

38.76
К164

В. В. КОНОКОТИН

Санитарно-
технические
устройства
зданий

3876
ИЗУ

В. В. КОНОКОТИН
ДОЦЕНТ

САНИТАРНО- ТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА ЗДАНИЙ

068481

ДОПУЩЕНО
МИНИСТЕРСТВОМ МОНТАЖНЫХ И СПЕЦИАЛЬНЫХ
СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ СССР
В КАЧЕСТВЕ УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ
ДЛЯ ТЕХНИКУМОВ

Сурхандарбинская
областная библиотека
им. Горького



ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛИТЕРАТУРЫ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ

Ленинград 1966 Москва

Научный редактор — профессор кафедры
городского строительства и хозяйства ЛИСИ

И. А. Аптекарев

В книге содержатся основные сведения о санитарно-технических системах, устраиваемых в зданиях, и излагаются принципы индустриализации монтажных работ, органически связанных с общестроительными работами.

Кроме того, книга знакомит с внешними санитарно-техническими сетями и сооружениями, описание которых приводится в сжатом виде.

Книга предназначена в качестве учебного пособия для техникумов по специальности «Промышленное и гражданское строительство».

ВВЕДЕНИЕ

Жилой дом, общественное здание, промышленное предприятие отвечают своему назначению только при оснащении их необходимыми инженерными системами и установками. Основное место среди них занимают санитарно-технические и энергетические устройства.

Назначением санитарно-технических устройств зданий является поддержание заданной температуры, влажности и чистоты воздуха, обеспечение горючим газом и водой бытовых нужд и производственных процессов, удаление сточных вод, твердых и жидких отходов. К санитарно-техническим устройствам зданий относятся системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, газоснабжения, холодного и горячего водоснабжения, канализации и водостоков, а также мусоропроводы.

Учебное пособие делится на семь глав. Глава VI написана ст. препод. ЛИСИ Л. Д. Пашковым и содержит сведения по вопросам организации и производства санитарно-технических работ в объеме, необходимом для техника-строителя.

Значение санитарно-технических устройств не ограничивается пределами зданий. Результаты их действия сказываются на степени благоустройства населенных мест и состоянии окружающей их природы. Эта связь определяется следующими двумя статьями закона об охране природы в РСФСР от 27 октября 1960 г.

Статья 4. Охрана вод.

«Поверхностные и подземные воды подлежат охране от истощения, загрязнения и засорения, а также регулированию режима как ресурсы водоснабжения населения и народного хозяйства...

Все организации, деятельность которых влияет на водный режим, обязаны:

...сооружать на всех предприятиях, сбрасывающих в водоемы загрязненные воды, очистные устройства с искусственной или естественной очисткой...

...Запрещается ввод в эксплуатацию предприятий, цехов и агрегатов, сбрасывающих сточные воды, без выполнения мероприятий, обеспечивающих их очистку».

Статья 12. Санитарная охрана природы.

«Санитарной охране подлежат атмосферный воздух, поверхностные воды и грунтовые воды, почвы, грунты.

Исполнительные комитеты местных Советов депутатов трудящихся, предприятия и организации обязаны проводить мероприятия, предотвращающие загрязнение атмосферного воздуха, поверхностных и грунтовых вод, почв, грунтов, а также захламление местности.

Хозяйственно-бытовые и промысловые отбросы и отходы подлежат использованию в народном хозяйстве или систематическому удалению и обезвреживанию.

Министерства и ведомства обязаны при проектировании предприятий и сооружений, связанных с использованием природных ресурсов, разрабатывать и внедрять технологические процессы, обеспечивающие максимальную переработку сырья и топлива и не дающие вредных отходов, поступающих в атмосферу, поверхностные водоемы, грунтовые воды и почву.

При невозможности ввести технологические процессы и формы организаций производства, исключая выброс продуктов в атмосферу, воды и почву, надлежит создавать эффективные очистные, удаляющие и рекуперационные сооружения.

Содержание вредных веществ в выбросах в атмосферу, воду и почву не должно превышать предельно допустимых концентраций, устанавливаемых с учетом всех хозяйственных интересов и гигиенических норм».

Строительство специальных сооружений и трубопроводов систем теплоснабжения, газоснабжения, водоснабжения и канализации, находящихся вне зданий на территории населенного пункта или промышленного предприятия, обычно ведется почти независимо от общестроительных работ по возведению зданий, поэтому сведения о внешних санитарно-технических сетях и сооружениях здесь приведены в сжатом виде.

Размеры учебного пособия исключают помещение в нем текстов примеров с решениями и необходимыми рисунками. Предполагается, что такие примеры будут задаваться учащимся одновременно с сообщением немногих справочных сведений, нужных для проведения соответствующего расчета.

ОТОПЛЕНИЕ

§ 1. Краткий обзор развития техники отопления

Теплый климат стран Древнего мира позволял почти повсеместно довольствоваться для отопления домов переносными жаровнями, в которых сжигался древесный уголь, и простейшими пищеварочными очагами. Для общественных зданий строительная техника рабовладельческого общества создала достаточно совершенную по тому времени конструкцию центрального огневоздушного отопления, известную по археологическим раскопкам и римским литературным источникам (I в. до н. э.). В древнеримских термах (банях) применялось также центральное водяное отопление с подачей воды от горячих природных источников или же от специальных очагов для ее подогрева.

С падением Римской империи (V в. н. э.) начался период длительного упадка строительного искусства. Центральные системы отопления были забыты почти на тысячу лет. В зданиях средневековой Западной Европы для отопления служили жаровни, пищеварочные очаги и курные печи с выпуском дымовых газов в помещение. Позже (IX в.) появились каминные дымоходы и печи, которые применялись и для устройства примитивного местного воздушного отопления (XIV в.).

Печное отопление в западных странах в XVIII—XIX вв. развивалось во многом на основе русского опыта (см. § 10).

