

2 Системы внутреннего водоснабжения и канализации зданий. Строительные нормы проектирования : ТКП 45-4.01-319–2018 (33020). – Введ. 01.10.2018. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2018. – 28 с.

3 **Невзорова, А. Б.** Водоснабжение и водоотведение селитебных территорий : [монография] / А. Б. Невзорова, О. К. Новикова, Г. Н. Белоусова. – Гомель : БелГУТ, 2015. – 270 с.

4 **Добромыслов, А. Я.** Расчет и конструирование систем канализации зданий / А. Я. Добромыслов. – М. : Стройиздат, 1978. – 120 с.

5 Канализация дома / Канализационные системы / Сточные воды [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://kanalizaciya doma.ru/sistemi/stochnye-vody>. – Дата доступа : 10.02.2017.

6 Таблицы Лукиных онлайн. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей по формулам акад. Павловского онлайн [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://vik.by/instruments/30>. – Дата доступа : 10.02.2017.

7 Справочник проектировщика. Отопление, водопровод, канализация / под ред. Н. Г. Старовойта. – М. : Стройиздат, 1982. – 350 с.

8 Канализация. Наружные сети и сооружения. Строительные нормы проектирования : ТКП 45-4.01-321–2018. – Введ. 01.10.2018. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2018. – 89 с.

6 СИЛОВЫЕ И СЛАБОТОЧНЫЕ ЭЛЕКТРОСИСТЕМЫ

6.1 Основные сведения о структуре электрической системы

Электрическая энергия – это способность электромагнитного поля производить работу, преобразовываясь в другие виды энергии.

Электроэнергия – наиболее совершенный и универсальный вид, сравнительно легко преобразующийся в другие виды энергии: механическую, тепловую, световую, химическую и др. Основной электрической единицей тока I в Международной системе единиц (СИ) является ампер (А). Работа W – это величина, которая характеризует превращение энергии из одного вида в другой. Практической единицей для измерения работы, совершаемой электрическим током в течение одного часа, служит киловаттчас (кВт·ч). Единицей для измерения электрического напряжения U служит вольт (В). $1 \text{ В} = 1 \text{ Вт} / 1 \text{ А}$.

Электрическая энергия вырабатывается на электрических станциях, располагаемых, как правило, у источников первичной энергии. Электростанции связаны между собой и с потребителями электрическими сетями, которые объединяют их в централизованно управляемые энергетические системы (энергосистемы) (рисунок 6.1).

Распределение энергии по потребителям осуществляется по радиальным, магистральным (кольцевым) или смешанным схемам. При *радиальном* к каждому потребителю прокладывается отдельная линия, при *магистральном* потребители подключены в разных точках одной линии.

В жилых кварталах одноэтажной застройки магистральные линии расходятся в разные стороны от трансформаторной подстанции пункта, разветвляясь при этом. К ним подключаются частные дома. В жилых кварталах многоэтажной застройки каждый дом подключается к ТП радиальной линии. Внутри дома по подъездам разводятся магистральные линии для подключения квартир. Внутри квартиры или одноэтажного дома электропроводка разветвляется с помощью разветвительных коробок.

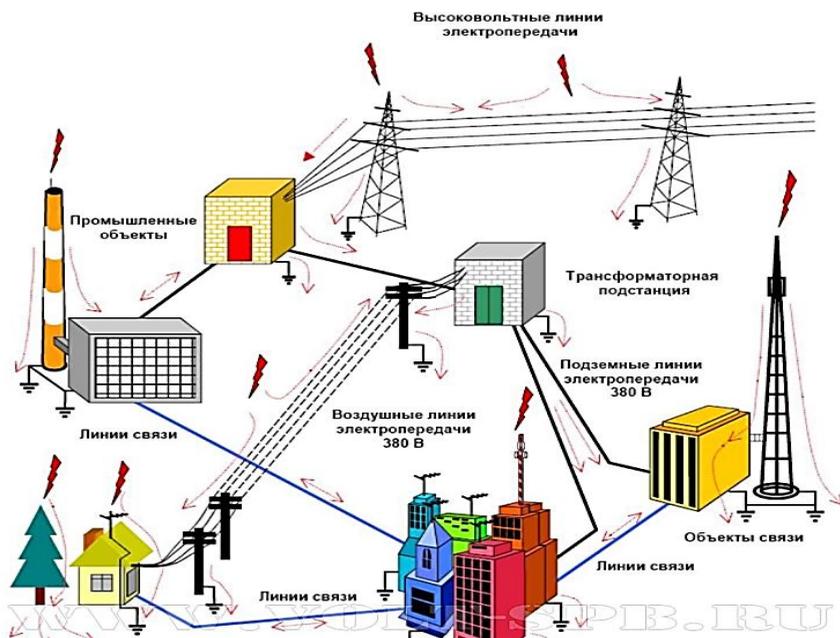


Рисунок 6.1 – Схема энергосистемы с линиями электропередач
<http://elektrsystem.ru/elektricheskie-sistemy-i-seti/6-klassifikacijajelektricheskikh-setej.html>;
<http://www.ing-proekt.ru/elektroinfo5.html>

По распределительной сети напряжением до 1000 В (НРС) электрическую энергию передают от понизительных подстанций к потребителям. Такие сети используют обычно внутри населенного пункта, по улице которого прокладывают линию АВ, а от нее – к домам, расположенным на одной стороне улицы, идут вводы В, а к домам на другой стороне улицы – отводы От.

Сети могут быть воздушными или кабельными (подземными). Потребительские сети внутри помещений называют внутренними проводками.

Электрические сети также классифицируются:

- по роду тока и номинальному напряжению;
- конструктивному исполнению;
- расположению;
- конфигурации;
- степени резервированности;
- выполняемым функциям;
- характеру потребителей;
- назначению в схеме электроснабжения;
- режиму работы нейтрали.

По роду тока различают сети переменного и постоянного тока. Основное распространение получили сети трехфазного переменного тока.

Однофазными выполняются внутриквартирные сети – как ответвление от трехфазной четырехпроводной сети.

Постоянный ток используется для организации связи электроэнергетических систем. Сети постоянного тока используются в промышленности (электрические печи и др.), для питания городского электротранспорта и для передачи энергии на большие расстояния.

По напряжению, согласно ГОСТ, сети делятся на сети напряжением до 1000 В и свыше 1000 В. Однако в технической литературе встречается и такое деление сетей: низких (220–660 В); средних (6–35 кВ); высоких (110–220 кВ); сверхвысоких (330–750 кВ); ультравысоких (более 1000 кВ) напряжений.

По конструктивному исполнению различают воздушные и кабельные сети, проводки и токопроводы. Токопровод – это установка для передачи и распределения электроэнергии, которая используется на промышленных предприятиях. Состоит из неизолированных или изолированных проводников, изоляторов, защитных оболочек и опорных конструкций.

Электропроводки предназначены для выполнения электрических сетей в зданиях.

По расположению сети делятся на наружные и внутренние. Наружные выполняются неизолированными (голыми) проводами и кабелями, внутренние – изолированными проводами.

По конфигурации сети делятся на разомкнутые и замкнутые. Разомкнутые сети питаются от одного источника питания и передают электроэнергию к потребителям только в одном направлении.

По степени резервированности сети делятся на нерезервированные и резервированные. Магистральные сети, выполненные одной цепью, являются нерезервированными, так как часть или все потребители теряют питание в зависимости от места повреждения и мест установки коммутационной аппаратуры. Магистральные сети, выполненные двумя цепями, являются резервированными.

По выполняемым функциям различают системообразующие, питающие и распределительные сети.

Системообразующие – это сети напряжением 330 кВ и выше. Выполняют функцию формирования энергосистем, объединяя мощные ЭС и обеспечивая их функционирование как единого объекта управления.

Питающие сети предназначены для передачи электроэнергии от подстанций системообразующей сети и от шин 110–220 кВ ЭС к районным подстанциям.

Распределительная сеть предназначена для передачи электроэнергии на небольшие расстояния от шин низшего напряжения районных питающих

сетей непосредственно к потребителям. Такие сети выполняются по разомкнутым схемам.

По характеру потребителей сети делятся на городские, промышленные и сельские.

Городские сети характеризуются высокой плотностью электрических нагрузок (до $12 \text{ МВ} \cdot \text{А}/\text{км}^2$) и большим количеством разнородных потребителей.

К *промышленным* относятся сети промышленных предприятий. Они делятся на сети внешнего и внутреннего электроснабжения. Напряжение зависит от близости к питающей ПС. Если она расположена вблизи предприятия, то напряжение внешнего электроснабжения – 6–10 кВ, а внутреннего – до 1000 В.

Сельские сети (напряжением 0,4–110 кВ) предназначены для питания небольших населенных пунктов, сельскохозяйственных предприятий. Отличаются большой протяженностью и малой плотностью нагрузки (до $15 \text{ кВ} \cdot \text{А}/\text{км}^2$). Сельские сети выполняются, в основном, воздушными ЛЭП по разомкнутым схемам.

По назначению в схеме электроснабжения сети делятся на местные и районные.

Местные сети охватывают площади радиусом до 30 км. Они имеют малую плотность нагрузки и напряжение до 35 кВ включительно. Это сельские, коммунальные и заводские сети. К местным сетям относятся «глубокие вводы» напряжением 110 кВ.

Районные сети охватывают большие районы и имеют напряжение 110 кВ и выше. По ним осуществляется передача электроэнергии от ЭС в места ее потребления [ТКП 385–2012 (02230)]. К районным сетям относятся основные сети системы, магистральные ЛЭП внутрисистемной и межсистемной связи.

6.2 Силовое оборудование зданий и схемы электропроводок

Проектирование электроснабжения и освещения является одним из ключевых этапов выполнения проекта по инженерным системам здания в целом. Проект выполняется с учетом электрических нагрузок здания в целом. Разрабатываются принципиальные схемы, выполняется расчетная часть проектов, проектирование систем бесперебойного питания, гарантированного электроснабжения, системы молниезащиты и заземления, системы уравнивания потенциалов. Для этого необходимо знание современных материалов и технологий, а также владение нормативной базой по проектированию сетей электроснабжения и освещения зданий. Выполнение проектных работ должно вестись в строгом соответствии с ТКП 45-4.04-149–2009 «Системы электрооборудования жилых и общественных зданий. Правила проектиро-

вания» и ТКП 339–2011 (02230) «Новые правила устройства электроустановок Республики Беларусь».

К **силовому электрооборудованию** зданий относят:

- комплектные трансформаторные подстанции 6.10/0,4–0,66 кВ;
- электрические сети для питания электроприёмников напряжением до 1 кВ в пределах проектируемого здания, сооружения;
- управляющие устройства электроприводов до 1 кВ систем вентиляции и кондиционирования воздуха, водоснабжения, канализации и других механизмов.

К **электроосвещению здания** относят:

- электрические сети для питания электроприёмников в пределах проектируемого здания, сооружения;
- управляющие и дистанционные устройства управления.

В основной комплект рабочих чертежей проекта силового электрооборудования включают: общие данные по рабочим чертежам; схемы электрические принципиальные комплектных трансформаторных подстанций (КТП), питающей и распределительной сети; принципиальные схемы управления электроприводами; схемы (таблицы) подключения; планы расположения электрооборудования и прокладки кабеля; план расположения молниезащиты; план контура заземления и др.

В состав *основного комплекта рабочих чертежей* включают: общие данные по рабочим чертежам; планы расположения электрического оборудования и прокладки кабелей (далее именуемые планами расположения); принципиальные схемы питающей сети; принципиальные схемы дистанционного управления; схемы подключения комплектных распределительных устройств на напряжение до 1000 В и др. (Проектирование систем электрооборудования. – <http://elektrik-nn.ru/services/proektirovanie-sistem-elektrosnabzheniya/>).

6.2.1 Подключение дома к подстанции

Подключение дома к подстанции идет через **электрощитовую**. Это помещение имеется в каждом доме, если дом многоподъездный – в каждом подъезде. Обычно электрощитовая расположена в отдельной комнате на первом этаже здания (рисунок 6.2), доступ к которой имеет только технический персонал. В комнате устанавливается специальный щит или шкаф, из которого происходит распределение электроэнергии по всему зданию.

Подача электроэнергии осуществляется через ГРЩ (главный распределительный щит). Общая электросистема состоит из дополнительного оборудования, которое устанавливается в электрощитовой: распределительные устройства; линии подачи электричества; выключатели и рубильники; приборы для измерения электроэнергии.

Схема расположения электрощитовой и всех необходимых устройств должна быть внесена на этапе проектирования постройки. В её описании

должны быть указаны точные размеры помещения, его месторасположение и параметры устанавливаемого оборудования.



Рисунок 6.2 – Пример электрощитовой здания

Из ГРЩ электросистемы электричество поступает в электрощиты, расположенные на каждом этаже строения, от которых **электричество** поступает в квартиры.

В щите расположены электросчетчики по числу квартир на этаже с **соответствующими** номерами. В современных домах устанавливаются дополнительные электрощиты прямо в квартирах.

6.2.2 Основные этапы проектирования и схемы электропроводок

Проектирование электроснабжения зданий подразумевает создание бытовых и выделенных сетей электроснабжения, а также систем гарантированного и бесперебойного питания объектов. Разработка ведется на основе программ современных электротехнических материалов, в частности, светильников, выключателей освещения, штепсельных розеток, каналов, лотков, групповых щитков силового электрооборудования и электроосвещения со встроенными защитными и коммутационными аппаратами отечественных и зарубежных фирм.

Проектирование систем электроснабжения выполняется в две стадии.

Первая стадия: *проект* – разрабатываются основные концептуальные вопросы распределения электрической энергии по потребителям, создается таблица нагрузок потребителей.

Вторая стадия: *рабочие чертежи* – производятся уточнения и детализация предусмотренных техническим проектом решений в той степени, в которой это необходимо для производства строительных и монтажных работ.

Вся работа по проектированию систем электроснабжения должна опираться на ТКП 45-4.04-326–2018 (33020) и ТКП 339–2011 и совмещать эффективную обратную связь с надзорными и административными структурами, что позволяет ускорить процесс согласования документации, а в отдельных случаях и оптимизировать технические решения, снижая объем и стоимость строительно-монтажных работ, сохраняя при этом качество и надежность схемы электроснабжения.

Структура схемы электроснабжения зависит от принадлежности электропотребителей объекта к соответствующей категории надежности электроснабжения, схемы городской электрической сети, наличия субпотребителей, а также от размеров и конфигурации самого объекта (Системы электроснабжения зданий и сооружений. ТТ-Связьком. <https://www.tts.by/nashi-sluzhi/electro-systems/50-electro-snabjenie-systems>).

Согласно пункту 1.2.17 ПУЭ в отношении обеспечения надежности электроснабжения **электроприёмники** подразделяются на три категории:

III категория – допускается аварийное отключение электроснабжения на период до 24 часов;

II категория – не допускается аварийное отключение электроснабжения (электроснабжение осуществляется от двух независимых источников питания, устанавливаются системы автоматического выбора резервной линии электроснабжения в случае отключений одной из линий);

I категория – не допускается аварийное отключение электроснабжения (электроснабжение осуществляется от двух независимых источников питания, устанавливаются системы автоматического выбора резервной линии электроснабжения в случае отключений одной из линий, кроме того, устанавливаются источники автономного электроснабжения).

Электропроводкой называется совокупность изолированных проводов и кабелей с элементами их крепления, защитными и поддерживающими конструкциями. Электропроводка обеспечивает подвод электроэнергии к электроприёмникам потребителя. При проектировании электропроводок следует руководствоваться действующими требованиями ТКП 339–2011 «Новые правила устройства электроустановок Республики Беларусь» [«Правила устройства электроустановок» (ПУЭ), «Нормами технологического проектирования электроустановок» и «Строительными нормами и правилами» (СНиП)].

6.2.3 Концепция построения электрической сети квартиры

Электропроводка современной квартиры – это сложный интегральный организм, в котором каждый узел, каждая система оказывают взаимное вли-

яние друг на друга, и от слаженной работы которых зависит надежность и безопасность всей электропроводки в целом.

При проектировании и монтаже электропроводки каждому элементу этой сложной системы необходимо уделять должное внимание.

В общем схема электропроводки представляет собой древовидную структуру, постепенно разветвляющуюся от вершины (вводного автомата) к оконечным устройствам. Она состоит из нескольких узлов, своего рода уровней, систем, этажей (<http://elektrik-sam.info/elektroprovodka-sovremennoy-kvartiry-vzglyad-iznutri/>).

Первый уровень – шлюз между внешней питающей сетью и внутренней электропроводкой. На первом уровне находится вводной автомат, который дает возможность отключить внутреннюю сеть от внешней и ограничивает потребляемую мощность.

Второй уровень – вводной кабель от вводного автомата и счетчика до квартирного электросчита, от качества которого, надежности его соединений зависит безопасность и надежность и слаженная работа всей квартирной электропроводки. Кабель должен быть соответствующего сечения, марки, рассчитан на определенный способ прокладки, при необходимости правильно оконцован и подключен. В противном случае может перегреться и сгореть сам кабель или места его соединения.

Третий уровень – *квартирный электрический щит – главный узел приема и перераспределения электрической энергии*. От того, насколько грамотно он спроектирован и собран, зависит надежность, безопасность и удобство эксплуатации всей электропроводки. А именно, должно учитываться правильное распределение нагрузок по группам, правильный выбор аппаратов защиты, подбор их оптимального количества, установка дополнительных вспомогательных устройств, грамотная и правильная коммутация оборудования внутри щита.

Четвертый уровень – непосредственно сама электропроводка. От её качества, состояния и правильной прокладки зависит и качество поступления электричества к электроприборам.

Пятый уровень – заключительный элемент системы – *розетки и выключатели* (фурнитура).

6.2.4 Виды электрических проводов

Электрическая проводка считается одной из наиболее важных частей инженерных сетей. Исходя из назначения здания используются различные виды электропроводок, применяются различные способы их прокладки.

По размещению электропроводки бывают наружные и внутренние.

Проводка наружная устраивается по внешним стенам домов, на опорах либо под навесами. Наружная открытая проводка осуществляется по воз-

душным линиям, состоящим из отдельных опор и самого провода (кабеля). Подключение зданий к линиям электропередачи обычно осуществляется посредством неизолированных алюминиевых проводов. Но в последнее время более популярен изолированный алюминиевый провод СИП, так же известный как «торнадо» (<http://elquanta.ru/elektroprovodka/vidy-tipy-ehlektroprovodki.html>).

Внутренняя электропроводка монтируется внутри здания и по способам прокладки бывает скрытая или открытая (рисунок 6.3).

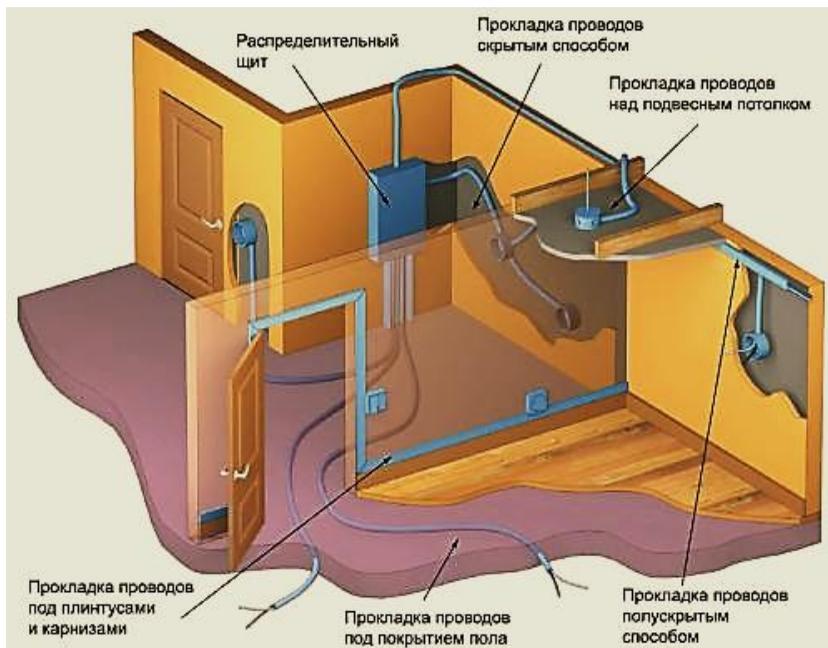


Рисунок 6.3 – Виды внутренней электропроводки

Электропроводка скрытая укладывается внутрь конструкций здания – пол, стены, в полости фундамента и перекрытий. Используется множество способов прокладки провода при устройстве скрытой электрической проводки: в гибких рукавах; в трубках; в специальных каналах и полостях панелей; в стеновых штробах. Электропроводку в жилых зданиях рекомендуется делать скрытого типа из соображений пожарной безопасности.

В конструкциях типовых панелей предусматривается закладка труб диаметром 2,5–4,0 см для разводки проводов и кабелей.

Электропроводка открытая прокладывается по потолку, стенам и иным конструкциям зданий, в трубах, рукавах, коробах; подвешиванием и т.п. Открытая проводка удобна прежде всего в офисных и арендуемых помещениях, когда каждый новый арендатор или владелец проводит перепланировку и переносит электрическую проводку на свое усмотрение. Провод ведется в каналах с наглухо закрывающейся крышкой получили широкое распространение из пластика поливинилхлорид (ПВХ), закрепляющихся на стенах, и подводится к рабочим местам и оборудованию. Для разветвления провода применяются клеммы (<http://elquanta.ru/elektroprovodka/vidy-tipy-ehlektroprovodki.html>).

Открытая проводка может быть устроена как горизонтально, так и вертикально. При горизонтальном способе провода укладываются параллельно линии пола на расстоянии не менее 20 см от потолка, при укладке пары проводов между ними необходимо выдержать интервал минимум в 10 см. Прокладка вертикальным способом ведется строго под прямым углом к плоскости потолка. Подбор сечения каналов зависит от диаметра и количества, помещаемых в них проводов, минимальный размер с учетом возможной установки зажимов – 10 мм. Помимо самих каналов существуют и разнообразные элементы, и детали, с помощью которых осуществляется разводка: короба, внешние и внутренние угловые соединения, тройники, крестовины, клеммы.

Комбинированная электропроводка прокладывается в кабель-каналах. Сочетает в себе доступность открытой и безопасность скрытой, а также считается более изящной и менее трудоемкой. Применяется в коридорах, подсобных помещениях. Является традиционным способом для прокладки компьютерных сетей, пожарной и охранной сигнализации.

Элементы проводки. Для прокладки системы энергоснабжения используются провода, кабели и шнуры.

Провод – одна или несколько голых или изолированных жил, которые в быту называются проволокой. Изоляция может представлять собой металлическую оболочку, обмотку или оплетку волокнистыми материалами. Изолированные провода могут быть защищенные, то есть имеющие дополнительную оболочку для герметизации и предохранения от внешних воздействий, и незащищенные. К первой группе относятся АПРН, ПРВД, АПРФ, ПУНП, а ко второй – АРТО, ПРД, АППР, АПВ, АППВ, ППВ, АППВС.

Для проводов используется материал медь или алюминий.

Рабочее напряжение, на которое рассчитан провод, должно быть больше или равно напряжению питающей электросети. По Республике Беларусь и России оно составляет 220 В, а проводящие элементы выпускаются с расчетом на напряжение 380 В, поэтому все они могут применяться для устрой-

ства электропроводок. Также рекомендуется использовать провода с двойной изоляцией и общей оболочкой для всех жил.

Для большинства бытовых решений оптимальны следующие соотношения сечения провода и номинала автомата: $1,5 \text{ мм}^2 - 10 (13) \text{ А}$; $2,5 \text{ мм}^2 - 16 (20) \text{ А}$; $4,0 \text{ мм}^2 - 25 (32) \text{ А}$; $6,0 \text{ мм}^2 - 32 (40) \text{ А}$; $10 \text{ мм}^2 - 50 \text{ А}$.

Типы электрических схем электропроводки в квартире. В зависимости от основных функциональных частей проводки (розетки, светильники, автоматы защиты, УЗО и т.п.) и взаимосвязей между ними они могут быть *структурными, функциональными, принципиальными, расчетными, монтажными.*

Разработка проекта системы электроснабжения здания включает в себя:

– группировку потребителей электроэнергии. Производится на основании поэтажных планов размещения силовых приборов (рисунок 6.4). Разрабатываются схемы монтажа системы электроснабжения и трассы розеточных сетей;

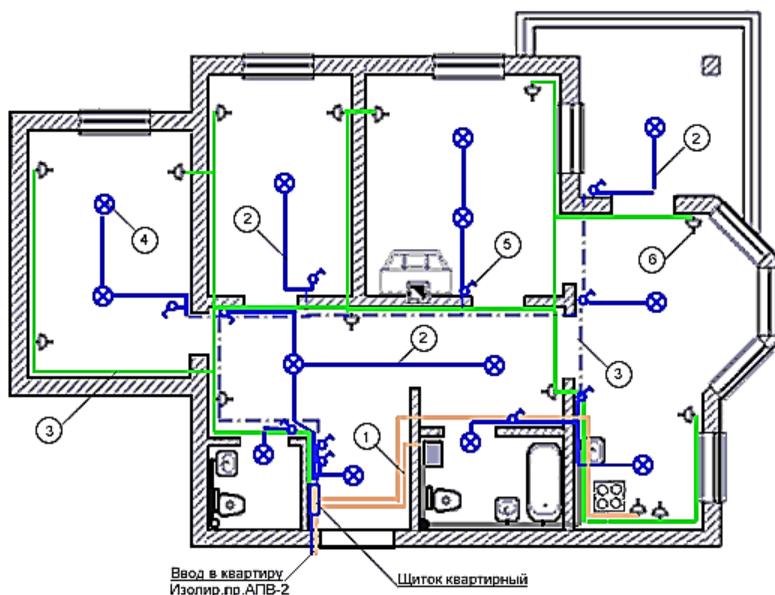


Рисунок 6.4 – План квартиры со схемой скрытой электропроводки:

- 1 – кабель АВРГ с алюминиевыми жилами (для электрической плиты и стиральной машины);
- 2 – провод с алюминиевой жилой с двумя жилами АППВ 9 (для группового освещения);
- 3 – провод с алюминиевой жилой с самозатухающей оболочкой 2-3-жильный АППП (для групповой разводки под электрические розетки);
- 4 – патроны под электрическое освещение; 5 – электрические выключатели; 6 – электророзетки

- сбор и подсчет электрических нагрузок объекта, включенных в систему электроснабжения;
- размещение на планах силовых приборов, а также всех электроустановочных изделий и коммутационных устройств;
- подбор автоматических выключателей групповых щитов, расчет сечений кабельных линий и потерь напряжения (розеточные сети);
- расчет трасс кабель-каналов;
- разработку трассы от главного распределительного щита (ГРЩ, ВРУ) до групповых щитов – распределительные сети;
- подбор автоматических выключателей главного распределительного щита, расчет сечений кабельных линий и потерь напряжения;
- разработку спецификации оборудования и материалов.

6.3 Электрическое оборудование квартиры

Электроснабжение квартиры (частного дома) осуществляется через **электрощиток**. Он объединяет в себе, как правило, следующие элементы: вводной выключатель нагрузки, прибор учета электроэнергии (счетчик), дифференциальный автомат, одно или более устройств защитного отключения (УЗО), автоматические выключатели для различных групп потребителей электроэнергии, коммутационные элементы (шины, клеммы) и другие электротехнические изделия.

Современные квартирные щитки могут быть внутренней и наружной установки, позволяющие монтировать их как на стене, так и в нишах. Боксы щитков могут быть как пластикового, так и металлического исполнения. Современные щитки объединяет несколько общих деталей: наличие омега-типа стандартной DIN-рейки (DIN-реек) для крепления приборов и устройств внутри бокса и двумя отдельными шинами для коммутации нулевых проводов и проводов заземления. На рисунке 6.5 представлен типовой вариант электрических соединений электрощитка.

В качестве примера на рисунке 6.6, *а* приведен счетчик электрической энергии однофазный индукционный СО-И496 (сертификат типа № 5704, Госреестр Республики Беларусь № 03 13 0683 09), предназначенный для учета активной энергии в однофазных сетях переменного тока номинальной частотой 50 Гц, для работы в закрытых помещениях при температуре от минус 20 до плюс 55 °С и относительной влажности воздуха не более 80 %.

Электронные счетчики электроэнергии построены на основе микросхем, не содержат вращающихся частей и производят преобразование сигналов, поступающих с измерительных элементов, в пропорциональные величины мощности и энергии. Электронные счетчики электроэнергии отличаются более высокой точностью и надежностью по сравнению с индукци-

онными электросчетчиками. В качестве примера на рисунке 6.6, б приведен счетчик многотарифный трехфазный электронный СЭТ 7007 (ГОСТ 31819.22–2012. Сертификат ИСО 9001–2001).

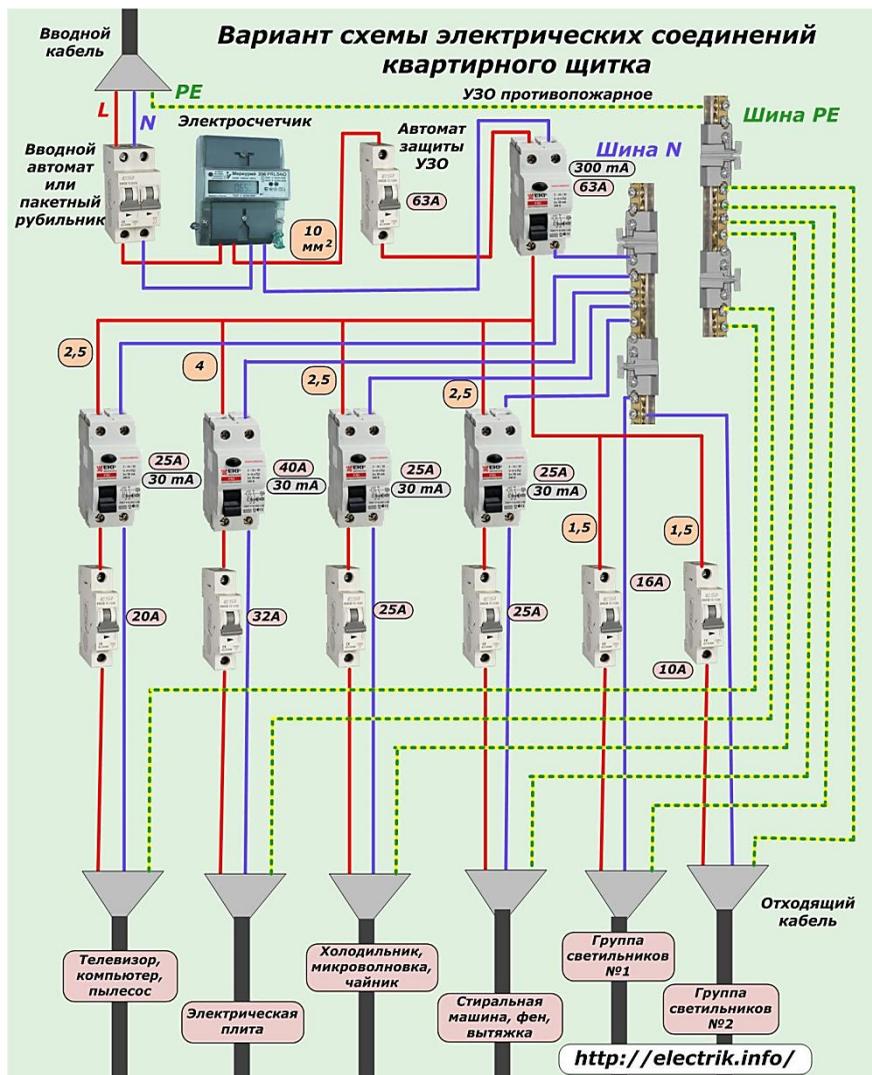


Рисунок 6.5 – Вариант схемы электрических соединений квартирного щитка и электроприборов

Предназначен для измерения и многотарифного учета активной электрической энергии в трехфазных четырехпроводных сетях переменного тока частотой 50 Гц как автономно, так и в составе автоматизированных системах контроля и учета электроэнергии АСКУЭ-быт.

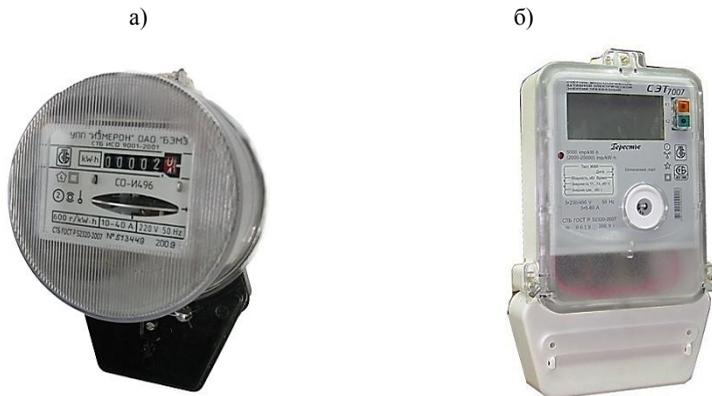


Рисунок 6.6 – Счетчики электроэнергии:

а – индукционный, *б* – электронный

(Счётчики электроэнергии. <http://www.bemzbrest.by/katalog/elektrooborudovanie.html>)

Основные технические параметры счетчиков электроэнергии:

– *класс точности* – указывает на уровень погрешности измерений прибора (максимально допустимый уровень погрешности до 1996 г. составлял 2,5 %). С 1996 году был введен новый стандарт точности приборов учета, используемых в бытовом секторе, – 2.0;

– *тарифность* – функциональная возможность современных электронных счетчиков, позволяющей вести учет электроэнергии по зонам суток и по временам года.

Однофазным электрическим счетчиком называется электроизмерительный прибор, предназначенный для учета электрической энергии в двухпроводных сетях переменного тока напряжением 220 вольт.

Трехфазным электрическим счетчиком называется электроизмерительный прибор, предназначенный для учета электрической энергии в трех- и четырехпроводных сетях переменного трехфазного тока номинальной частоты 50 Гц.

Пакетный рубильник, или пакетный выключатель, служит для включения и отключения электрических цепей постоянного и переменного тока до 100 А при напряжении 220 В и до 60 А – при напряжении 380 В. Пакетные выключатели и переключатели значительно компактнее рубильников.

Пакетные выключатели монтируются с выводом на панель только рукоятки для обеспечения безопасности.

УЗО (устройство защитного отключения), или дифференциальное реле, обеспечивает защиту от поражения электрическим током при прямом и косвенном прикосновениях, а также защиту от пожаров, к которым может привести нарушение изоляции электропроводки.