Первая известная нам система центрального огневоздушного отопления в России была создана в 1491 г. для Грановитой палаты Кремля. Значительно позже — в 30-х годах XIX в. центральное огневоздушное отопление получило в России особенно широкое применение: в продолжение всего лишь 5—6 лет оно было устроено примерно в ста больших зданиях крупнейших русских городов. Незаслуженно забытый специалист в области огневоздушного отопления — механик Николай Меркулов в 1836 г. так освещал (несколько преувеличивая) перспективы развития и положительные особенности этой системы: «...подобная система может быть применена к нагреванию церквей,

целых деревень, торговых бань, гончарных заводов и других заведений. Выгоды устройства заключаются в меньшей потребности топлива, в безопасности от пожара, в уравнивании температуры воздуха в комнатах и очищении оною, в отвращении угара, в сбережении наибольшей части теплоты, теряющейся в дымовых трубах обыкновенных печей».

Позже эти системы получили настолько законченное техническое решение, что в 1881 г. русский инженер Г. С. Войницкий был приглашен в Берлин для устройства в императорском дворце огневоздушного отопления своей конструкции.

Первые, оставшиеся надолго одиночными установки центрального водяного отопления были осуществлены в Англии (1675 г.) в оранжерее, во Франции (1777 г.) — в инкубаторах, в России (1834 г.) — в одном из флигелей Петербургского Горного корпуса. Центральное водяное отопление стало применяться более или менее широко во всех странах только во второй половине XIX в. В России тогда, по словам современника (1879 г.), «... в разгар строительной горячки никто и слышать не хотел в Петербурге ни о каком-либо другом отоплении, кроме водяного». Следует пояснить, что размах Петербургского строительства был тогда все же невелик и измерялся только десятками многоэтажных зданий в год.

Паровое отопление впервые было применено для теплиц в Англии (1755 г.) и позже в России (1816 г.). Изобретение паровой машины, получавшей пар от котельной установки, создало в начале XIX в., благоприятные условия для массового применения центрального парового отопления в многочисленных производственных зданиях, строящихся в период капиталистической индустриализации Запада (в первую очередь Англии).

Центральные системы воздушного, водяного и парового отопления с местными (домовыми) котельными установками получили повсеместное распространение лишь в начале XX в. преимущественно в многоэтажных гражданских зданиях, а также в заводских цехах.

В наше время системы центрального отопления снабжаются теплом, как правило, от крупных квартальных и районных котельных и от тепловых электрических центральных станций (ТЭЦ), что обеспечивает снижение капитальных затрат на строительство и уменьшение эксплуатационных расходов на отопление.

Системы центрального отопления зданий получили конструктивные решения, соответствующие требованиям, предъявляемым индустриальным методом ведения строительного-монтажных работ. В основу расчета систем и их конструкций положены многочисленные и целенаправленные отечественные исследования. Их результаты позволяют уверенно искать и находить новые,

еще более совершенные решения систем центрального отопления, органически связанных и слитых с конструкциями зданий и обеспечивающих в совместной работе с вентиляцией оптимальные условия для жизни, работы и отдыха трудящихся.

§ 2. Климат отапливаемых помещений и климатические характеристики Советского Союза

Процесс жизнедеятельности человеческого организма сопровождается образованием в нем тепла, которое при нормальных условиях полностью отдается в окружающую среду путем теп-

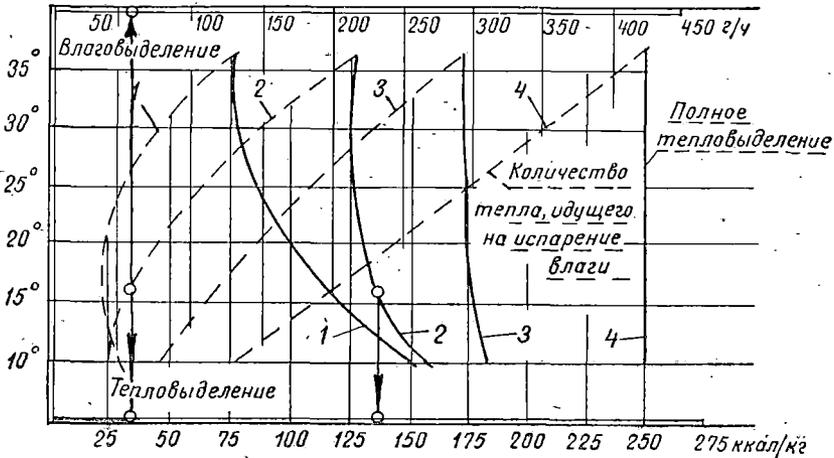


Рис. 1. График выделения человеком тепла и влаги

1 — в состоянии покоя; 2 — при легкой работе; 3 — при физической работе со средним напряжением; 4 — при тяжелой работе

лопроводности, конвекции, излучения, испарения пота и выдыхания влажного воздуха. Организм обладает способностью приспосабливаться к различным внешним условиям, уменьшая или увеличивая количество вырабатываемого тепла (свойство терморегуляции).

Так (рис. 1), полное тепловыделение человека, если он занят легкой физической или умственной работой при температуре воздуха помещения $t_{в} = +16^{\circ}$, составляет 135 ккал/ч, из них 35 ккал/ч расходуется на испарение 60 г/ч влаги. При повышении температуры воздуха понижается полное тепловыделение, резко увеличивается влаговыведение и соответственно расход тепла на испарение.

Терморегуляция человеческого организма зависит от трех элементов внутреннего климата помещений: температуры воздуха,

нагревающего или охлаждающего тело; влажности воздуха, замедляющей теплоотдачу тела или способствующей ее ускорению; скорости движения воздуха, влияющей на интенсивность испарения влаги телом.

Поскольку человек может находиться в состоянии покоя или работать с большим физическим напряжением, быть одетым в холодную или теплую одежду, то температура и влажность воздуха должны быть различными в зависимости от состояния и действия людей и назначения помещений.

По температурному режиму все помещения делятся на помещения с пониженной температурой, если заданная для них температура воздуха $t_{в} < 10^{\circ}$, с нормальной температурой, если $t_{в} = 10 \div 20^{\circ}$, и с повышенной температурой, если $t_{в} \geq 20^{\circ}$.

Влажностный режим помещений называется сухим при относительной влажности воздуха $\varphi_{в} < 50\%$, нормальным — при $\varphi_{в} = 50 \div 60\%$, влажным — при $\varphi_{в} = 61 \div 75\%$ и мокрым — при $\varphi_{в} > 75\%$.