УЗО постоянно сравнивает ток, протекающий к электроприбору с током, протекающим от электроприбора (по нейтрали), и распознает утечку из электросети по появлению разницы между входящим и выходящим токами. Когда разность токов достигает опасного для жизни человека значения (обычно это 30 мА), то УЗО отключает напряжение. Таким образом, ток утечки, текущий через поврежденную изоляцию или через тело человека, не успевает причинить вреда, т.к. время срабатывания УЗО очень мало.

6.4 Освещение

Источники света разделяются на два основных вида освещения: естественное и искусственное.

Естественное освещение создается источниками света природного характера. Его характеристики, прежде всего, зависят от времени суток, но также определяются и географическим положением местности, временем года и состоянием атмосферы.

В качестве источников **искусственного освещения** различают несколько видов ламп освещения: лампы накаливания, люминесцентные, галогенные и светодиодные светильники. При этом их потребительские и технологические свойства также существенно отличаются друг от друга. Рассмотрим каждый из видов на предмет выявления основных потребительских и технологических особенностей.

Лампы накаливания (рисунок 6.7). Форма лампочек накаливания может быть различной, как и их мощность (минимальная мощность равна 15, а максимальная – 300 Вт). Современные лампы накаливания представлены двумя разновидностями: криптоновые и биспиральные. В криптоновых лампах накаливания используется инертный газ криптон. Их мощность колеблется от 40 до 100 Вт. При этом криптоновые лампочки в отличие от обычных обладают большей светоотдачей.



Рисунок 6.7 – Лампы накаливания (electricvdome.ru)

Повышенной светоотдачей обладают и биспиральные лампы, дающие свет за счет сложной дугообразной вольфрамовой нити. Поверхность ламп накаливания может быть прозрачной, опаловой или зеркальной. Световой поток матированных ламп меньше (при незначительной матировке – на 3 %, у молочных – на 30 %), однако из-за более рассеянного света они более приятны для зрительного восприятия. Световой поток светильников, покрытых зеркальным слоем, достаточно велик.

Люминесцентные лампы (рисунок 6.8). Широкое распространение в последнее время получили люминесцентные лампы различной мощности (от 8 до 80 Вт). Их свечение происходит за счет люминофоров, на которые действует ультрафиолетовое излучение газового разряда. Лампы данного вида дают мягкий, рассеянный свет. По сравнению с лампами накаливания, экономичность люминесцентных ламп намного выше, а световой поток при одинаковой мощности больше в 7–8 раз.



Рисунок 6.8 – Люминесцентные лампы (electricvdome.ru)

У люминесцентных ламп срок службы в 10–20 раз больше, чем у ламп накаливания. Недостатком люминесцентных ламп является чувствительность к температуре и мерцание света.

Галогенные лампы (рисунок 6.9) почти в 2 раза ярче обычных ламп накаливания. Они имеют разную форму и виды, в зависимости от этого свет может быть рассеянным или представлять концентрированный пучок. Благодаря такому разнообразию галогенные лампы освещения, дающие насыщенные красивые оттенки, часто применяются в дизайнерских решениях.

Галогенный свет применяется как для общего освещения, так и для детальной подсветки и выделения определенных участков жилого пространства. Галогенные светильники подразделяется: на подвесные; точечные (встраиваемые в подвесной потолок); настенные; встраиваемые в мебель, стены; поворотные (направление света регулируется поворотом держателя лампы); фиксированные модели.



Рисунок 6.9 – Галогеновые лампы (electricvdome.ru)

Светодиодные лампы освещения (рисунок 6.10) на сегодняшний день получили широкое распространение. Их ключевой особенностью является низкое энергопотребление. К достоинствам светодиодных светильников можно отнести высокую светоотдачу и большой срок службы. В последнее время белорусский и российский рынки пополнились автономными светильниками на светодиодах, работающих на солнечных батареях и аккумуляторах. Включение таких светильников происходит автоматически с наступлением темноты, а подзаряжаются они от солнечного света в продолжение всего светового дня. Эти светильники могут подвергаться как низким (до $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$), так и высоким (до $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$) температурам без нарушения работоспособности.



Рисунок 6.10 – Светодиодные лампы освещения
(electricvdome.ru)

Виды искусственного освещения. Существует *четыре вида* искусственного освещения. Три из них устанавливаются в жилых помещениях, четвертое встречается реже.

1 *Общее*. При общем освещении происходит равномерное распределение света по всей площади. Это достигается соблюдением одинакового расстояния между светильниками, которые равномерно рассеяны. При источнике света, локализованном в одной точке, будет наблюдаться разница в яркости света, но резкие перепады будут отсутствовать. Пример – расположенная посередине потолка люстра.

2 *Местное*. Чтобы выделить необходимые объекты или зоны, используют местное освещение. Источник света при этом располагают на определенном участке: кухонной плите, рабочем столе или части стены. Местное освещение играет важную роль в оформлении интерьера. Оно придает ему полноту и логическую завершенность. Например, в кабинете или спальне можно вообще использовать только одно местное освещение, полностью отказавшись от общего.

3 *Комбинированное*. Устранить все эти недостатки можно, совместив местный и общий свет. Таким образом, будет решена проблема освещенности современного жилища. Именно поэтому комбинированное освещение,

которое совмещает в себе два предыдущих вида, – наиболее часто применяемый вариант.

4 Аварийное. Оно является необходимым в помещениях, где отключение света может стать причиной получения серьезных травм, редко встречается в жилых помещениях, т.к. питание источников света данного вида освещения происходит от аккумуляторов. Дополнительные лампы слабой мощности автоматически включаются, когда происходит отключение основного источника. Пример – дома с лестницами, в которых при отсутствии освещения легко упасть. Установка аварийных светильников по бокам ступеней предохранят жильцов от подобных случаев.

Различают также *уличное и фасадное освещение*. Приступая к разработке проекта архитектурной подсветки фасадов зданий, принимается в расчет общая идея освещения конкретного объекта и всей композиции в целом. Подробности разработки – это выбор осветительной аппаратуры и ее монтаж на фасаде дома или здания. Главное в архитектурном освещении – выделить и выгодно подчеркнуть конкретный элемент или часть объекта.

Виды светильников, которые могут использоваться для организации подсветки фасадов домов и зданий:

- на солнечных аккумуляторах;
- уличные столбики – светодиодные и галогеновые;
- подвесные светодиодные;
- уличные настенные бра. Неподвижная конструкция, предназначенная для подсветки участка фасада;
- садовые декоративные и прожектора;
- специальные архитектурные фонари для подсветки фасадов;
- светодиодные для освещения части улицы или части фасада дома;
- встраиваемые в грунт;
- настенные с поворотным механизмом;
- встраиваемые – могут монтироваться на любую часть здания или другой конструкции.

При проектировании освещения необходимо руководствоваться несколькими критериями: энергоэффективностью освещения, совместимостью освещения с общей концепцией интерьера, а также экономичностью.

Процесс проектирования электроосвещения подразделяется на несколько этапов:

1 Получение исходных данных: технического задания; дизайн-проекта; выявление индивидуальных особенностей объекта: пожелания клиента, архитектурный стиль, функциональное назначение, особенности эксплуатации освещения, дизайн интерьера, планировок здания.

2 Разработка технических решений: расчет освещенности; размещение на планах светотехнических изделий, кабельных трасс, а также всех электроустановочных изделий и коммутационных устройств; расчет сечений кабельных линий с учетом мощности потребителей, длины трассы, потерь напряжения; подбор автоматических выключателей и щитового оборудования; составление спецификации оборудования и материалов.

3 Выдача комплекта проектной документации: пояснительная записка; ведомость чертежей и ссылочных документов; однолинейные расчетные схемы щитов освещения; планы сети освещения (с указанием номеров групп, марки светильников и их мощности); схема принципиальная электрическая управления; спецификация оборудования и материалов.

4 Согласование документации. Проект систем ЭО утверждается в согласующих организациях (СЭС, пожарная инспекция, государственная экспертиза и т.п.), при необходимости вносятся коррективы.

Проектирование системы ведется в соответствии с действующими нормами и правилами.

6.5 Система антиобледенения крыш

Обледенение крыш и водосточков – это явление, которое часто наблюдается в зимний период, особенно когда происходят значительные колебания температуры. Выпавший снег при плюсовой температуре подтаивает, затем температура опускается, и в итоге наблюдается образование ледяных глыб в воронках водосточных труб, а по краям крыши образуются сосульки. При небольшом повышении температуры воздуха процесс таяния образовавшегося льда невозможно контролировать. Вода течет не в водосточную трубу, а напрямик с крыши, попадая при этом под скат кровли, на стены, возможно затекание в различные швы. Естественно, это приносит ощутимый вред зданию. Обогрев кровли способен убрать следствия этих явлений.

Обогрев кровли с помощью греющего кабеля предотвращает скапливание снега и образование сосулек в зимнее время на краях крыш и водосточных желобах (рисунок 6.11).

Для устранения такого явления необходим монтаж на кровле и водосточных узлах здания системы обогрева, что в дальнейшем поможет избежать образование намерзшего льда. Все системы обогрева кровли и водосточков работают в автоматическом режиме. В основе принципа действия лежит нагревание проводника электрического тока при определенных температурах, процесс нагрева контролируется блоком управления. Как правило, включение системы происходит в пределах от +5 до –10 °С, так как

именно в этом диапазоне изменения температур происходит образование льда, и обогрев кровли и водостоков решает эту проблему.



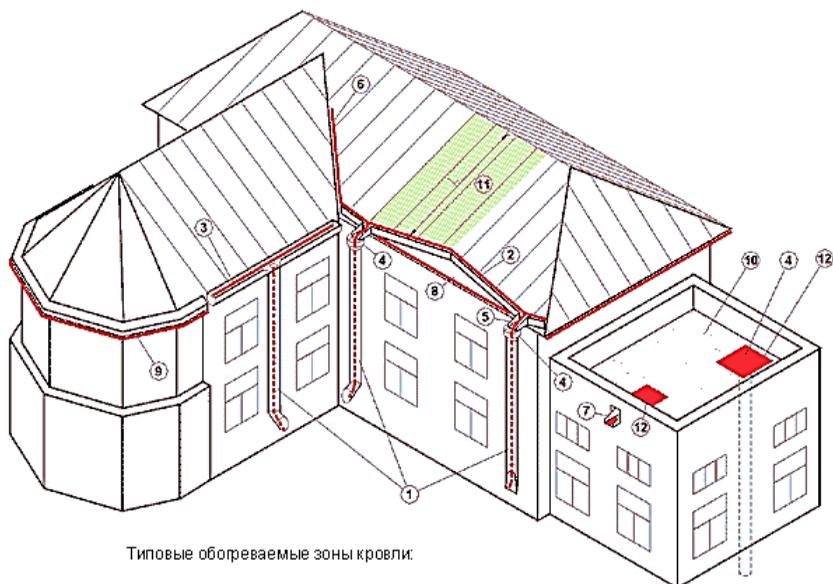
Рисунок 6.11 – Пример укладки кабеля на крыше и водостоке

Основные принципы действия системы обогрева кровли включают в себя технологию особого размещения специального термокабеля на кровле и в водосливах и подключение его к контроллерам управления. Термокабели используют двух типов. Принцип действия их различен.

Первый тип – это резистивный кабель, который представляет собой проводник электрического тока, покрытый специальным составом. Проводник при прохождении тока нагревается за счет рассчитанного сопротивления. Выделение тепла резистивным кабелем будет одинаковым по всей длине смонтированной системы обогрева.

Второй тип – это саморегулирующийся кабель (рисунок 6.12), где кроме нагреваемой части, в систему входит:

- распределительная сеть (подводящие «холодные» провода, распределительные коробки и др.);
- система управления на базе миниатюрной метеостанции, представляющей собой термостат и датчики температуры, осадков и/или влажности (рисунок 6.13).



Типовые обогреваемые зоны кровли:

Рисунок 6.12 – Пример системы обогрева и антиобледенения кровли и водостоков Теплоскат на основе саморегулирующегося кабеля. Обогреваемые зоны кровли:

- 1 – водосточные трубы; 2 – водосточные желоба; 3 – водосборные лотки; 4 – воронки;
 - 5 – направляющий лоток; 6 – ендова; 7 – водомёт; 8 – карниз; 9 – капельник; 10 – плоская кровля;
 - 11 – площадь водосбора желоба; 12 – площадь входного обогрева
- (http://www.topclimat.ru/goods/teploskat_reg.html)



Рисунок 6.13 – Автоматическая система обогрева крыши

Чтобы запустить систему, датчики должны передать друг другу информацию. Например, датчик влажности фиксирует, что появилась влага. Если температура на улице низкая, вода может замерзнуть. Чтобы предотвратить образование наледи, термостат включает подогрев проводов.

Помимо обогрева кровли и водосточных труб к системе антиобледенения также относят обогрев **парковочной территории, подъездных путей, тротуаров, ступенек, ливневых канализаций, трубопроводов.**

6.8 Архитектура слаботочной сети

Слаботочные сети входят в состав инженерных систем зданий. Любую кабельную сеть можно назвать слаботочной, если по кабелям протекают не силовые (электрические) токи напряжением 220–380 В, а информационные токи с напряжением от 12 до 24 В и измеряющиеся в миллиамперах. Основными требованиями, которые предъявляются к слаботочным сетям, являются их высокая надежность, корректная работа без ошибок разного рода и сбоев, невысокая стоимость при построении и эксплуатации, масштабируемость. Благодаря применению слаботочных систем возможно обеспечить качество всех видов связи и функционирование компьютерных сетей.

В настоящее время слаботочные сети дают возможность обеспечить и создать:

- прием и распределение эфирного и спутникового телевидения, системы кабельного телевидения (СКТ);
- доступ к телефонной сети связи, к глобальной сети Интернет;
- охранно-пожарные системы (пожарная и охранная сигнализация, видеонаблюдение);
- системы оповещения и сигнализации, контроля доступа на объекты (ворота, шлагбаумы и др.);
- автоматизированный учет и системы управления энергоресурсами (электросчетчики, водосчетчики, домашняя автоматика);
- локально-вычислительные сети (ЛВС);
- переговорные устройства (АТС);
- структурированные кабельные системы (СКС).

Архитектуру слаботочных систем можно разделить на бытовые и коммерческие в зависимости от назначения и области применения.

Бытовые системы. Их использование ограничивается одним домом или квартирой. К такой сети подключаются предметы ежедневного использования, передающие разного рода информацию: звуковую, визуальную или другую. К ним относятся: интернет, кабельное телевидение,

телефония, системы видеонаблюдения, системы сигнализации, радио, домофон (рисунок 6.14).



Рисунок 6.14 – Архитектура бытовой слаботочной системы

Коммерческие системы используются в офисах и других учреждениях, обеспечивая большую площадь и множество людей информационными технологиями. Она помогает вести слаженную и согласованную деятельность всему коллективу, быстро и надёжно передавать и получать информацию из различных источников. Коммерческие слаботочные сети обеспечивают работу таких устройств, как локальные компьютерные сети; интернет; телефонные коммуникации; видеонаблюдение с использованием различных видов камер и разного их количества; охранная и пожарная сигнализации; автоматизированный учёт энергоресурсов; переговорные устройства; пропускные системы; некоторые другие СКС. Эти виды слаботочных систем довольно условные, так как связаны исключительно с размерами и потребителем сети, хотя определённые их элементы могут быть использованы как в одном, так и в другом случае. (<https://remontoni.guru/elektrika/osobennosti-slabotochnyh-sistem-ih-vidy-i-proektirovanie.html> remontoni.guru © Популярный журнал о ремонте).

Проектирование сетей связи и диспетчеризации инженерного оборудования жилых и общественных зданий следует осуществлять в соответствии с требованиями СНБ 3.02.04, ТКП 45-3.02-108–2008, СНиП 2.08.02, настоящего технического кодекса и других действующих ТНПА.

Проектирование домашней распределительной сети в жилых и общественных зданиях в Республике Беларусь должно осуществляться в соответствии с техническими условиями операторов электросвязи с соблюдением требований, установленных в ТКП 211, ТКП 215, ТКП 216 и ТКП 300.

В процессе прокладки кабелей необходимо соблюдать технологию устройства силовой и слаботочной систем в полном соответствии со специализированными правилами и принятыми стандартами (рисунок 6.15).

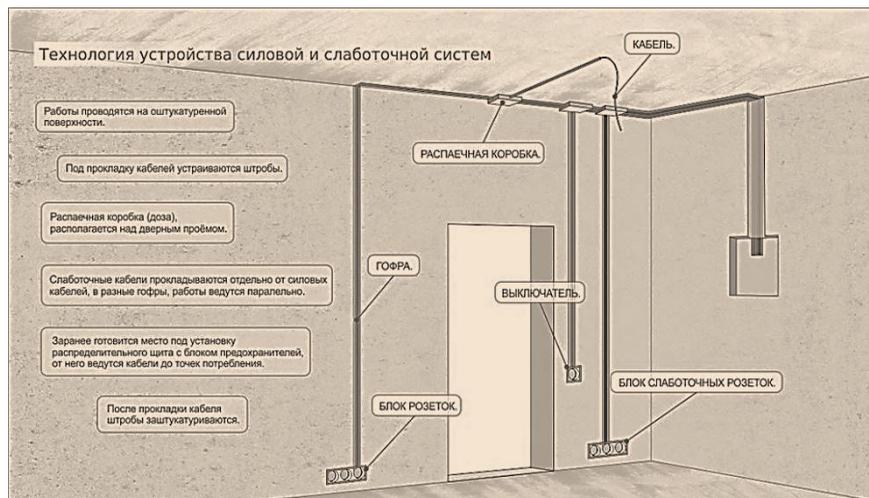


Рисунок 6.15 – Технология устройства силовой и слаботочной систем (<http://kmarket11.ru>)

Также существуют определенные рекомендации, которых необходимо обязательно придерживаться, монтируя слаботочные сети. Они состоят в следующем.

Следует соблюдать минимальное расстояние, на котором надо разместить силовые и слаботочные кабели, проложенные провода.

Расстояние между линиями сети интернет и специализированными силовыми кабелями должно быть не меньше 0,3 м.

Нельзя заводить слаботочные кабели в стояк, где находятся другие электрические кабели. Категорически запрещается сращивать провода. Монтаж осуществляется только при использовании цельного кабеля.

Если провода телефонной коммуникации прокладываются в определенном направлении, они размещаются параллельно, плотно прижимаясь друг к другу.

При наличии открытой проводки минимальное расстояние, на котором необходимо расположить кабели телефонной сети, составляет от 15 мм и более (при длине 10 м).

Распределительная коробка размещается на стене, но только не над дверями, окнами или другими проемами. Наименьшее расстояние, которое допускается при установке распределительной коробки на стене, составляет 300 мм относительно потолка.

Кабели различной емкости при пересечении между собой должны прилегать к стене или огибать ее сверху или снизу (это зависит от ёмкости проводов). Необходимо предусмотреть надежную защиту кабелей. Особенно это относится к наружным слаботочным сетям, устанавливающимся непосредственно под окнами или водосточными трубами.

Для заземления используют специальные шины из хорошо изолированных медных проводников.

При открытой прокладке слаботочных сетей для телефонной коммуникации кабели должны размещаться на расстоянии не менее 200 мм от пола и 150 мм от потолка. При закрытом способе прокладки провода могут располагаться на любой высоте, которая покажется удобной.

Существует ряд требований, предъявляемых к слаботочной системе, а именно: высокая надежность; низкий показатель ошибок и сбоев; простота управления и сервисного обслуживания.

В профессиональной сфере кабельные слаботочные системы также принято называть информационными из-за их функционального назначения. В зависимости от назначения, информационные системы принято разделять на отдельные виды, имеющие свои отличия как в самом оборудовании, так и в его функционировании.

Пожарная сигнализация. Слаботочная система данного типа применяется самостоятельно или в комплексе с другими устройствами, обеспечивающими защиту зданий от разного рода угроз. Пожарная сигнализация призвана определять очаги возгорания, а также оперативно оповещать людей о высокой вероятности возникновения пожара.

Такое оборудование, состоящее из кабеля, датчиков, оповещателей и пульта управления, должно демонстрировать бесперебойную работу, исключая аварии, сбои и ложные срабатывания.

Охранная сигнализация. Охранная система также включает в свой состав кабель и набор датчиков, реагирующих на изменение заданных параметров.

При помощи оборудования данного типа, препятствующего несанкционированный доступ к охраняемому объекту, удастся предотвратить преступное посягательство на материальные ценности, а также жизнь и здоровье людей, находящихся в жилом или общественном здании.

Видеонаблюдение. Эта информационная система включает в себя схематическое размещение видеокамер и монитора, на который поступает видеосигнал. Оператор, находящийся за пультом управления, имеет возможность проводить мониторинг ситуации в разных точках подконтрольного объекта.

На сегодняшний день практически все административные и общественные здания оборудованы видеокамерами, позволяющими контролировать работу персонала и следить за порядком в здании и на прилегающей к нему территории.

Диспетчеризация. Система диспетчеризации решает ряд задач по управлению инженерными сетями и контролю над их корректной работой. Данная сеть обычно охватывает несколько отдельно стоящих зданий, находящихся под единым мониторингом и управлением.

Система контроля и управления доступом (СКУД). Посредством контроля доступа ответственные лица осуществляют постоянный мониторинг объекта, а также контролируют вход в здание при помощи специально оборудованных пропускных пунктов. В данном случае у владельцев подконтрольного объекта есть возможность отслеживать количество посетителей при условии установки турникетов со специальными счетчиками.

Компьютерные сети. В данном случае речь идет о налаженной сети, позволяющей соединить необходимое количество компьютеров и периферийных устройств с целью обмена информацией внутри системы. Это один из наиболее распространенных видов слаботочных систем, которые устанавливаются практически на каждом предприятии.

Структурированная кабельная система (СКС) – физическая основа инфраструктуры здания. Основной её задачей является объединение всех приведенных выше информационных сетей в единое целое, что позволяет осуществлять их централизованное управление и контроль над текущими процессами.

Телевидение и интернет. В состав слаботочных систем данного типа помимо кабеля входят декодеры и маршрутизаторы, посредством которых осуществляется подача сигнала от провайдера к потребителю. Широко распространена в общественных и в жилых зданиях. Телевизионные кабельные системы способны передавать как аналоговый, так и цифровой сигналы.

Телефония. Стационарная телефонная связь также основывается на использовании слаботочных систем. Организована на предприятиях и в жилом секторе. Телефония является одним из компонентов комплексных систем, позволяющих организовать доступ к конкретному абоненту в случае многоканальной связи.

Все виды слаботоочных систем периодически проходят сервисное обслуживание или модернизацию. Данная мера поможет поддерживать рабочее состояние сети без перебоев и отключений.

Учитывая тот факт, что слаботоочные сети являются сложной системой, их монтаж и обслуживание должны проводиться исключительно квалифицированными специалистами в данной сфере, которые имеют профессиональные навыки и специальное оборудование.

Список литературы к разделу 6

1 **Невзорова, А. Б.** Электротехника : учеб. пособие / А. Б. Невзорова, В. А. Пацкевич, С. Л. Курилин. – Гомель : БелГУТ, 2014. – 164 с.

2 Разработка и согласование проектов электроснабжения [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://jelektrik.by/proekt-elektrosnabzheniya>. – Дата доступа : 25.05.2015.

3 Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий СП 31-110–2003. – Введ. 01.01.2003. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2003. – 50 с.

4 Естественное и искусственное освещение/ Строительные нормы проектирования : ТКП 45-2.04-153–2009. – Введ. 01.01.2010. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2010. – 110 с.

5 Системы электрооборудования жилых и общественных зданий. Строительные нормы проектирования : ТКП 45-4.04-326–2018. – Введ. 01.01.2018. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2018. – 42 с.

6 Электропроводка современной квартиры от А до Я [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://elektrik-sam.info/elektroprpvodka-sovremennoy-kvartiry-ot-a-do-ya/>. – Дата доступа : 25.05.2015.

7 **Лобачев, А. В.** Принцип действия и технология установки систем антиобледенения кровель [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://1metallocherepica.ru/ustrojstvo-kryshi-obogrev-krovli-i-vodostokov.html>. – Дата доступа : 25.05.2016.

8 **Табунщиков, Ю. Ф.** Инженерное оборудование зданий и сооружений / Ю. Ф. Табунщиков. – М. : Высшая школа, 1989. – 235 с.

7 ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ИНЖЕНЕРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

7.1 Газоснабжение

Система газоснабжения – это инженерная система повышенной взрыво- и пожароопасности, обеспечивающая энергетическое снабжения здания. Проектируется специализированными предприятиями, имеющими соответствующие лицензии и разрешения. Газоснабжение в жилых строениях разрешается для зданий высотой до 10 этажей. Технические условия проектирования газовых сетей определяются специальной нормативной литературой (СНиП, НГБ).

Использование природного газа требует особой внимательности и осторожности, по причине возможных утечек в местах присоединения арматуры и через неплотности в соединениях газопровода.

Важно знать, что наличие в воздушной среде помещения более 20 % газа приводит к удушью, а при его скоплении в закрытом объеме от 5 до 15 % может вызвать взрыв газозвушной смеси. Неполное сгорание несет за собой образование токсичного угарного газа CO, который даже при небольших концентрациях приводит к отравлению.

Система газоснабжения города природным газом включает в себя газовый промысел, магистральный газопровод (МГ), компрессорные станции (КС), газораспределительные станции (ГРС) и газопроводы города: высокого (ГВД), среднего (ГСД) и низкого (ГНД) давления, а также газораспределительные пункты [1].

Газопровод – инженерное сооружение, предназначенное для доставки природного газа с помощью трубопровода. *Магистральные газопроводы* предназначены для транспортировки газа на большие расстояния. Через определённые интервалы на магистрали установлены *газокомпрессорные станции*, поддерживающие давление в трубопроводе. В конечном пункте магистрального газопровода расположены *газораспределительные станции*, на которых давление понижается до уровня, необходимого для снабжения потребителей.

Газопроводы распределительных сетей предназначены для доставки газа от газораспределительных станций к конечному потребителю. Газ

по газовым сетям подаётся под определённым избыточным давлением, в зависимости от которого различают:

- газовые сети низкого давления, p до 0,05 МПа;
- среднего давления, $0,05 \text{ МПа} < p < 0,3 \text{ МПа}$;
- высокого давления, $0,3 < p < 0,6 \text{ МПа}$;
- сверхвысокого $0,6 < p < 1,2 \text{ МПа}$.

Газопроводы *низкого давления* используются для газоснабжения жилых домов, общественных зданий и мелких коммунально-бытовых предприятий.

Газопроводы *среднего* и *высокого* давления служат для питания: средних промышленных предприятий, коммунально-бытовых предприятий (бани, механические прачечные, хлебозаводы и др.).

Газопроводы *сверхвысокого давления* снабжают газом в основном ТЭЦ, ГРЭС, крупные промышленные предприятия.

Классификация газопроводов, входящих в систему газоснабжения:

Распределительные – наружные газопроводы, которые начинают свое расположение от населенных пунктов ГРП, обеспечивающих газоснабжение до вводов. Ввод – это участок газопровода, проходящий от места присоединения к распределительному газопроводу до здания, включая отключающее устройство на вводе в здание, или до вводного газопровода.

Газопроводом-вводом следует считать газопровод от места присоединения к распределительному газопроводу до отключающего устройства на вводе. Вводы бывают уличные, внутриквартальные, дворовые, междеховые и др.

Межпоселковые – распределительные газопроводы, прокладываемые вне территории населенных пунктов.

При проектировании газоснабжения городов и населенных пунктов используют следующие системы подачи потребителям газа по газопроводам:

- одноступенчатая (одного давления);
- двухступенчатая (двух давлений);
- трехступенчатая (трех давлений) (рисунок 7.1).

Связь между газопроводами, имеющими разное давление и входящими в систему газоснабжения, устанавливается через ГРП и газорегуляторные установки (ГРУ).

Городское газовое хозяйство начинается с кольца высокого давления 1,2 МПа, которое питается от нескольких контрольно-регуляторных пунктов. Затем через газорегуляторные пункты газ последовательно поступает в газопроводы с более низким давлением, и, наконец, от сети низкого давления – в жилые дома, общественные здания и коммунальные бытовые предприятия. ГРС устанавливаются на конечном участке магистрального газопровода на входе в город. После ГРС давление газа может снижаться до величины, необходимой городу.

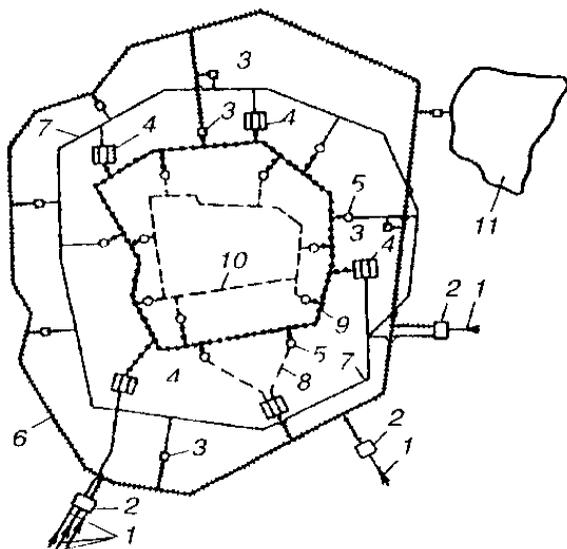


Рисунок 7.1 – Принципиальная схема газоснабжения большого города: 1 – магистральные газопроводы; 2 – ГРС; 3 – КРП; 4 – газопроводы низкого давления 0,12 МПа; 5 – ГРП; 6 – кольцо газопроводов высокого давления (2 МПа); 7 – кольцо газопроводов высокого давления (1,2 МПа); 8 – газопроводы высокого давления 0,6 МПа; 9 – кольцо газопроводов среднего давления 0,3 МПа; 10 – перемычка; 11 – подземное хранилище газа

Газопроводы могут прокладываться *надземным* и *подземным* способами. Для выключения отдельных участков газопровода или отключения потребителей устанавливается запорная арматура, размещаемая в колодцах.

Внутренние газопроводы прокладываются внутри здания от вводного газопровода или ввода до места подключения прибора.

Максимальное давление газа в газопроводах, прокладываемых внутри зданий, используется:

- для производственных зданий промышленных предприятий и для отдельно стоящих котельных – 0,6 МПа;
- предприятий бытового обслуживания производственного характера – 0,3 МПа;
- предприятий бытового обслуживания непромышленного характера и общественных зданий – 5000 Па;
- жилых зданий – 3000 Па.

Основными элементами системы газоснабжения дома являются ответвления от городских (уличных) газопроводов, дворовые газопроводы, вводы, стояки, квартирные газопроводы.

Ответвления служат для подачи газа из уличного газопровода к дому. Газовые стояки служат для подачи газа в квартирные разводки. Прокладка стояков в жилых домах производится в кухнях, и проходит через все этажи вертикально. Выполняются из стальных труб на сварке.

Квартирная разводка служит для подачи газа от стояков к газовым приборам. Все разводящие линии прокладывают с уклоном не менее 0,001 к стояку и приборам. Перед каждым газовым прибором на опуске должен

быть установлен кран. При открытой прокладке должны соблюдаться определенные расстояния от строительных конструкций.

Газопроводы не должны пересекать оконные и дверные проемы. В жилых зданиях газопроводы крепят к стенам с помощью крюков, вбитых в стену.

Бытовое газовое оборудование. Устройства, использующие тепловую энергию от сжигания газа для получения горячей воды для хозяйственных нужд и отопления помещений, называют газовыми приборами, которые подразделяют на устройства:

- для приготовления пищи – многорелочные напольные, настольные, туристические;

- нагрева воды – проточные и емкостные водонагреватели;

- отопительные приборы с использованием воздуха или воды в качестве теплоносителя.

Для приготовления пищи используются *газовые плиты*, основным элементом которой является газовая горелка – устройство, в котором происходит смешивание воздуха и горючего газа. Горелки оборудованы поворотными регуляторами подачи газа, с помощью которых задается необходимая интенсивность нагрева. Ручки-регуляторы выведены на переднюю или верхнюю панель плиты. Количество конфорок может варьироваться от двух (настольные и переносные плиты) до шести.

Варочные панели различаются не только по числу горелок, но и по вырабатываемой каждой горелкой мощности. Большинство имеет мощность 1,5–2 кВт; существуют также горелки пониженной (порядка 1 кВт) и повышенной (свыше 3 кВт) мощности.

Многие производители не ограничиваются конфорками мощностью 1–3,5 кВт. Сравнительно недавно в мире газовых плит появились двух- и трехконтурные конфорки. В них можно получать два или три контура пламени, расположенных один внутри другого. Благодаря этому производится более интенсивный нагрев по всей площади конфорки. Управление всеми контурами осуществляется с помощью одной ручки. Многоконтурные конфорки отличаются очень широким диапазоном вырабатываемой мощности.

Так же в газовых плитах устанавливают системы электроподжига (электрозажигания) и газ-контроля.

Газ-контролем называется специальная термоэлектрическая система, которая блокирует подачу газа, если огонь случайно погаснет или газ изначально не подожгли (не сработал электроподжиг).

Помимо числа конфорок и их мощности, газовые плиты различаются по своим габаритным размерам, конструкции духовки (электрическая или газовая) и материалу, из которого изготовлена варочная панель.

Горячее водоснабжение для хозяйственных целей осуществляется *газовыми водонагревателями* (быстродействующими и емкостными). В последнее время чаще всего используют комбинированные нагреватели, поскольку они обеспечивают и отопление дома, и подачу горячей воды.

Наиболее популярным прибором подобного типа является АГВ (автоматический газовый нагреватель).

По принципу устройства все комбинированные системы можно отнести к ёмкостным, или накопительным: нагретая вода для системы отопления находится в расширительном баке, где проходит также теплообменник системы ГВС (горячего водоснабжения).

Комбинированные устройства имеют сложную инженерную конструкцию с несколькими степенями защиты. Для них обязательно присоединение к вентиляционному отверстию или дымоходу, через который выводятся продукты сгорания.

Газовое отопление – это вид отопления, при котором топливом служат горючие газы, сжигаемые в отопительных приборах (излучателях, каминах и др.), установленных в помещениях.

Основное предназначение газового отопления – *обогрев помещений теплым воздухом*. Целесообразность широкого использования газа для отопления промышленных и коммунально-бытовых предприятий, а также в котельных централизованного теплоснабжения, особенно в крупных городах, в значительной мере определяется тем, что продукты его сгорания почти не загрязняют воздушный бассейн города, подача газа к потребителям происходит по трубопроводам и не загружает транспорт.