Значения коэффициентов теплопроводности строительных материалов при определении коэффициентов теплопередачи наружных ограждений отапливаемых помещений принимаются различными в зависимости от характера внутреннего климата помещений здания (склад, жилой дом, баня и т. д.).

Температурно-влажностный режим помещений зависит от их назначения. Для производственных зданий допускаемые параметры воздуха в рабочей зоне во время отопительного периода приведены в табл. 1.

Таблица 1

Нормы температуры и относительной влажности воздуха
в производственных помещениях

Категория работы	Температура воздуха в $^{\circ}\text{C}$	Относительная влажность воздуха в % не более	Допускаемая температура воздуха вне рабочих мест в $^{\circ}\text{C}$
Легкая	17—24	75	15—26
Средней тяжести	15—22	75	13—24
Тяжелая	13—17	75	12—19

Примечание. Верхние пределы температур принимаются для производственных помещений, в которых технологический процесс связан с большими тепловыделениями (горячие цеха).

Для жилых, общественных, учебных и прочих гражданских зданий расчетные параметры воздуха находятся не в таких широких пределах. Так, для жилых комнат в условиях средней полосы Европейской части СССР оптимальными являются параметры: $t_{в} = 18^{\circ}$, $\varphi_{в} = 60\%$.

Заданная температура воздуха любых отапливаемых помещений проверяется на высоте 1,5 м от уровня пола и на расстоянии не менее 1,0 м от нагревательных приборов и наружных ограждений.

Совместное действие систем отопления и вентиляции имеет целью создание в помещении определенного микроклимата, т. е. заданного сочетания температуры и влажности воздуха, физическое состояние которого полностью определяется следующими параметрами:

t — температура в °С;

d — влагосодержание, отнесенное к 1 кг сухого воздуха, в г;

I — теплосодержание, отнесенное к 1 кг сухого воздуха (с. в.), в ккал;

φ — относительная влажность в %;

p — парциальное давление водяного пара в мм рт. ст.;

γ — удельный вес в кг/м³ (в системе СИ — плотность).

Перечисленные параметры графически связаны диаграммой $I-d$ влажного воздуха, построенной в 1918 г. проф. Л. К. Рамзиным.

Обычное начертание диаграммы несколько изменено автором — увеличен координатный угол (рис. 2) и дополнительно приведена (слева) диаграмма удельного веса воздуха. На нижней двойной масштабной шкале сверху показано влагосодержание воздуха, внизу — парциальное давление водяного пара. Параллельные линии, проведенные под углом 150° к вертикальной оси, — линии теплосодержания воздуха; линии, идущие под углом, близким к 120°, к вертикальной оси, — линии одинаковых температур (изотермы). Поле диаграммы пересечено семейством кривых линий — линий относительной влажности; нижняя из них — кривая полного насыщения ($\varphi=100\%$).

Состояние воздуха, заданное любыми двумя параметрами (кроме p и γ), показывается точкой на диаграмме, что позволяет определить остальные недостающие параметры. Для так называемого «стандартного» воздуха, имеющего при барометрическом давлении 760 мм рт. ст. и температуре 20° относительную влажность 50% (точка А на рис. 3), полная характеристика будет следующей: $t=20^\circ$ (точка В); $\varphi=50\%$; $d=7,4$ г/кг с. в. (точка В); $I=9,2$ ккал/кг с. в. (точка Г); $p=9$ мм рт. ст. (точка В); $\gamma=1,205$ кг/м³ (точка Д).

Пользуясь диаграммой $I-d$, можно наглядно представить физическую сущность простейших процессов изменения состояния воздуха. Так, если понизить температуру воздуха ($\varphi < 100\%$), то его влагосодержание окажется постоянным только до определенной температуры (точка росы), при которой относительная влажность воздуха достигнет 100%. Дальнейшее понижение температуры воздуха повлечет за собой уже

выпадение из него водяного пара, сконденсировавшегося в воду. Этим объясняется обрастание слоем инея наружных поверхностей колонн, пилястр, портиков, цоколей памятников и т. д. при внезапном потеплении зимой, когда температура этих массивов медленно, а не мгновенно повышается до температуры окружающего более теплого воздуха. Аналогичная картина наблюдается на внутренней поверхности оконного остекления в холодное время.

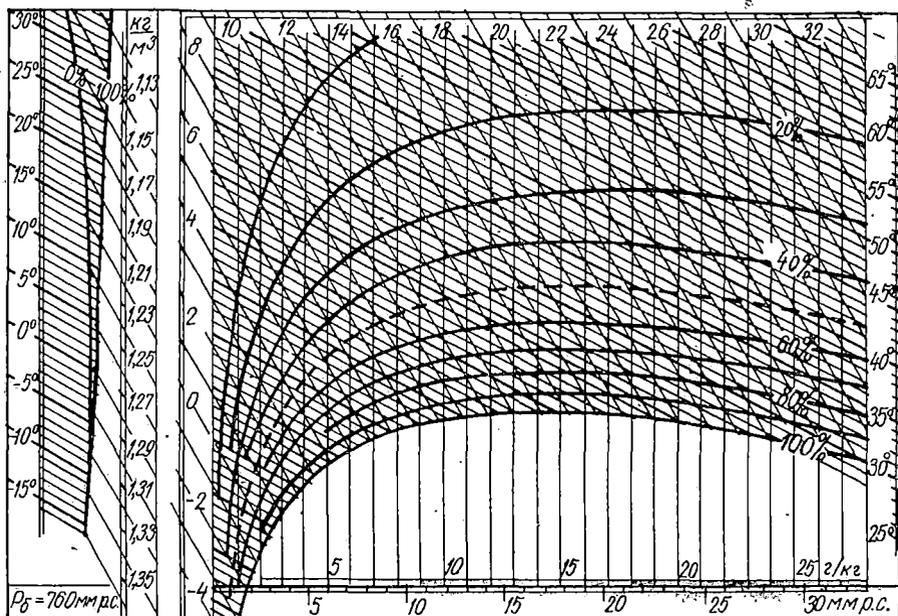


Рис. 2. Диаграмма $I-d$ влажного воздуха

Такой процесс графически представлен на рис. 3 для стандартного воздуха, охлажденного до 5° . Точка росы равна $9,4^\circ$, а количество выпавшей влаги, отнесенное к 1 кг воздуха, составляет $7,4 - 5,6 = 1,8$ г.