Газовое отопление имеет *два основных недостатка* – взрывоопасность газоздушных смесей и токсичность самого газа (особенно продуктов его сгорания), в связи с чем необходимо предусматривать систему безопасности, а также предъявлять повышенные требования при эксплуатации установок газового отопления. Внедрение автоматики и дистанционного управления при сжигании газа создаёт благоприятные условия для безопасности его применения. Котельные, работающие на газовом топливе, могут располагаться в верхнем этаже отапливаемого здания. Газ может использоваться также в комбинированных установках, которые обеспечивают зимой отопление зданий, а летом – их охлаждение.

Газовое отопление включает в себя газопроводы, подводящие газ к отопительным приборам, запорно-регулирующую арматуру и автоматически действующие приборы безопасности пользования газом.

Под термином "газовое отопление" понимают системы, работающие на газе:

- с комнатными печами;
- газовыми нагревателями;
- газовыми нетеплоёмкими отопительными приборами;
- газоздушными теплообменниками;
- газоздушными излучателями;
- газовыми горелками инфракрасного излучения.

Газовые печи наиболее экономичны среди других видов печей (их КПД примерно в 1,3 раза выше КПД печей на твердом топливе), работа их может быть полностью автоматизирована. В печах имеется горелочное устройство, главные элементы которого – основная и запальная горелки и автоматика безопасности. Основная горелка – эжекционная, первичный воздух (50 % необходимого для полного сжигания) проходит в горелку, остальная часть воздуха подмешивается к пламени непосредственно в топке. Автоматика безопасности предназначена для прекращения подачи газа на основную и запальные горелки в следующих случаях: при отсутствии тяги в дымоходе печи, погасании пламени на запальной горелке, падении давления газа перед горелкой ниже допустимого предела.

Газовые водонагреватели служат источником теплоты в квартирной системе отопления и представляют собой напольный или подвесной шкаф из листовой стали. В конструкцию входят теплообменник в виде сварного штампованного радиатора, размещенного горизонтально и имеющего со стороны задней стенки аппарата трубы для входа и выхода воды, горелочные устройства с эжекционной горелкой, блоки автоматики.

Газовые нетеплоемкие отопительные приборы используют для обогрева жилых помещений в южных районах – камины радиационного и конвективного действия. *Камин радиационного действия* состоит из горелки инфракрасного излучения с керамической насадкой теплообменника, через который проходят продукты сгорания, отходящие от горелки и нагревающий воздух, дымоотводящего патрубка, в котором установлен регулятор тяги, и блока автоматики безопасности, отключающего подачу газа в горелку при погасании пламени. Камин конвективного действия устанавливается у наружной стены помещения и состоит из трех отсеков: собственно, камеры сгорания, камеры уходящих газов и воздушного канала.

В системах воздушного отопления воздух может нагреваться в *газовоздушных теплообменниках*, когда теплота сгорания газа частично или полностью передается холодному воздуху. Смесительные газоздушные теплообменники применяют для совместного отопления и вентиляции производственных помещений, когда вентиляционная тепловая нагрузка превышает отопительную, что характерно для большинства промышленных зданий. Все нагреватели оснащены автоматикой регулирования температуры смеси, а также автоматикой безопасности.

В системах *газовоздушного отопления с излучателями* функцию отопительных приборов выполняют теплоизлучающие трубы, проложенные в верхней зоне (не ниже 5 м от поверхности пола) помещения. Внутри замкнутого контура теплоизлучающих труб циркулирует смесь нагретого воздуха с продуктами сгорания. Теплоотдача с поверхности труб в помещении происходит преимущественно излучением (58 %).

7.2 Солнцезащита

Солнцезащита зданий – это система инженерных мероприятий, обеспечивающих предупреждение сверхнормативной инсоляции, перегрева стеновых конструкций. В качестве солнцезащиты рассматриваются различные мероприятия: рациональная ориентация фасадов по сторонам горизонта, рациональная планировка помещений зданий (устройство лоджий, козырьков на фасадах, ориентированных на солнечные румбы горизонта и пр.), посадка зеленых насаждений у световых проемов первых этажей зданий, установка солнцезащитных устройств и др.

При проектировании солнцезащитных устройств следует учитывать основные требования к их влиянию на микроклимат помещений и энергосбережение: снижение теплопоступлений в помещения в теплый период года (пассивное охлаждение); снижение теплопотерь и дополнительные теплопоступления в помещения в холодный период года (пассивный солнечный обогрев); повышение зрительного комфорта (устранение слепящей яркости) и обеспечение визуального контакта с внешней средой в течение всего года.

Мероприятия по солнцезащите зданий не должны приводить к нарушению требований по инсоляции и естественному освещению помещений в соответствии с ТКП 45-2.04-153–2009.

Солнцезащитные устройства (СЗУ) следует классифицировать в соответствии с ГОСТ 33125 по следующим показателям: месту установки и положению относительно светопрозрачной конструкции; типу солнцезащитного устройства и конструкции затеняющих элементов; способу управления и методу регулирования; ориентации затеняющих элементов; материалу изготовления затеняющих элементов; уровню солнцезащиты. Пример одного из видов СЗУ приведен на рисунке 7.2.

По *месту установки и положению относительно светопрозрачной конструкции* СЗУ различают: наружные; межстекольные; межстекольные СЗУ с вентилированием межстекольного пространства для установки в двойных фасадах; внутренние и др.

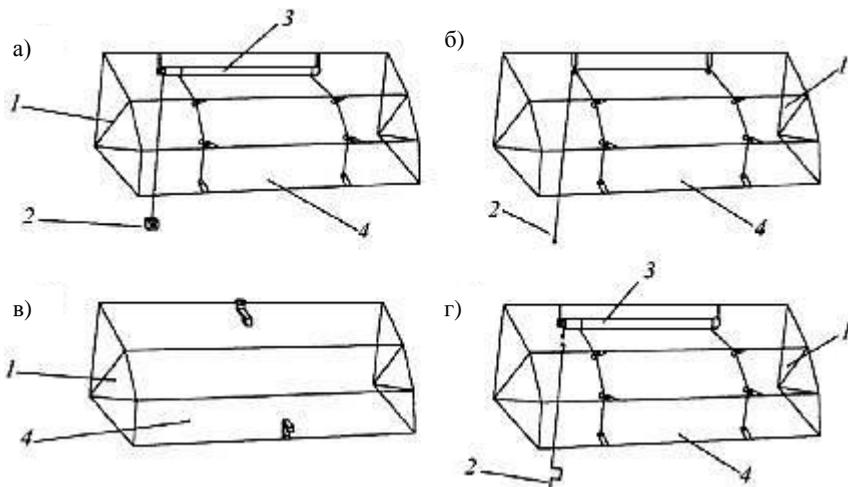
По *типу солнцезащитного устройства и конструкции затеняющих элементов* различают: сплошные; с использованием ламелей.

По *способу управления* различают следующие основные типы СЗУ: стационарные, нерегулируемые, включая солнцезащитные и мультифункциональные стекла и стекла с установленными на них солнцезащитными пленками; регулируемые.

По *методу регулирования* СЗУ могут быть: активно регулируемые; циклически регулируемые; адаптивно регулируемые; пассивно-адаптивные; активно-адаптивные.

По *положению направляющих затеняющих элементов* следует различать СЗУ: горизонтальные; вертикальные; общего; комбинированные.

При проектировании СЗУ зданий следует учитывать четыре основные группы требований, направленные на обеспечение: теплового комфорта; визуального комфорта в помещениях; устойчивости солнцезащитных устройств (ветровые и снеговые нагрузки); эксплуатационные требования (атмосферостойкость, коррозионная стойкость и др.).



д)

е)

ж)



Рисунок 7.2 – Различные варианты СЗУ в виде маркиз:

- а* – с электрическим управлением; *б* – с управлением шнуром (лентой);
- в* – стационарные; *г* – с управлением штангой; *д* – пергольная; *е* – вертикальная;
- ж* – кассетная; *1* – пространственная силовая конструкция; *2* – элементы управления;
- 3* – механизм управления; *4* – тентовое покрытие

7.3 Лифт как часть инженерного оборудования зданий

Лифт – это стационарная подъемная машина периодического действия, предназначенная для подъема и спуска людей и (или) грузов в кабине, движущейся по жестким прямолинейным направляющим, у которых угол наклона к вертикали не более 15 градусов. Лифт является неотъемлемой частью инженерного оборудования жилых, административных зданий и сооружений.

В Республике Беларусь известным производителем вертикального транспорта (лифтов) является Могилевлифтмаш (рисунок 7.3).

Он выпускает широкую линейку комфортных и безопасных лифтов грузоподъемностью 225, 400, 630 и 1000 кг. Энергосберегающие лифты Могилевлифтмаш ЛП-0463БЭ и ЛП-0401БЭ позволяют экономить до 50 % расходов на монтаже и эксплуатации лифта. В энергосберегающих моделях используются эффективные технологии, позволяющие увеличить ресурс двигателя и лебедки, в то же время обеспечивая плавность и комфорт поездки.

Роль лифта непрерывно возрастает в связи с объективной тенденцией повышения этажности строительства. Массовая перевозка людей всех возрастных категорий предъявляет повышенное требование к надежности и безопасности работы лифтов. В нашей стране **промышленный надзор за безопасностью работы лифтового оборудования** осуществляет Департамент по надзору за безопасным ведением работ в промышленности Министерства по чрезвычайным ситуациям (Госпромнадзор). Госпромнадзор разработал *Правила по обеспечению промышленной безопасности при эксплуатации лифтов* и строительных грузопассажирских подъёмников, которые регламентируют деятельность проектных, монтажных и эксплуатирующих организаций.

В настоящее время отмечается непрерывный рост парка лифтов при устойчивой тенденции поиска новых конструктивных решений, отражающих требования рынка и научно-технические достижения в различных отраслях промышленности.

Можно отметить следующие **основные направления развития лифтостроения**: применение новых конструкционных и отделочных материалов, включая композиционные; совершенствование конструкции и дизайна кабин и оборудования посадочных площадок с учетом фактора вандализма; совершенствование конструкции всех систем оборудования лифта с целью снижения уровня шума и вибрации в здании башенного типа; расширение сферы применения наружной установки лифтов в углублении наружных стен жилых и административных зданий башенного типа; повышение надежности устройств, обеспечивающих безопасное применение лифтов; расширение практики модернизации действующего лифтового оборудования; совершенствование методов проектирования лифтов на основе

широкого применения САПР; повышение эффективности и качества монтажа лифтового оборудования на основе совершенствования технологии и механизации трудоемких процессов и др.

Существует большое разнообразие лифтов, различающихся по назначению и конструктивным особенностям.

а)



б)



Рисунок 7.3 – Лифты Могилевлифтмаш:

а – панорамные; б – пассажирские (<http://tedol.by/liftyi-i-eskalatoryi.html>)

Лифты классифицируются:

– по *назначению* – пассажирские обычные, пассажирские скоростные, грузопассажирские, грузовые, больничные и др. Отдельную группу составляют лифты, предназначенные для транспортировки пожарных подразделений и эвакуации маломобильных групп населения при пожаре;

– по *грузоподъемности* – 320, 350, 500, 1000 и 2000 кг;

– по *расположению противовеса* по отношению к кабине – сзади или сбоку;

– по *габаритным размерам кабины* – от 980×1200×2100 до 2000×3000×2200 мм, в зависимости от назначения лифта и его грузоподъемности.

Отдельные группы образуют *малые грузовые подъемники*, имеющие грузоподъемность до 100 кг, предназначенные для магазинов, предприятий общественного питания и *подъемники для маломобильных категорий населения*, предназначенные для оказания помощи инвалидам при подъеме и спуске по лестницам.

Выбор лифтов и их размещение в зданиях производится с учетом его функционального назначения и уровня комфортабельности.

Лифты устраиваются в жилых зданиях с отметкой пола верхнего жилого этажа, превышающей уровень отметки пола первого этажа на 11,2 м. Обязательными элементами лифта являются кабина и транспортирующий ее механизм (<https://lektsii.org/9-17993.html>).

В лифтах традиционной конструкции *кабина перемещается в вертикальной лифтовой шахте по направляющим*. Лифтовые шахты выполняют преимущественно из железобетона, их размеры зависят от типа используемого лифта. При расположении нескольких лифтов в одной шахте она должна быть разделена по всей высоте перегородкой или сетчатым ограждением.

Привод кабины в движение осуществляется посредством *стальных канатов, лебедки, редуктора и электродвигателя*. Шкаф электронного управления лифтом размещается в помещении *машинного отделения*, которое находится, как правило, над шахтой лифта на верхнем уровне здания.

Для снижения тягового усилия, необходимого для подъема кабины с пассажирами, применяют *противовесы*, уравнивающие кабину и снижающие, тем самым, силу, необходимую для подъема кабины.

Управление лифтом осуществляется электронными системами управления. Обеспечение безопасности при пользовании лифтом достигается применением *ограничителей скорости движения кабины*, которые при спуске кабины ее останавливают (ловители) или замедляют движение (замедлители). Поэтому в нижней части лифтовой шахты устраивается приямок глубиной не менее 1300 мм.

7.4 Дымоудаление

Система дымоудаления – это инженерная система, проектируемая в виде вертикальных шахт с принудительным вентилированием в зданиях повышенной этажности и в ответственных зданиях с массовым пребыванием людей. Система срабатывает автоматически от общей системы пожарной сигнализации при возникновении очагов возгорания в помещениях и обеспечивает удаление дыма и газов из лестничных клеток, миртовых шахт (рисунки 7.4).

Безопасность в строительстве становится все более и более важной: все чаще пожары в зданиях и сооружениях становятся причиной гибели людей. При этом чаще всего акцент в проектировании комплексных систем пожарной безопасности приходится на дымоудаление и дымозащиту, т.к. большая часть людей задыхается в дыму.

Системы приточно-вытяжной противодымной вентиляции зданий являются одним из важнейших путей блокирования и ограничения распространения продуктов горения в помещения зон безопасности, по путям эвакуации людей и путям следования пожарных подразделений при выполнении работ по спасению людей, обнаружению и локализации очага пожара в здании.

ТКП 45-2.02-317–2018 «Пожарная автоматика зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования» и основные технические нормативные правовые акты (ТНПА) регламентируют требования:

- по проектированию противодымной защиты (ПДЗ) в зданиях и сооружениях;
- устройству систем дымоудаления из коридоров, устройству систем дымоудаления и подпора воздуха в местах общего пользования;
- управлению установками пожаротушения (УП), системами дымоудаления и оповещения о пожаре;
- построению автоматизированных систем управления пожарной автоматикой объекта: объединение систем пожарной сигнализации, противодымной защиты, оповещения о пожаре и УП.

При реализации архитектурных идей будущий архитектор должен обладать знаниями по организации дымоудаления из помещений зданий различного функционального назначения и об особенностях устройства систем дымоудаления с естественным и искусственным побуждением тяги (через окна, фрамуги, фонари), с тем чтобы проект был и безопасным в форс-мажорных обстоятельствах.

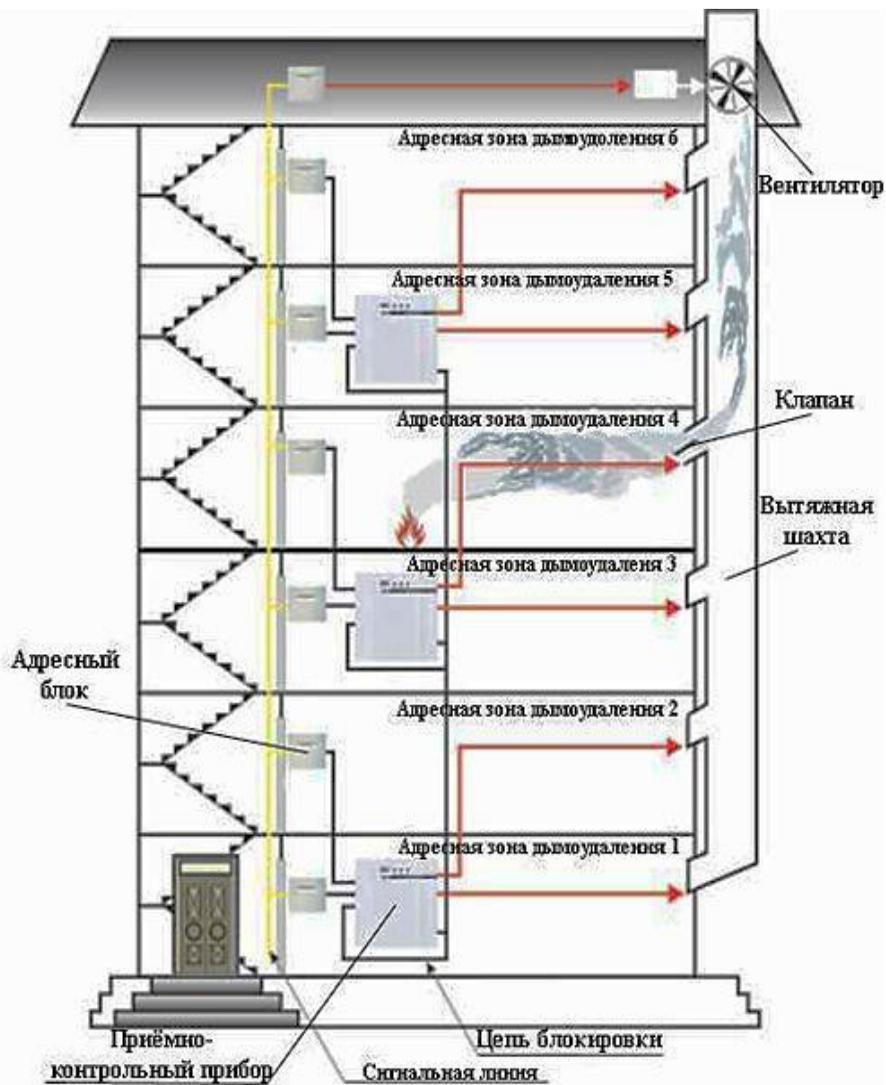


Рисунок 7.4 – Пример устройства системы дымоудаления здания

7.6 Системы пожаротушения зданий

В современных системах автоматической пожарной защиты здания используются все самые передовые технологии пожаротушения, а также новейшие аппаратно-программные средства пожарной сигнализации, оповещения людей о пожаре и управления инженерными системами пожарной автоматики (НПБ 15–2007).