В морозный день из влажного помещения через открытую дверь вырываются (как кажется) клубы пара, хотя наружный воздух, а также и воздух в самом помещении прозрачен. Снаружи у верхней части двери происходит процесс смешивания воздуха, выходящего из помещения (с высокой температурой и большим влагосодержанием), с массой атмосферного воздуха (с низкой температурой и малым влагосодержанием). Так, в результате смешивания воздуха помещения ($t_{в} = 20^\circ$, $\phi_{в} = 80\%$) с наружным воздухом ($t_{н} = -5^\circ$, $\phi_{н} = 70\%$) точка, характери-

зующая состояние смеси (точка *E* на рис. 3), оказывается ниже кривой насыщения. Избыток влаги, перенасыщающий воздух, будет находиться в нем в состоянии уже не водяного пара, а мельчайших водяных капелек — тумана, кажущегося клубами пара в динамичном процессе смешивания.

Задачей строительной техники является сооружение зданий, в которых искусственным путем обеспечивается заданное соче-

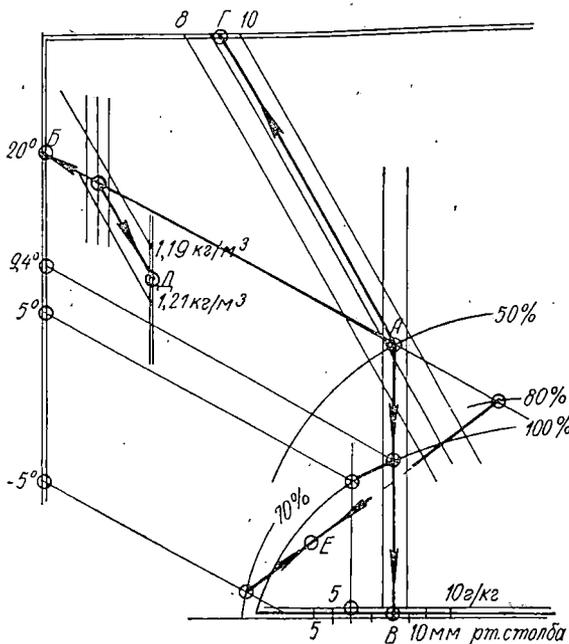


Рис. 3. Эскиз части диаграммы *Id* с показанием хода графических решений

тание температуры и влажности, т. е. определенный внутренний климат, более благоприятный в сравнении с существующим в данном месте естественным наружным климатом. Климат местности определяется сочетанием ряда факторов, среди которых основными служат: высота над уровнем моря, особенности строения земной поверхности, географическое положение пункта на территории (широта, долгота), расположение больших водных бассейнов и состояние атмосферы.

На искусственный внутренний климат помещений главным образом влияют температурный и влажностный режим атмосферы и характер циркуляции воздушных масс (направление и скорость ветра).

Наружные ограждения зданий, обладая большой массой, аккумулируют много тепла, что исключает немедленное изменение температуры воздуха отапливаемых помещений вслед за изменением температуры наружного воздуха. Поэтому тепловая мощность системы отопления (см. § 3) не определяется самой низкой температурой (абсолютная минимальная температура), когда-либо бывшей в рассматриваемой местности. На основании многолетнего опыта эксплуатации отапливаемых зданий рекомендуется принимать зимнюю температуру наружного воздуха для расчета теплопотерь здания, равной средней температуре воздуха наиболее холодных пятидневок из восьми зим за пятидесятилетний период.

Значения этих температур для ряда советских городов приведены в Строительных нормах и правилах (СНиП II-A.6-62). Пользуясь ими, автор откорректировал карту расчетных изотерм СССР (рис. 4).

Положение изотерм на карте* показывает зависимость климата от теплых течений Атлантического и Тихого океанов, порождающих теплые и влажные воздушные потоки, охлаждающиеся на пути к защищенным горами бассейнам рек Лены и Колымы. Они открыты только для масс холодного и сухого арктического воздуха, поступающих со стороны Северного Ледовитого океана.

Для расчета систем отопления и вентиляции необходим еще один климатический показатель — продолжительность отопительного периода, т. е. число суток в году с устойчивой средней температурой 8°C и ниже. Для отдельных местностей СССР длительность этого периода составляет 365 суток. Также суровые климатические условия присущи многим районам и поселкам Крайнего Севера, среди них: Малые Кармакулы, Амдерма, остров Диксон, Ванкарем, Уэлен, Амбарчик, остров Провидения и др. В противоположных условиях находятся Гагра, Сухуми, Батуми, Поти, где отопительный период составляет только 75—77 суток.

Кроме климатических данных, определяющих необходимую тепловую мощность систем отопления, здесь приводятся краткие сведения о запасах тепловой энергии глубинных горячих вод. Они, видимо, в будущем окажутся основным неисчерпаемым источником теплоснабжения многих советских городов, источником, обладающим свойством постоянной самовозобновляемости.

На рис. 4 показано местоположение известных сейчас глубинных горячих вод (по данным лаборатории геотермий Академии наук СССР). Площади бассейнов горячих вод и

* Масштаб карты исключает возможность точного нанесения отдельных участков изотерм, особенно для высокогорных местностей, где расчетные температуры наружного воздуха резко отличаются от значений, показанных у ближайших изотерм.

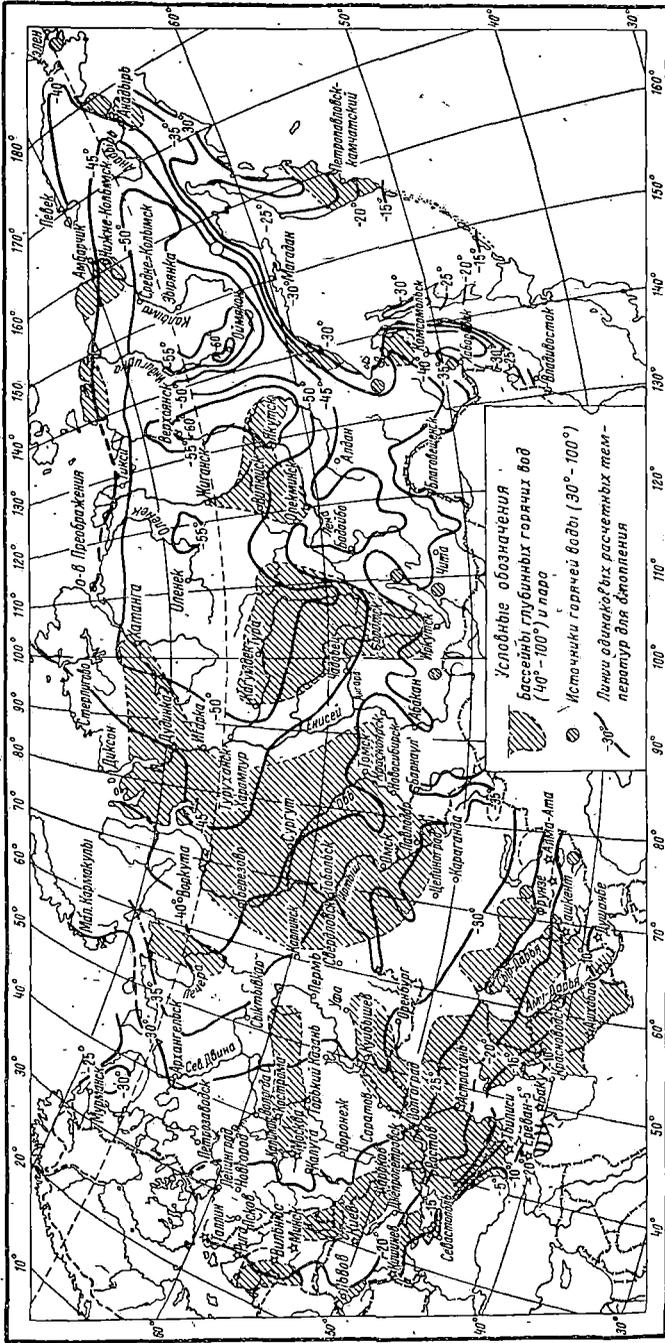


Рис. 4. Карта СССР с показанием изотерм расчетных температур наружного воздуха для отопления и расположения бассейнов глубинных горячих вод.

пароводяных смесей, характеризующихся большими давлениями и высокими температурами, занимают свыше трети территории страны. Только один западносибирский «океан» горячих вод имеет площадь около 3 млн. км². Запасы тепловой энергии, заключенные в глубинных водах, превосходят ресурсы всех остальных топлив, доступных человеку. Разведанные геотермальные воды на территории СССР при их использовании могут заменить ежегодно около 100 млн. т условного топлива.

Наиболее значимы для выработки электро- и теплоэнергии бассейны с температурой воды (пароводяной смеси), превышающей 100° С. Их местонахождение — Камчатка, Курильские острова, южная часть западносибирского бассейна, районы Илийской и Джаркентской впадин, юга Казахской ССР, Ферганский и Приташкентский бассейны, Гиссарская гидротермальная зона Душанбинского бассейна, отдельные участки Ставропольского поднятия и Прикумской равнины, некоторые районы Кура-Араксинской низменности.

Вблизи бассейнов с температурой вод 75—100° С находятся Омск, Тюмень, Тобольск, Алма-Ата, Фрунзе, Ташкент, Махачкала, Грозный, Тбилиси и ряд других больших городов, которые полностью могут быть обеспечены даровым теплом, полученным из земных недр.

Экономически выгодно также использование горячих вод восточной части Чукотского полуострова, Бурятской и Якутской АССР, Сахалина, зоны, лежащей восточнее Воркутинского угольного месторождения, южной части междуречья Волги, Дона, Днепра и многих других бассейнов.

§ 3. Определение расхода тепла на отопление зданий

Для проектирования отопления, т. е. определения размеров нагревательных приборов, диаметров питающих трубопроводов и тепловой мощности системы отопления здания, необходимо знать потери тепла каждым его помещением через ограждения, подсчитываемые по формуле

$$Q = kFn(t_b - t_n),$$

где Q — потеря тепла в ккал/ч;

k — коэффициент теплопередачи ограждения в ккал/м²·ч·°С, являющийся величиной, обратной сопротивлению теплопередачи;

F — поверхность ограждения в м²;

n — коэффициент уменьшения расчетной разности температур, принимаемый для чердачных перекрытий (в зависимости от типа кровли) равным 0,8—0,9; для перекрытий над подпольями — 0,4—0,75; для перекрытий над неотапливаемым подвалом — 0,4—0,60;

$t_{в}$ — расчетная температура воздуха помещения;

$t_{н}$ — расчетная зимняя температура наружного воздуха для отопления.*

Определение расчетной потери тепла производится с учетом ряда условий, часть которых с необходимыми пояснениями приводится здесь.

Благодаря пористости ограждений неизбежно проникновение через них воздуха помещений. В холодное время года водяной пар, находящийся в воздухе, частично конденсируется в ограждении и увлажняет его. При этом повышается теплопроводность материала ограждения, увеличивается его коэффициент теплопередачи и количество теряющегося тепла. Если ограждение ориентировано на солнечную (южную) сторону, то летом материал ограждения высыхает, имея к началу отопительного периода нормальную влажность; если ограждение обращено на север, то оно, не успевая высохнуть за теплое время года, будет иметь повышенную влажность.

Поэтому теплопотери через стены, двери и светопроемы, обращенные на север, северо-восток, северо-запад и восток, увеличиваются на 10%, а ориентированные на запад и юго-восток — на 5% **.

При наличии в помещении двух и более наружных стен увеличенный расход тепла через «углы» учитывается добавкой 5% к теплопотерям через наружные стены и окна.