Автоматические установки пожаротушения (АУП) и установка пожарной сигнализации (УПС) – совокупность стационарно установленных на объекте и автоматически действующих средств обнаружения и (или) тушения пожара, выполнения тех или иных функций в целях защиты людей и материальных ценностей от опасных факторов пожара до прибытия подразделений пожарной охраны (рисунок 7.5).

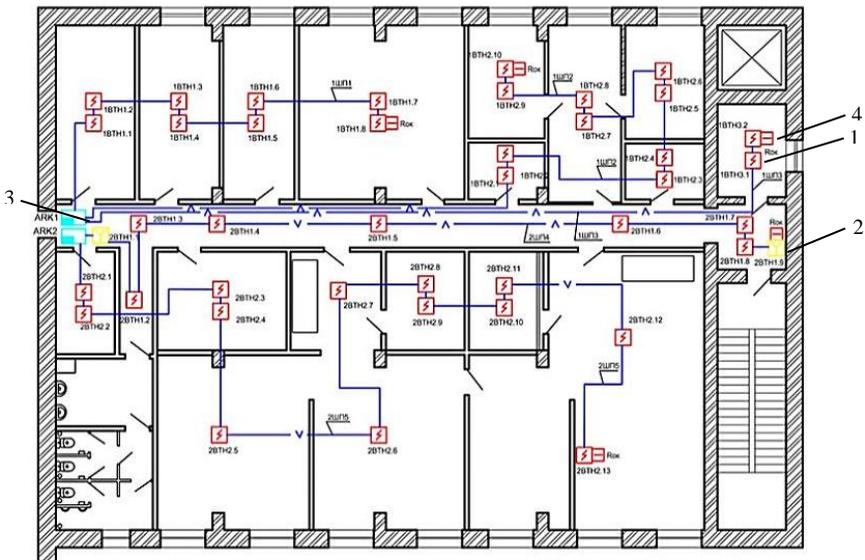


Рисунок 7.5 – План размещения устройств пожарной сигнализации:

1 – дымовой пожарный извещатель; 2 – извещатель пожарный ручной;

3 – прибор приемно-контрольный; 4 – оконечное устройство

(<http://doorplex.tumblr.com/page/3>)

УПС предназначены для автоматического обнаружения пожара (посредством автоматических пожарных извещателей), представления необходимой информации о нем; отключения технологического оборудования,

лифтов, вентиляции общего назначения; включения систем противодымной защиты; оповещения о пожаре и управления эвакуацией.

АУП обеспечивает подачу огнетушащих веществ в зону горения, получив командный импульс от УПС, сработавший из-за превышения пороговых значений в пределах защищаемого объема.

Системы автоматического пожаротушения подразделяют:

– по *виду огнетушащего вещества*: газовые; водяные (системы тонкодисперсной воды, спринклерные и дренчерные системы); пенные; порошковые; аэрозольные; комбинированные;

– *способу тушения*: поверхностного; объемного и локального;

– *конструктивному решению*: агрегатные (основные компоненты АУП поставляются в виде готовых к монтажу сборочных единиц); модульные (АУП состоит из емкости с зарядом огнетушащего вещества и пусковым устройством без трубопровода);

– *способу пуска*: с автоматическим и с основным автоматическим и дублирующим ручным пуском. (Системы пожаротушения. <http://basb.ru/sistemy-pozharotusheniya>).

Рассмотрим **водяные системы автоматического пожаротушения (ВСАП)**, которые используются для борьбы с пожарами поверхностным методом. Основным достоинством ВСАП является то, что они безопасны для людей, оказавшихся на территории возгорания во время срабатывания пожарных извещателей. По сравнению с остальными системами пожаротушения (порошкового, аэрозольного или газового), ВСАП является максимально безопасной, безотказной и наименее затратной с точки зрения используемого огнетушащего вещества (ТКП 45-2.02-139–2010).

Однако нельзя не признать, что стандартно применяемые ВСАП (дренчерные или спринклерные) имеют некоторые недостатки:

- значительное потребление воды на тушение единицы площади;
- вероятность получения ущерба из-за затопления водой;
- необходимость дополнительных расходов при строительстве (насосные станции, резервуары для запаса воды и т. д.);
- потребность в электроснабжении большой мощности;
- трудоёмкость и высокая стоимость техобслуживания систем водяного пожаротушения.

По использованию технических средств подачи воды к очагу пожара противопожарные водопроводы подразделяются:

- на простые (оборудованы пожарными кранами ручного действия);
- автоматические (спринклерные);
- полуавтоматические (дренчерные, водяные завесы).

Простые противопожарные водопроводы. Необходимость устройства в зданиях внутреннего противопожарного водопровода, а также минимальные расходы воды на пожаротушение регламентируются ТКП 45-2.02-316–2018.

Противопожарный водопровод в зданиях, имеющих системы хозяйственно-питьевого или производственного водопровода, как правило, объединяют с одной из них (рисунок 7.6).

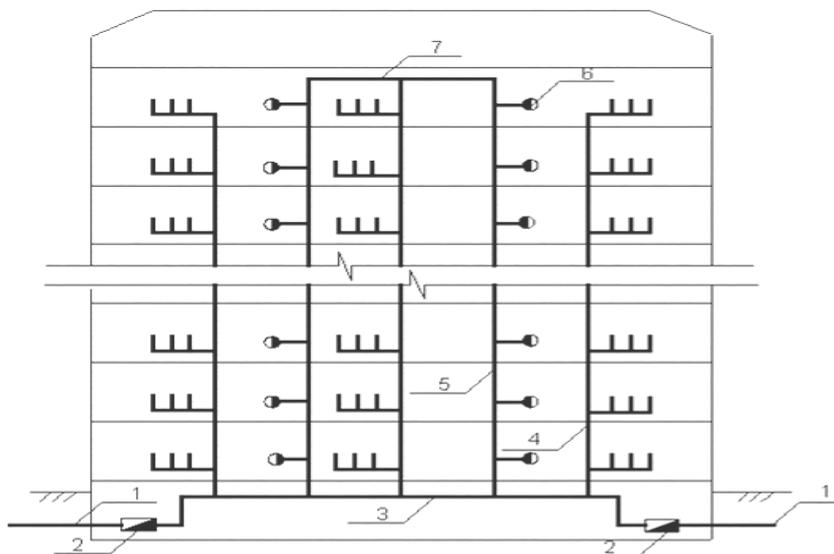


Рисунок 7.6 – Схема объединенной хозяйственно-противопожарной системы водоснабжения здания с двумя вводами:

- 1 – вводы; 2 – водомерные узлы; 3 – объединенная магистраль; 4 – водоразборный стояк;
 - 5 – пожарный стояк; 6 – пожарный кран; 7 – кольцевая перемычка
- (http://edu.dvgups.ru/METDOC/ITS/GIDRA/STOZ/METHOD/SAN_OBOR/Putko_4.htm)

Тушение пожара предусматривается от пожарных кранов, размещаемых на специальных пожарных стояках. Внутренние пожарные краны устанавливаются преимущественно у входов, на площадках лестничных клеток, в вестибюлях, коридорах, проходах и других наиболее доступных местах на высоте 1,35 м от пола и размещаются в шкафчиках, приспособленных для опломбирования и визуального осмотра без вскрытия. Каждый пожарный кран снабжается пожарным рукавом одинакового с ним диаметра длиной 10, 15 или 20 м и пожарным стволом (брандспойтом). Пожарные стояки присоединяются к объединенной магистрали. При объединении с хозяйственно-

питьевым водопроводом они выполняются из стальных оцинкованных или пластмассовых труб.

В зданиях высотой шесть этажей и более при объединенной системе хозяйственно-противопожарного водопровода пожарные стояки закольцовываются поверху. При этом для обеспечения сменности воды необходимо предусматривать кольцевание противопожарных стояков с одним или несколькими водоразборными стояками с установкой запорной арматуры.

При числе пожарных кранов в здании до 12 предусматривается тупиковая схема водоснабжения с одним вводом. При большем числе пожарных кранов схема должна быть кольцевой или иметь закольцованные вводы. В таких зданиях предусматриваются два и более ввода, присоединенных, как правило, к различным участкам наружной водопроводной сети.

Насосные установки, подающие воду на противопожарные нужды, располагают, как правило, в помещениях котельных, тепловых пунктов, бойлерных, но допускается располагать их и в подвалах жилых зданий, непосредственно под жилыми квартирами.

Для подачи воды на начальной стадии пожаротушения в системе водоснабжения с пожарным насосом предусматривается неприкосновенный противопожарный запас воды в водонапорном или гидропневматическом баке из расчета 10-минутной продолжительности тушения пожара из внутренних пожарных кранов при одновременном наибольшем расходе воды на производственные и хозяйственно-питьевые нужды. При гарантированном автоматическом включении пожарных насосов противопожарный запас допускается не предусматривать.

При проектировании противопожарного водопровода на первом этапе производится размещение пожарных кранов на плане здания, обеспечивающее подачу необходимого количества струй в любую точку здания. В настоящее время для зданий общественного назначения создают спринклерные и дренчерные системы как разновидности водяной противопожарной системы.

Спринклерные системы предназначены для автоматического тушения пожара водой (при автоматическом включении пожарных насосов) без участия человека и с одновременной подачей сигнала пожарной тревоги. Они бывают воздушными, водяными и смешанными.

В *воздушных установках* вода поступает в трубопровод только после срабатывания контрольно-сигнального клапана. Их можно использовать в неотапливаемых помещениях. Трубопроводы изначально заполнены сжатым воздухом, поэтому только после его выхода начинается тушение огня водой.

В *водяных установках* трубопроводы полностью заполнены жидкостью. Поэтому используются такие системы только в отапливаемых помещениях.

Спринклерная система водяного пожаротушения (рисунок 7.7) – это си-

стема трубопроводов, постоянно заполненная огнетушащим составом, снабженная специальными насадками, спринклерами, легкоплавкая насадка которых, вскрываясь при начальной стадии возгорания, обеспечивает подачу огнетушащего состава на очаг возгорания.

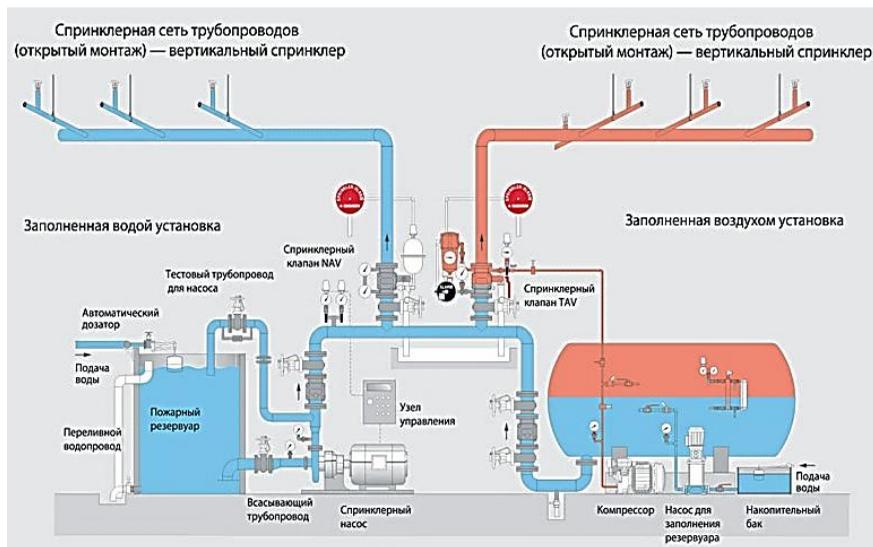


Рисунок 7.7 – Схема спринклерной системы пожаротушения
http://security-info.com.ua/articles/?ELEMENT_ID=1766

Для помещений, которые не имеют отопления, применяются *смешанные системы*. В таких установках трубопроводы летом заполнены водой, а зимой в них находится сжатый воздух, так как жидкость при низких температурах замерзает.

Конструктивно установки пожаротушения представляют собой смонтированную под перекрытиями помещений сеть труб со спринклерами, вскрывающимися при повышении температуры.

Для подачи воды на начальной стадии пожаротушения устраиваются автоматические водопитатели – водонапорные баки и гидропневматические установки, в которых должен храниться запас воды, необходимый для 10-минутной работы с расходом воды не менее 10 л/с. Площадь пола, защищаемая одним спринклером, не должна превышать: 9 м² – в помещениях с повышенной пожарной опасностью, 12 м² – в остальных помещениях.

Спринклеры изготовляют на различные температуры вскрытия, указываемые на замке, в зависимости от температуры воздуха обслуживаемого

помещения. Для помещений с температурой 18...20 °С температура вскрытия назначается 72 °С. Считается, что при благоприятном расположении спринклера с точки зрения воздействия тепла на замок от возникновения огня до вскрытия проходит 35–40 с. Однако в реальных условиях это время достигает нескольких минут.

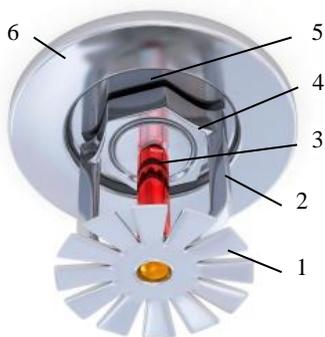


Рисунок 7.8 – Спринклер:

1 – розетка; 2 – кольцо с опорной рамкой;
3 – части замка; 4 – клапан; 5 – диафрагма;
6 – корпус

Спринклеры (рисунок 7.8) могут устанавливаться как розеткой вниз, так и вверх.

Контрольно-сигнальный клапан предназначен для автоматической подачи сигнала о начавшемся пожаре и автоматического включения пожарного насоса.

Дренчерные системы имеют в своем составе головки, которые оснащены отверстиями диаметром 8; 10 и 12,7 мм. Такие элементы применяются не только для тушения пожара, но с их помощью создаются и водяные завесы. Они предназначены для изоляции очагов возгорания. Могут приводиться в действие ручным и автоматическим методами.

Дренчерные системы разделяются на дренчерные установки, защищающие всю площадь помещения, и дренчерные завесы, устраиваемые для предупреждения перехода огня с одной части здания на другую. *Дренчерные установки* применяются в помещениях с высокой пожарной опасностью, где возможно быстрое распространение фронта пожара, при котором срабатывающие с запозданием спринклеры не в состоянии локализовать огонь (на предприятиях взрывчатых веществ, целлюлоида и др.). *Дренчерные завесы* предназначены не для тушения пожара, а для ограничения распространения пожара по всему зданию. Для этого помещение или здание делится водяными завесами на несколько частей, например, в театрах между сценой и зрительным залом.

Пожарные гидранты – это вертикальная и горизонтальная разводки противопожарного водовода в гражданских зданиях с приспособлениями для подключения рукавов, обеспечивающих пожаротушение струей воды с нормативным напором. Для обеспечения нормативного напора воды в пожарном гидранте устраивается аварийная насосная для пожаротушения, включающаяся автоматически от общей системы пожарной сигнализации.

7.7 Система заземления

Система заземления – это инженерная система, обеспечивающая безопасность людей от электростатического напряжения и блуждающих токов, которые способны накапливаться в металлических конструкциях зданий (например, в металлических трубопроводах, металлической арматуре железобетонных конструкций и т. д.).

Для устройства защиты от этого вида поражающих человека факторов монтируется контур заземления, который объединяет металлоконструкции здания и выводит статическое напряжение за пределы здания и заглубляется под землю в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.030–81.

Все существующие системы устройства заземления предназначены для обеспечения надежного и безопасного функционирования электрических приборов и оборудования, подключенных на стороне потребителя, а также исключения случаев поражения электрическим током людей, использующих это оборудование.

Проектные нормативы на электромонтажные работы в жилых строениях (квартиры, дома, дачи, коттеджи и т. п.) предполагают возможность использования различных схем электроснабжения. Одним из отличительных признаков этих схем является система заземления источника электроэнергии (как правило, это понижающий трансформатор, установленный на КТП) и потребителей электроэнергии (бытовая техника, электроинструмент и т. п.). Схема заземления бытового оборудования жилого коттеджа или квартиры представлена на рисунке 7.9).

Технические стандарты дают проектировщикам возможность использования трех базовых систем заземления, имеющих обозначение TN, TT, IT и различных подсистем на их основе. Рассмотрим классификацию базовых систем заземления. В обозначении *первая буква* определяет тип заземления источника электроэнергии:

T – обозначает заземление;

I – указывает на применение изолированных проводов;

Вторая буква обозначает тип состояния заземления:

N – показывает подключение устройства к нейтрали;

T – источник электроэнергии и потребители имеют раздельное заземление;

S – говорит о том, что в заземляющем устройстве объединяются функции защитного и функционального «нулевого» провода;

S – указывает на то, что в заземляющей схеме применяется раздельное применение функционального «нулевого» провода и провода защитного заземления.