Теплопотери находятся в зависимости от скорости ветра.*** Если вертикальные и наклонные ограждения защищены от ветра, то теплопотери через них увеличиваются на 5%, а если не защищены, — то на 10%. Размер этой добавки удваивается, если средняя скорость ветра находится в пределах 5—10 м/сек, и утраивается при скорости ветра выше 10 м/сек.

Дополнительный расход тепла на подогрев холодного воздуха, врывающегося через наружные двери при их открывании, учитывается добавкой в размере от 65 n до 100 n (где n — число этажей здания) к теплопотере через дверь. Кроме того, учитывается дополнительный расход тепла на подогрев воздуха, поступающего извне через неплотности ограждений (инфильтрация).

В высоких помещениях температура воздуха под потолком выше, чем в рабочей зоне. Увеличение из-за этого теплопотерь

* При $t_{в} - t_{н} \geq 5^{\circ}\text{C}$, что может иметь место для внутренних ограждений, потери тепла не учитываются.

** Численные значения добавок установлены эмпирическим путем и вводятся множителем к общей теплопотере.

*** Ограждение считается защищенным, если расстояние между ним и ближайшим ограждением защищающего строения превышает разность между уровнем кровли защищающего его строения и уровнем перекрытия помещения не более чем в 5 раз.

через наружные ограждения учитывается добавкой, равной 2% на каждый 1 м высоты выше 4 м (за исключением лестничных клеток).

Если сумму теплотерь всего здания разделить на его строительный объем и расчетную разность температур, то полученное частное, носящее название удельной отопительной характеристики, представит собой расчетную часовую теплотерю, отнесенную к 1 м³ объема здания при разности $t_{в}-t_{н}=1^{\circ}$:

$$q_0 = \frac{\Sigma kF(t_{в}-t_{н})n}{V(t'_{в}-t_{н})} \text{ ккал/м}^3 \cdot \text{ч} \cdot ^{\circ}\text{С},$$

где V — строительный объем здания в м³;
 $t'_{в}$ — преобладающая внутренняя температура.

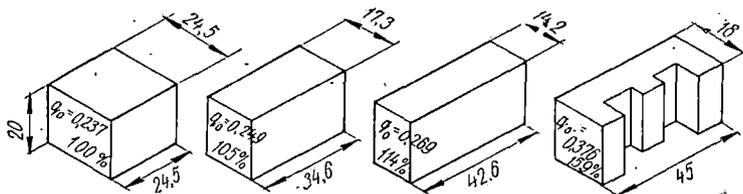


Рис. 5. Варианты объемных решений жилого дома и зависимость от них величины удельной отопительной характеристики

Удельная отопительная характеристика здания зависит не только от теплозащитных свойств его наружных ограждений. Большое влияние на ее значение оказывает форма плана здания и величина его объема.

На рис. 5 показаны четыре варианта объемного решения жилого дома при одинаковой высоте (20 м), площади застройки (600 м²) и объеме (12000 м³). Если принять за 100% расчетную теплотерю дома, имеющего квадратную форму в плане и площадь наружных стен (с окнами) 1960 м² (первый вариант), то второй, третий и четвертый варианты характеризуются возрастающей расчетной теплотерей, составляющей 105—114—159%. Это объясняется увеличением площади наружных стен (с окнами), равной во втором, третьем и четвертом вариантах соответственно 2080, 2270, 3280 м². Удельная отопительная характеристика по приведенным четырем вариантам составляет 0,237—0,249—0,269 и 0,376 ккал/м³·ч·°С, находясь в обратной зависимости от объема здания.

Большие здания в теплотехническом отношении имеют преимущество перед малыми, поскольку при увеличении объема уменьшается модуль поверхности, т. е. отношение площади наружных ограждений к объему.

По значению удельной отопительной характеристики, полученной после расчета теплопотерь, можно судить о степени экономичности здания в теплотехническом отношении. Отклонение от рационального решения обычно вызывается повышенной площадью остекления, невыгодной формой здания в плане, малой степенью теплозащиты, создаваемой отдельными наружными ограждениями, и т. д. Все эти причины вызывают увеличение удельной характеристики.

Удельная отопительная характеристика используется также для быстрого исчисления приближенной теплопотери здания без подробного ее расчета по отдельным помещениям. Это делается при проектировании здания для определения ориентировочного расхода тепла и топлива, размеров котельной, склада топлива и дымовой трубы, а также основных характеристик отопительного оборудования и т. д. по формуле

$$Q = a q_0 V (t_v - t_{н. п. о}) \text{ ккал/ч,}$$

где a — поправочный множитель, зависящий от значения расчетной наружной температуры ($t_{н. п. о}$):

$t_{н. п. о}$	-10°	-15°	-20°	-25°	-30°	-35°	-40°
a	1,45	1,28	1,17	1,08	1,0	0,95	0,90

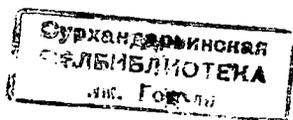
Удельная отопительная характеристика жилых домов современной постройки имеет в зависимости от объема здания (в m^3) примерно следующие значения:

До 500 m^3	До 1000	До 5000	До 10 000	До 25 000	До 50 000
0,7—1,1	0,5—0,65	0,38—0,40	0,33—0,38	0,27—0,33	0,24—0,26

Значения удельной отопительной характеристики промышленных зданий выше приведенных в таблице, что объясняется меньшим нормативным сопротивлением теплопередаче наружных ограждений фабрично-заводских цехов, большей площадью светопроемов и особенностями эксплуатации.

§ 4. Классификация и область применения систем отопления

Системой отопления называется комплекс связанных между собой конструктивных элементов, предназначенных для возмещения теплопотерь отапливаемых помещений. В них подается необходимое количество тепла, полученное в генераторе,—



первом основном элементе любой системы отопления. Генератором может быть котел, печь, а также и естественный источник горячей воды или пара. В сравнительно редких случаях для отопления может быть использована электрическая энергия.

Вторым основным элементом (в общем случае) системы отопления служат теплопроводы, передающие теплоноситель, т. е. горячую воду или пар, от генератора тепла, к нагревательным приборам, расположенным в отапливаемых помещениях.