PEN-проводник – это совмещенный нулевой рабочий (N) и нулевой защитный (PE) проводники в электроустановках напряжением до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью.

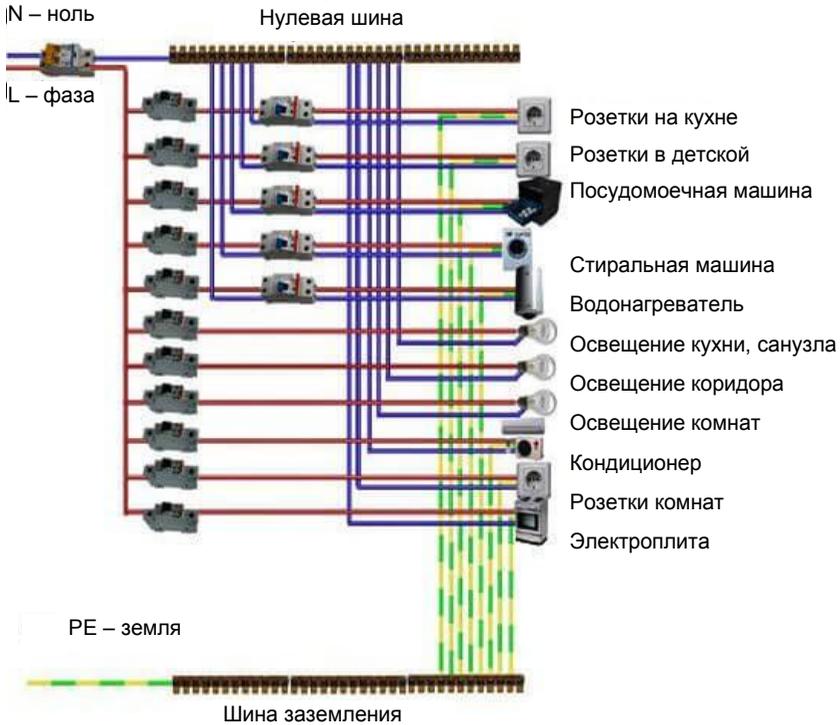


Рисунок 7.9 – Схема заземления бытового оборудования

Система заземления жилых домов должна либо снять опасный потенциал с поверхности предмета, либо обеспечить срабатывание соответствующих защитных устройств с минимальным запаздыванием.

На базе TN системы заземления могут быть созданы подсистемы (<http://www.7u8.ru/sistemy-zazemleniya.php>). Рассмотрим некоторые из них.

1 TN-C. Она использует объединенные в общий провод нулевые проводники (защитный + рабочий), что обеспечивает простую схему, экономию материалов проводки. Недостатками являются: отсутствие PE-проводника; розетки жилого дома остаются без защитного заземления.

В этом варианте вместо заземления, обеспечивающего безопасность касания к корпусу прибора под напряжением, используется защита обнуления – срабатывание автомата при резком увеличении тока в цепи (КЗ). Слабым местом схемы является участок от квартиры до ввода в дом – нарушение целостности цепи (отгорание провода, подключение автомата, предохрани-

теля в разрыв) гарантирует фазу на корпусе, несчастный случай при случайном контакте.

Система заземления этого типа вынуждает дополнительно использовать схемы зануления. Технология энергоснабжения присутствует в большинстве жилищ вторичного фонда, она постепенно заменяется более совершенными схемами.

2 **TN-S**. В этой подсистеме улучшена безопасность зданий, оборудования, пользователей за счет разделения защитного, рабочего проводников по всей длине. Однако это приводит к увеличению бюджета строительства, так как необходима прокладка трех- либо пятижильного кабеля от ТП для одно-, трехфазных сетей соответственно. Защита представленных электрических цепей может осуществляться с помощью плавких предохранителей, автоматических выключателей (АВ), устройств защитного отключения (УЗО), дифференциальных автоматических выключателей. Однако только подсистемы TN-S или TN-C-S могут обеспечить нормальную работу УЗО.

3 **TN-C-S**. Эта подсистема является гибридной, в ней нулевые проводники (защитный + рабочий) объединены на расстоянии от подстанции до ввода в здание, расщепляются внутри него с использованием повторного заземления РЕ-провода, N-провода. Эта система заземления является универсальной – рекомендована при обустройстве новостроек, применяется для модернизации эксплуатируемых TN-C подсистем несложным улучшением подъездных стояков (рисунок 7.10).

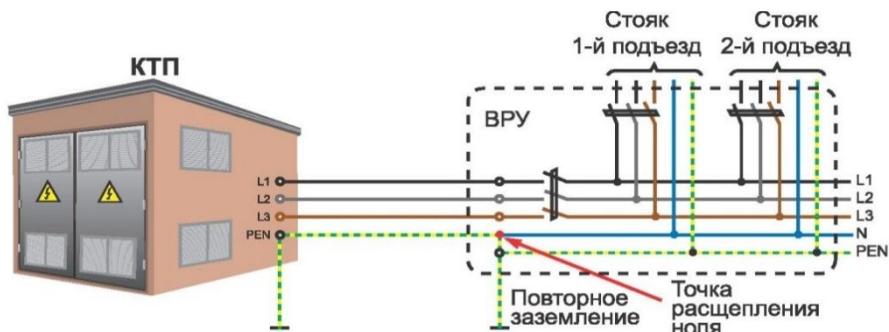


Рисунок 7.10 – Точка расщепления ноля в многоквартирном доме по системе TN-C-S:
(<http://delo-elektrika.ru/electro/zazemlenie-v-mnogoetazhnom-dome.html>)

ТТ-система. Отличительной особенностью схемы защиты открытых токопроводящих частей источника, которую использует система заземления ТТ, является независимая от заземлителя нейтраль. Эта система при техническом обосновании может применяться лишь в случаях невозможности

обеспечения электробезопасности домов, павильонов, мобильных зданий с помощью TN-системы.

IT-система. Система используется в электрических сетях с напряжением 380/220 В. К ней предъявляются высокие требования по обеспечению безопасности и надежности (аварийное электроснабжение медицинских учреждений и т.п.). Такая система обеспечивает необходимые условия работы оборудования за счет того, что ее нулевая точка имеет высокое сопротивление относительно земли или изолирована от нее, поэтому токи утечек на корпус или землю будут низкими. Не рекомендуется для жилого фонда.

На сегодня, согласно действующим положениям ПУЭ, в зданиях жилого фонда выполненные из металлов корпуса электрического оборудования (приборы класса защиты I) должны быть соединены с защитными проводниками, а все штепсельные розетки – быть трёхпроводными. Иными словами, в жилых домах питание электроприемников должно выполняться от сети 380/220 В с системой заземления TN-C-S или TN-S. При реконструкции жилых и общественных зданий, имеющих напряжение сети 220/127 В или 3х220 В, следует предусматривать перевод сети на напряжение 380/220 В с системой заземления TN-S или TN-C-S (п. 7.1.13 ПУЭ).

Необходимо понимать, что все заземляющие системы имеют одно назначение – обеспечить защиту здоровья человека по электрической безопасности, из чего следует надежная работа всего оборудования. В задачу проектировщиков при выборе схем заземляющих устройств входит нахождение компромиссного варианта, при котором возможность появления на токоведущих частях оборудования напряжения становится минимально возможным.

Выбранная система должна защитить человека от напряжения быстрым отключением фазного провода от сети или возможностью снятия напряжения с корпуса оборудования.

7.8 Система молниезащиты

Молния – это электрический разряд, развивающийся между грозовым облаком и землей или каким-либо наземным сооружением по причине возникающей большой разности их электрических потенциалов. Необходимым условием такого разряда является ионизация газа под воздействием электрического поля грозового облака большой напряженности. В воздухе нормальной плотности для этого требуется напряженность электрического поля E порядка 3000 кВ/м. Общая длина канала молнии достигает нескольких километров. Напряжение, возникающее при разряде, по различным оценкам находится в пределах 30–100 МВ.

Особенностью молнии является попадание разряда на самую высокую точку. На селитебной территории поражению от молнии даже при непре-

мом попадания наиболее часто подвержены высокоэтажные или отдельно стоящие здания, что может привести к порче бытовой техники или другим катастрофическим последствиям.

Основной задачей **системы молниезащиты** является «улавливание» всех попадающих в здание молний (ТКП 336–2011). Работу этой системы можно разделить на три основных этапа: *улавливание молнии в месте попадания, токоотвод в грунт и заземление* (рисунок 7.11). При этом очень важно избежать тепловых механических или электрических побочных эффектов, так как это может привести к повреждению конструкции защищаемого объекта и к возникновению опасного для людей контактного или шагового напряжения внутри здания.

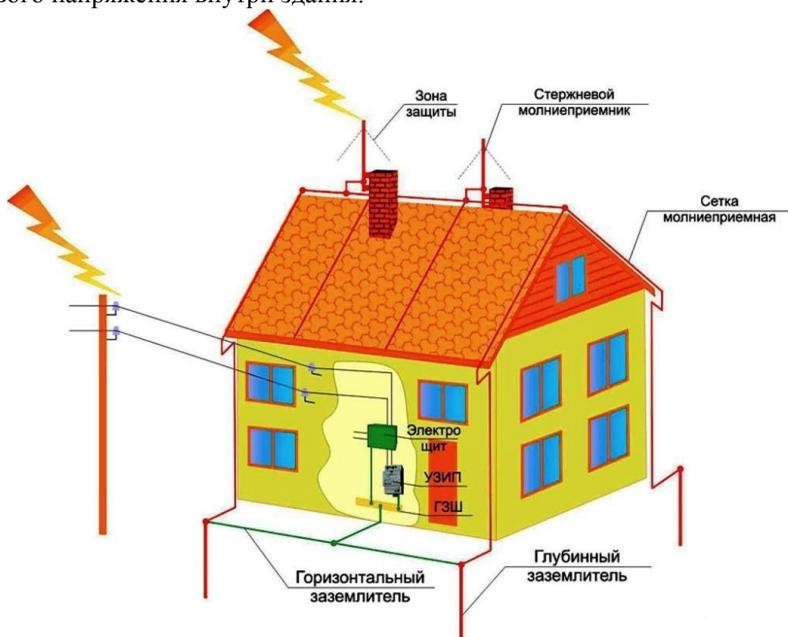


Рисунок 7.11 – Молниезащита зданий и сооружений
(<http://mega-faza.ru/molniezashhita-zdaniy/>)

Процесс проектирования молниезащиты и заземления подразделяется на несколько этапов.

Этап 1. *Исходные данные:* топографическая съемка для установки заземлителей; планы объекта с экспликациями помещений.

Этап 2. *Проектирование систем молниезащиты и заземления.* Разработка проекта системы молниезащиты включает в себя следующие мероприятия: определение категории защиты, необходимой согласно оценке

факторов риска для данного здания; принятие концепции защиты в зависимости от факторов риска и категории защиты; определение метода расчета защиты; выполнение расчетов и разработка отдельных элементов системы защиты коммуникаций; выбор и размещение устройств, ограничивающих перенапряжение; размещение системы молниезащиты на планах, учитывая индивидуальные конструктивные особенности кровли объекта; определение расстояния между токоотводами и их размещение на планах; составление спецификации оборудования и материалов.

Разработка проекта системы заземления включает в себя следующие мероприятия: расчет сопротивления заземления для объекта; определяется глубина закладки и тип заземляющих электродов; размещение системы заземления на планах; составление спецификации оборудования и материалов.

Этап 3. Выдача комплекта проектной документации систем молниезащиты и заземления: пояснительную записку, которая включает в себя исходные данные разработки технической документации; принятые способы молниезащиты объектов, расчеты зон защиты, заземлителей и токоотводов; планы с расположением систем молниезащиты и заземления; рабочие чертежи конструкций молниеотводов, конструктивных элементов защиты от вторичных проявлений молнии; спецификацию оборудования и материалов.

Этап 4. Согласование документации. Проект систем молниезащиты и заземления утверждается во всех согласующих инстанциях (Энергосбыт, ТехНадзор и др). Проектирование систем ведется в соответствии с действующими нормами и правилами.

7.9 О BIM моделировании инженерных систем зданий

Всё большее распространение получает 3D-проектирование инженерных систем. 3D-визуализация упрощает понимание проекта всеми заинтересованными сторонами, а также снижает риск допущения ошибок на этапе монтажа. Однако даже на Западе 85 % инженеров пока предпочитают использовать 2D-программы. Частично этот факт объясняется тем, что стандарты на документацию созданы именно под данный формат. Легальным документом признается традиционный чертеж, а 3D-модель пока имеет статус дополнения к проекту. К тому же не все смежники, партнеры по разработке и поставщики оборудования готовы принимать информацию в виде 3D-моделей.

Информационное моделирование инженерных систем зданий осуществляется на основе изучения современных информационных технологий с целью дальнейшего энергомоделирования и выбора наиболее рационального с точки зрения энергосбережения и природопользования варианта проекта инженерного оснащения здания.

Основа технологии BIM – это процессы, способы совместной работы с информацией об объекте строительства. Процессы регулируют работу с BIM-моделью, которая состоит из интеллектуальных объектов и параметрических взаимосвязей. Для каждого этапа работы над проектом прописывается уровень детализации BIM-модели. Это позволяет принимать управленческие решения, имея всю необходимую информацию и при этом не перегружая модель.

Список литературы к разделу 7

1 Газораспределение и газопотребление. Строительные нормы проектирования. ТКП 45-4.03-267–2012. – Введ. 01.12.2012. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2013. – 126 с.

2 Государственная программа «Комфортное жилье и благоприятная среда» на 2016–2020 годы. : постановление Совета Министров от 21.04.2016 № 326 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://gkx.by/novosti/1002-v-belarusi-kazhdyj-god-budut-menyat-dve-ysyachi-liftov>. – Дата доступа : 25.10.2017.

3 Устройства солнцезащитные. Технические условия : ГОСТ 33125–2014. – М. : Стандартиформ, 2015. – 10 с.

4 Solar Shading: How to integrate solar shading in sustainable buildings // RENVA Guidebook. – 2010. – № 12.

5 Правила устройства и безопасной эксплуатации лифтов : утв. постановлением Мин-ва по чрезвычайным ситуациям Респ. Беларусь 31.07.2006 № 33.

6 Проектирование инженерных систем [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.kp.ru/guide/proektirovanie-inzhenernykh-sistem.html>. – Дата доступа : 25.07.2017.

7 ТКП 45-4.02-273–2012. Противодымная защита зданий и сооружений при пожаре. Системы вентиляции. Строительные нормы и правила проектирования. – Введ. 01.06.2013. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2012. – 78 с.

8 Системы внутреннего и наружного противопожарного водоснабжения. Правила проектирования и устройства : ТКП 45-2.02-139–2010. – Введ. 11.01.2011. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2010. – 52 с.

9 Системы заземления [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.7u8.ru/>. – Режим доступа : [sistemy-zazemleniya.php](http://www.7u8.ru/sistemy-zazemleniya.php). – Дата доступа : 25.07.2017.

10 Классификация систем заземления: какие типы бывают и в чем их особенности? [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://domelectrik.ru/provodka/zazemlenie/klassifikaciya-tipov>. – Дата доступа : 25.07.2017.

11 Молниезащита зданий, сооружений и инженерных коммуникаций : ТКП 336–2011. – Введ. 11.11.2011. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2011. – 200 с.

12 **Невзорова, А. Б.** Основные принципы информационного моделирования зданий / А. Б. Невзорова, М. С. Афонченко. – Гомель : БелГУТ, 2017. – 107 с.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные в настоящем пособии материалы по инженерному оборудованию зданий наглядно показывают многообразие систем и основные направления в области создания благоприятных тепловых и воздушных микроклиматических (отопление, вентиляция и кондиционирование) и санитарно-гигиенических (водоснабжение и канализация) условий в помещениях, обеспечение здания силовым и слаботочным оборудованием, а также расширение номенклатуры и внедрения дополнительных инженерных систем.

Показаны различные варианты разработок, отвечающие требованиям времени по ресурсо- и энергосбережению, повышению безопасности жизни в зданиях (системы пожаротушения, дымоудаления, охраны и пр.) использованию возобновляемых источников энергии. Кроме того, затронуты вопросы по автоматизации работы оборудования в зависимости от запроса потребителей, а также вопросы проектирования интеллектуального («умного») дома с использованием BIM моделирования.

Также в учебном пособии приведены многочисленные ссылки на технические нормативные правовые акты Республики Беларусь и межгосударственные, такие как ГОСТ, СТБ, ТКП, СНБ и др. Знания нормативной базы позволяют специалисту выполнять более качественные и надежные в эксплуатации проекты зданий. Об изменении статуса того или иного документа можно узнать, зайдя на сайт Национального фонда ТНПА: www.tnra.by.

Таким образом, будущий архитектор, изучив основы по установке инженерного оборудования и оснащения здания инженерными системами различного назначения, сможет самостоятельно в дальнейшей своей деятельности на профессиональной основе осуществлять поиск новейших мировых достижений в области обустройства внутреннего пространства инженерными системами и оборудованием и внедрять их в практику архитектурного проектирования объектов общественного и жилого назначения.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

ГЛОССАРИЙ

Отопление

Гидравлический удар – скачкообразное увеличение давления в системе отопления, значительно превышающее рабочее. Может вызвать разрушение отопительных приборов, трубопроводов и других элементов системы. Его причиной могут стать аварии устройств и магистралей, ошибки обслуживающего персонала и т. д. Причиной гидравлического удара может стать, например, резкое открытие шарового крана.