Третьим элементом системы отопления (кроме воздушного) обычно служит нагревательная поверхность, которая или конструктивно вводится в ограждения помещения, или же является отдельным прибором, установленным в помещении. Тепло передается в помещение через стенку нагревательного прибора, изнутри омываемого теплоносителем, а снаружи воздухом помещения.

В зависимости от дальности действия, т. е. расстояния, отделяющего генератор тепла от отапливаемого им помещения, а также места, занимаемого генератором в системе отопления, последние делятся на центральные и местные.

Система отопления называется центральной, если генератор находится вне отапливаемого помещения. В зависимости от вида теплоносителя, центральные системы отопления делятся на водяные, паровые и воздушные.

Отапливаемые помещения получают необходимое количество тепла при остывании горячей воды, или конденсации водяного пара в нагревательных приборах, либо охлаждением нагретого воздуха, введенного непосредственно в помещение.

В системе водяного отопления при охлаждении в нагревательном приборе 1 кг воды на 1° количество выделенного тепла, передаваемого помещению, составит 1 ккал (весовая теплоемкость воды).

В системе воздушного отопления при остывании в помещении 1 кг воздуха также на 1° количество отданного тепла составит 0,24 ккал (весовая теплоемкость воздуха).

В системе парового отопления при конденсации 1 кг пара низкого давления в нагревательном приборе освобождается удельная теплота испарения, составляющая (с округлением) 535 ккал.

Расстояние от генератора (котельная) до наиболее удаленных зданий при устройстве в них систем водяного или парового отопления определяется в основном экономическими соображениями и может достигать нескольких десятков километров*. Современные теплоэлектроцентрали обслуживают целиком крупнейшие города.

* Радиус тепловой сети Челябинска — 10, Уфы. — 13, Свердловска — 25 км.

Дальность действия системы воздушного отопления не превышает 25—30 м. Для отопления одного здания нагретым воздухом в нем нередко приходится устраивать несколько камер.

В ряде случаев к трем основным элементам системы центрального отопления может быть введен четвертый — промежуточный теплообменник. Тогда тепло, полученное в генераторе, передается теплообменнику одним теплоносителем, а вторым теплоносителем тепло подается от теплообменника к нагревательным приборам или же непосредственно в отапливаемое помещение (при воздушном отоплении).

Такие комбинированные системы центрального отопления получают двойное наименование: пароводяная, паровоздушная и т. д. Первое из них относится к теплоносителю, передающему тепло от генератора к теплообменнику, второе к теплоносителю, подаваемому к нагревательному прибору или прямо в помещение.

Отопление газовыми и электрическими нагревательными приборами, а также комнатными печами носит название местного отопления. Здесь три основных элемента системы сведены в одно конструктивное целое, обычно отапливающее только то помещение, в котором оно находится.

Дальность действия местной системы отопления ограничивается размерами отапливаемого помещения, т. е. несколькими метрами.

При выборе систем отопления должно учитываться назначение отапливаемых зданий. В табл. 2 приведены рекомендуемые (Р) и допускаемые (Д) СНиП II-Г. 7-62 виды систем отопления для некоторых основных типов зданий.

Для жилых и общественных зданий, возводимых из сборных строительных конструкций, рекомендуется применять системы панельного водяного отопления со встроенными в строительные конструкции нагревательными элементами и стояками.

В ряде общественных зданий разрешается устройство парового отопления, но только низкого давления (до $0,7 \text{ кг/см}^2$).

В промышленных зданиях рекомендуется применять наряду с водяным и паровым также воздушное отопление. В системах воздушного отопления для подогрева воздуха могут применяться горячая вода, пар и продукты сжигания газа.

Газовое отопление допускается в жилых зданиях высотой до двух этажей при отсутствии централизованного теплоснабжения и наличии сетевого газа, а также в гимнастических залах, бассейнах, крытых стадионах, неутепленных или полуоткрытых помещениях столовых, ресторанов и магазинов.

В гражданском строительстве применение печного отопления ограничивается, за некоторыми исключениями (см. второе примечание к табл. 2), одноэтажными зданиями при постройке их в сельских местностях. В промышленном строительстве печное

Рекомендуемые (Р) и допускаемые (Д) системы отопления

Отопление На именованье зданий и помещений	Водяное			Паровое		Воздушное, сов- мещенное с вен- тиляцией	Газовое	Печное
	с радиато- рами	с панелями	с ребристы- ми трубами	с радиато- рами	с ребристы- ми трубами			

Гражданские здания

Жилые дома, гостиницы, учеб- ные заведения, административ- ные здания, поликлиники . . .	Р	Р	—	—	—	Д	Д**	Д**
Детские сады и ясли, больницы, родильные дома	Р	Р	—	—	—	Р*	—	Д
Гимнастические залы, бассейны, крытые стадионы, столовые, магазины	Р	Р	—	Д	Д	Р	Д	Д**
Бани, прачечные, душевые па- вильоны	Р	Р	—	Р	—	Р	—	Д
Кинотеатры, клубы с залами до 200 мест	Р	Р	—	Д	Д	Р***	—	Д

Производственные здания и помещения

Технологический процесс харак- теризуется:								
а) отсутствием пылевыделе- ния	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Д	Д
б) выделением невзрывоопас- ной и негорючей пыли	Р	Р	—	Р	—	Р	—	Д
в) значительным влаговыде- лением	Р	—	Р	Р	Р	Р	—	Д
г) тепловыделением	Д	—	Д	Д	Д	Р	—	Д

* Кроме детских садов и яслей.

** В зданиях до двух этажей (кроме физкультурных сооружений).

*** С залами более 200 мест.

отопление допускается в одноэтажных зданиях с площадью до 500 м², а при постройке их в сельских и лесных районах — до 1000 м².

Применение электрической энергии для стационарного отопления разрешается только при экономической целесообразности такого решения.

В зданиях, возводимых в районах с теплым климатом и коротким отопительным периодом, можно ограничиваться установкой периодически действующих нетеплоемких печей, газовых и электрических нагревательных приборов и других временных отопительных устройств.