Длина циркуляционного кольца – сумма длин всех расчетных участков.

Естественное давление в СО – давление, которое возникает в результате охлаждения воды в приборах и трубопроводе.

Избытки явной теплоты – превышение для данных эксплуатационных условий и микроклимата помещений количества явной теплоты, поступающей в помещение (здание, сооружение), над количеством явной теплоты, выводимой или уходящей из помещения (здания, сооружения).

Искусственное давление – давление, создаваемое в системе отопления циркуляционным насосом.

Качественное регулирование теплоотдачи – изменение температуры воды t_r , подаваемой в нагревательные (отопительные) приборы.

Количественное регулирование теплоотдачи – изменение количества воды $G_{пр}$, поступающей в нагревательные (отопительные) приборы.

Микроклимат помещения – состояние внутренней среды помещения, характеризующееся следующими показателями: температурой воздуха, радиационной температурой, скоростью движения и относительной влажностью воздуха в помещении.

Опрессовка системы отопления – подача избыточного давления теплоносителя в системах отопления, которое создается для выявления возможных протечек и скрытых дефектов в приборах и трубопроводах. Его величина в 1,5 раза больше рабочего.

Отопление: 1) обогрев помещений с целью возмещения в них тепловых потерь и поддержания устанавливаемой нормами или другими требованиями температуры воздушной среды; 2) поддержание в закрытых помещениях нормируемой температуры воздуха и радиационной температуры.

Переходные условия – условия, при которых температурный режим наружного воздуха характеризуется среднесуточной температурой, равной 8 °С.

Рабочее давление – давление теплоносителя в системе отопления, которое устанавливается в процессе функционирования системы и складывается из статического давления столба теплоносителя и динамического давления, создаваемого работой циркуляционных насосов.

Расчетный участок – длина теплопровода с постоянным расходом теплоносителя (или с постоянной тепловой нагрузкой).

Расширительный бак (сосуд) – емкость цилиндрической формы со съёмной крышкой и патрубками для присоединения соединительной, контрольной, переливной и циркуляционной труб. Предназначается для вмещения прироста объема воды при ее нагревании, а также для удаления через него воздуха в атмосферу как при заполнении системы водой, так и в период ее эксплуатации.

Рециркуляция – частичный или полный возврат в обслуживаемые помещения воздуха (при необходимости с предварительной подготовкой), удаляемого из них вытяжными системами вентиляции.

Система автономного теплоснабжения квартиры – система отопления отдельной квартиры от собственного источника тепловой энергии или с отдельным вводом теплоносителя от внешнего источника теплоты.

Система отопления – совокупность взаимоувязанных технических элементов и устройств, предназначенных для передачи в обогреваемые помещения требуемого количества теплоты и поддержания в них заданной температуры воздушной среды.

Уклон – отношение падения (наклона) на участке в миллиметрах на 1 м длины трубы, например, 0,003 означает уклон 3 мм на 1 м трубы.

Циркуляционное кольцо – замкнутый контур теплопроводов, состоящий из цепочки тепловой пункт (элеватор) – трубопровод горячей воды – отопительный прибор – трубопровод охлажденной воды – тепловой пункт (элеватор).

Вентиляция и кондиционирование

Вентиляция – организованный обмен воздуха в помещениях для удаления избытков теплоты, влаги, вредных и других веществ с целью обеспечения допустимых параметров микроклимата и чистоты воздуха в обслуживаемой или рабочей зоне.

Вентиляция естественная – организованный обмен воздуха в помещениях под действием теплового (гравитационного) и/или ветрового давления.

Вентиляция механическая (искусственная) – организованный обмен воздуха в помещениях под действием давления, создаваемого вентиляторами.

Воздух наружный – атмосферный воздух, забираемый системой вентиляции для подачи в обслуживаемое помещение.

Воздух приточный – воздух, подаваемый в помещение системой вентиляции.

Воздух удаляемый (уходящий) – воздух, забираемый из помещения и больше в нем не используемый.

Воздушный затвор, спутник – вертикальный участок воздуховода, изменяющий направление движения воздуха и препятствующий его перетеканию из одной квартиры в другую.

Допустимое качество воздуха в помещениях (чистота воздуха) – состав воздуха, в котором концентрация известных загрязняющих веществ не превышает ПДК и к которому не имеют претензий более 80 % людей, подвергаемых его воздействию.

Канальная система естественной вентиляции – система, в которой подача наружного воздуха или удаление загрязненного осуществляется по специальным каналам, предусмотренным в конструкциях здания, или приставным воздуховодам.

Сборный воздуховод – участок воздуховода, к которому присоединяются воздуховоды из двух или большего числа этажей.

Система кондиционирования воздуха – совокупность технических средств, предназначенных для кондиционирования воздуха, перемещения и распределения

его в обслуживаемых помещениях, автоматического контроля и управления параметрами с заданной точностью и обеспеченностью.

Транзитный воздуховод – участок воздуховода, прокладываемый за пределами обслуживаемого им помещения или группы помещений.

Водоснабжение и канализация

Водоснабжение – технологический процесс, обеспечивающий забор, подготовку, транспортировку и передачу абонентам воды питьевого качества по водопроводной сети.

Водоотведение – технологический процесс, обеспечивающий прием бытовых и производственных стоков абонентов с последующей подачей их на очистные сооружения.

Внутренняя система водопровода (внутренний водопровод) – система трубопроводов и устройств, обеспечивающая подачу воды к санитарно-техническим приборам, технологическому оборудованию и к пожарным кранам в границах внешнего контура стен одного здания или группы зданий и сооружений и имеющая общее водоизмерительное устройство от наружных сетей водопровода населенного пункта или предприятия.

Внутренняя система канализации (внутренняя канализация) – система трубопроводов и устройств в границах внешнего контура здания и сооружений, ограниченная выпусками до первого смотрового колодца, обеспечивающая отведение сточных, дождевых и талых вод в сеть канализации соответствующего назначения населенного пункта или предприятия.

Канализация внутренняя – канализационная сеть, обеспечивающая приём сточных вод в местах их образования внутри зданий и отведение их в наружную канализацию.

Питьевая вода – вода после подготовки или в естественном состоянии, отвечающая гигиеническим требованиям санитарных норм и предназначенная для хозяйственно-питьевых нужд населения и (или) производства пищевой продукции.

Расчетные расходы воды – обоснованные исследованиями и практикой эксплуатации значения расходов воды с учетом основных влияющих факторов (числа водопотребителей, количества санитарных приборов, объема выпуска продукции и др.). Расчетные расходы воды и нормы водопотребления не могут быть использованы для определения фактического объема потребления воды и коммерческого расчета.

Расчетные расходы стоков – обоснованные исследованиями и практикой эксплуатации значения расходов, прогнозируемых для объекта канализования в целом или его части с учетом влияющих факторов (числа потребителей, количества и характеристик санитарных приборов и оборудования, емкости отводных трубопроводов и др.).

Санитарный узел – совокупность помещений, предназначенных для туалета и гигиенических целей, – уборные, умывальные и ваннные комнаты, душевые.

Система водоснабжения – комплекс сооружений, самотечных и напорных сетей, служащий для забора воды из источников водоснабжения, ее очистки до нормативных показателей и подачи потребителю.

Система теплоснабжения ГВС для водопровода горячей воды закрытая – приготовление горячей воды в теплообменниках и водонагревателях.

Система теплоснабжения ГВС для водопровода горячей воды открытая – отбор горячей воды в тепловом пункте непосредственно из трубопроводов тепловой сети.

Централизованная система водоснабжения – комплекс инженерных сооружений для забора, подготовки, транспортирования и подачи питьевой воды абонентам населенных пунктов.

Централизованная система канализации – комплекс инженерных сооружений для сбора, очистки, отведения сточных вод в водные объекты и обработки осадков сточных вод.

Пожаротушение

Пожарный запорный клапан – клапан пожарного крана, предназначенный для открытия потока воды на тушение пожара через ручной пожарный ствол.

Пожарный резервуар – инженерное сооружение емкостного типа, предназначенное для хранения пожарного запаса воды.

Пожарный ствол (ручной) – устройство, предназначенное для формирования и направления сплошной или распыленной водяной струи на очаг пожара.

Пожарный шкаф – вид пожарного инвентаря, предназначенного для размещения и обеспечения сохранности технических средств, применяемых во время пожара.

Система автоматического водяного пожаротушения – система, оборудованная автоматическими установками пожаротушения (АУП) – дренчерными, спринклерными, срабатывающими без участия человека.

Дренчерная установка пожаротушения – автоматическая установка пожаротушения, оборудованная дренчерными оросителями (распылителями) с открытым выходным отверстием.

Спринклерная установка пожаротушения – автоматическая установка пожаротушения, оборудованная спринклерными оросителями (распылителями) оснащенными запорными термочувствительными элементами, вскрывающимися при определенном значении температуры.

Электроснабжение и освещение

Вводное устройство – совокупность конструкций, аппаратов и приборов, устанавливаемых на вводе питающей линии в здание или в его отдельную часть. Вводное устройство, включающее в себя также аппараты и приборы отходящих линий, называется вводно-распределительным (ВРУ).

Главный распределительный щит (ГРЩ) – распределительный щит, через который снабжается электроэнергией все здание или его обособленная часть. Роль ГРЩ может выполнять ВРУ или щит низкого напряжения подстанции.

Групповая сеть – сеть от щитков и распределительных пунктов до светильников, штепсельных розеток и других электроприемников.

Групповой щиток – устройство, в котором установлены аппараты защиты и коммутационные аппараты для отдельных групп светильников, штепсельных розеток и стационарных электроприемников.

Квартирный щиток – групповой щиток, установленный в квартире и предназначенный для присоединения сети, питающей светильники, штепсельные розетки и стационарные электроприемники квартиры.

Наружная электропроводка – электропроводка, проложенная по наружным стенам зданий и сооружений, под навесами и т.п., а также между зданиями на опорах (не более четырех пролетов длиной по 25 м каждый) вне улиц, дорог и т.п.

Открытая электропроводка – электропроводка, проложенная по поверхности стен, потолков, по фермам и другим строительным элементам зданий и сооружений, по опорам и т.п.

Правила устройства электроустановок (ПУЭ) – документ, описывающий устройство, принцип построения, особые требования к отдельным системам, их узлам и элементам, коммуникациям электроустановок.

Потребитель электрической энергии – электроприемник или группа электроприемников, объединенных технологическим процессом и размещающихся на определенной территории.

Приемник электрической энергии (электроприемник) – аппарат, агрегат и др., предназначенный для преобразования электрической энергии в другой вид энергии.

Электрооборудование зданий и сооружений – комплекс электротехнических устройств, обеспечивающий нормальную эксплуатацию системы электрического освещения, лифтов, бытовых и других электроприборов, инженерного оборудования зданий и сооружений.

Электропроводка – совокупность проводов и кабелей с относящимися к ним креплениями, поддерживающими защитными конструкциями и деталями, установленными в соответствии с требованиями ПЭУ.

Электроснабжение – обеспечение потребителей электрической энергией.

Электрощитовое помещение – помещение, доступное только для обслуживающего квалифицированного персонала, в котором устанавливаются ВУ, ВРУ, ГРЩ и другие распределительные устройства.

Этажный распределительный щиток – щиток, установленный на этажах жилых домов и предназначенный для питания квартир или квартирных щитков.

Слаботочные системы

Пожарная сигнализация – эта информационная система, применяется для определения точки воспламенения, и своевременного оповещения людей о возникновении пожара. Все устройства, как правило, должны работать практически без отключений и аварий. Согласно правилам только техническое обслуживание слаботочных систем этого вида может быть единственной причиной их обесточивания.

Охранная сигнализация – эта слаботочная система представляет собой целый комплекс устройств, связанных между собой. Сюда входит пульт управления и набор датчиков, которые реагируют на определенные изменяемые параметры (движение, объем, появление тени и т. д.). Также датчиками ведется контроль закрытого состояния окон и дверей в охраняемых помещениях.

Видеонаблюдение и видеорегистрация – эта информационная система состоит из схемы установленных в различных местах видеокамер и монитормого устройства, куда направляется видеосигнал.

Диспетчеризация – эти слаботочные сети применяются для управления инженерными сетями и контролирования рабочего их состояния, которые относятся к целому комплексу зданий, находящихся на одной территории.

Контроль доступа – информационная система, с помощью которой проводится контроль нахождения посторонних лиц на охраняемом участке или помещении.

Компьютерная сеть – это слаботочная система, представляющая собой связанную при помощи специальных кабельных линий и специальных устройств единую схему компьютеров и оргтехники.

Системы мультимедиа – используются для речевого оповещения людей на определённой территории, проведения конференций или переговоров, рекламных акций. В состав входят системы AV коммутации, видеосистемы, проекторы, конференцсистемы и т. д.

Локальная вычислительная сеть (ЛВС) – компьютерная сеть, покрывающая относительно небольшую территорию (дом, здание, офис). Делится на проводные и беспроводные (Ethernet/Wi-Fi).

Телефония – слаботочная система, которая используется для обмена голосовыми сообщениями, а также для передачи факса, делится на аналоговые и цифровые линии. Часто интегрируется с Локальной Вычислительной Сетью.

Система управления – служит для объединения всех инженерных систем в единое информационное поле и автоматизации всех процессов с целью повышения энергоэффективности, отказоустойчивости, а также минимизации износа инженерных систем.

Структурированная кабельная сеть – эта информационная система позволяет технически соединить в одно целое все вышеуказанные виды слаботочных сетей для централизованного управления и контроля их рабочего состояния.

Слаботочная система – техническая система, выполняющая функции сбора, обработки и передачи информации, функционирование элементов которой в её границах обеспечивается слабыми электрическими токами.

Автоматика и диспетчеризация

Автоматизированный – технический объект, устройство, система или процесс, в котором используются автоматы или другие средства автоматизации. В отличие от понятия «автоматический» в работе указанных средств или в выполняемом ими процессе предполагается участие человека.

Автоматика – 1. Отрасль науки и техники, охватывающая "Теорию автоматического управления", а также принципы построения автоматических систем и входящих в их состав технических средств. 2. Совокупность механизмов, устройств и систем, функционирующих автоматически.

Диспетчеризация инженерного оборудования – комплекс технических средств и устройств, обеспечивающих сбор сигналов от объектов диспетчеризации, измерение контролируемых параметров, передачу их по каналам связи на диспетчерский пункт, а также дистанционное управление инженерным оборудованием из диспетчерского пункта.

Интеллект [intelligence от лат. intellectus – разум, рассудок] – мыслительные способности человека. Отдельные интеллектуальные способности человека могут быть воспроизведены в технических средствах (в автоматах) путем создания систем искусственного интеллекта.

Информационная модель здания (ИМ) – предназначенная для решения конкретных задач и пригодная для компьютерной обработки структурированная ин-

формация о проектируемом, существующем или даже утраченном строительном объекте.

Информационное моделирование зданий (от англ. Building Informational Modeling, сокращенно BIM) – это процесс, в результате которого формируется информационная модель здания (от англ. Building Informational Model), также получившая аббревиатуру BIM.

Искусственная система, имитирующая решение человеком сложных задач, связанных с его жизнедеятельностью.

Искусственный интеллект [artificial intelligence] – свойство автоматических и автоматизированных систем брать на себя отдельные функции человеческого интеллекта, то есть выбирать и принимать оптимальные решения на основе ранее полученного опыта и рационального анализа внешних условий (воздействий). Современные системы искусственного интеллекта ориентированы на базы знаний и экспертные системы.

Комплексная автоматизация – автоматизация, при которой весь комплекс операций технологического процесса, включая и транспортные, осуществляется системой машин и технологических агрегатов, объединенных общей системой управления. Комплексная автоматизация таких сложных объектов, как предприятие, цех, объединение и т. п., может охватывать наряду с технологическими также административно-управленческие, экономические и другие процессы.

Распределительная сеть – часть приемной системы от выхода фидера приемной системы до выхода абонентской розетки (штеккера) к абонентским устройствам.

Сквозная автоматизация – автоматизация всех этапов жизненного цикла изделия, то есть от начала его проектирования до окончания эксплуатации.

Технологии BIM – это процессы, способы совместной работы с информацией об объекте строительства. Процессы регулируют работу с BIM-моделью, которая состоит из интеллектуальных объектов и параметрических взаимосвязей. Для каждого этапа работы над проектом прописан уровень детализации BIM-модели. Это позволяет принимать управленческие решения, имея всю необходимую информацию и при этом не перегружая модель.

Учебное издание

НЕВЗОРОВА Алла Брониславовна
БЕЛОУСОВА Галина Николаевна

Инженерное оборудование жилых зданий

Учебное пособие

Редактор *И. И. Эвентов*
Технический редактор *В. Н. Кучерова*
Корректор *Т. А. Пугач*

Подписано в печать 06.02.2019 г. Формат 60×84¹/₁₆
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 12,79. Уч.-изд. л. 13,89. Тираж 100 экз.
Зак. № 4474. Изд. № 84.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Белорусский государственный университет транспорта.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/361 от 13.06.2014.
№ 2/104 от 01.04.2014.
№ 3/1583 от 14.11.2017.
Ул. Кирова, 34, 246653, Гомель