§ 5. Источники теплоснабжения

Теплоснабжение систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения жилых, общественных и промышленных зданий обеспечивается ТЭЦ, районными и квартальными котельными. Устройство домовых котельных (встроенных в здания) разрешается в редких случаях и только при наличии достаточных технико-экономических обоснований. Исключение из этого допускается для котельных установок систем отопления одно-двухквартирных жилых домов.

В квартальных котельных малой теплопроизводительности, обслуживающих системы водяного (при температуре воды не выше 115°) и парового отопления низкого давления, обычно применяются чугунные секционные котлы.

Наиболее распространенными типами таких котлов являются конструкции, разработанные инженером Н. Н. Ревокатовым в 1930 г. Одна из них (марки НР) представляет собой две батареи, собранные из пустотелых чугунных (ч) секций (рис. 6), которые устанавливаются на кирпичные стенки, образующие топливник (внешнюю топку). Уровень установки колосниковой решетки и, следовательно, высота топочного пространства принимаются

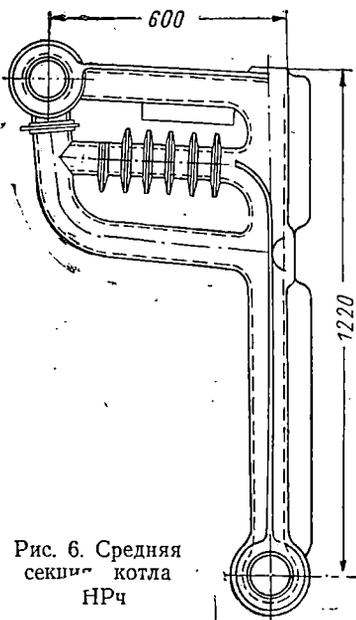
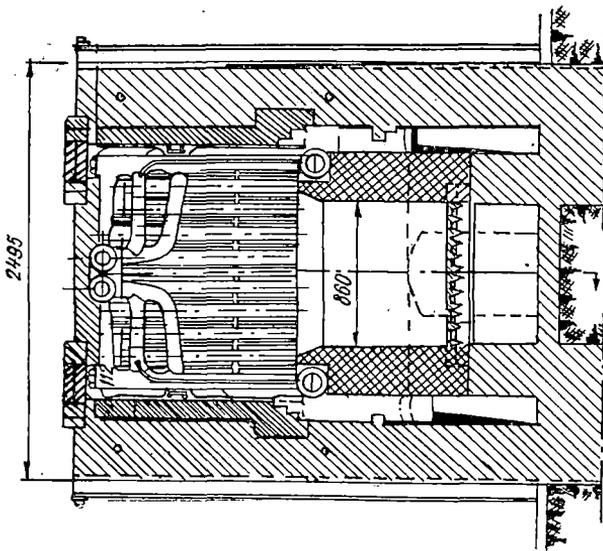


Рис. 6. Средняя секция котла НРч

в зависимости от вида топлива. Дымовые газы из топливника через газоходы между секциями поступают в сборные дымоходы, расположенные справа и слева от топливника (рис. 7, а) и по ним удаляются через боров в дымовую трубу. Поверхность нагрева котла, т. е. наружная поверхность полых секций, заполненных водой и омываемых снаружи дымовыми газами, зависит от числа секций и находится в пределах от 9,2 до 43 м². Котел такой конструкции может быть использован как водогрейный и как паровой. В последнем случае над котлом устанавливается цилиндрический горизонтальный паросборник, соединенный трубами с верхними ниппельными отверстиями крайних секций котла.

Современные конструкции чугунных секционных котлов обычно повторяют принципиальную схему котла НР(ч), отличаясь от него меньшим расходом металла, более совершенной в теплотехническом отношении формой секций, отдельными

а)



б)

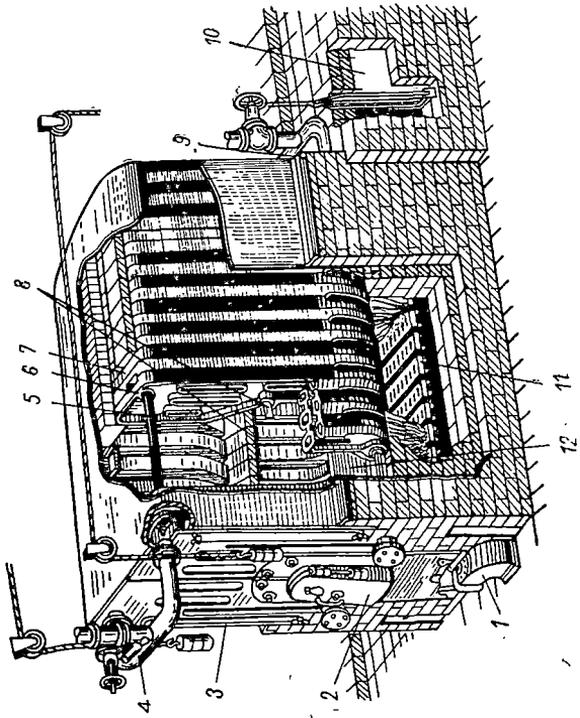


Рис. 7. Чугунные отопительные котлы

а — поперечный разрез чугунного котла НРч; б — котел «Универсал-3»; 1 — дутьевая коробка; 2 — загрузочная дверка; 3 — крайняя секция; 4 — тройник передний; 5 — стужной боги; 6 — ниппель; 7 — средняя секция; 8 — ряд карлица; 9 — тройник задний; 10 — дымоход; 11 — колосник; 12 — толка

деталями и конструкцией стенок — замена кирпичной облицовки обшивкой из стального листа с асбестовой изоляцией.

Широко применяется чугунный секционный котел «Универсал-3», в котором можно сжигать короткопламенные и длиннопламенные твердые топлива при соответствующем изменении высоты топливника. Котел собирается из крайних и средних секций, соединенных на конических nipples и стянутых болтами в одну батарею. Правый и левый пакеты батареи соединены тройниками. Уровень колосниковой решетки находится ниже секций. Под плиточными колосниками помещается поддувальное и зольниковое пространство. Очистка секций от сажи производится через верхние чистки, закрытые рядом кирпича. Поверхность нагрева котла «Универсал-3» (рис. 7, б) в зависимости от числа секций составляет 18,2—46,4 м²; такие котлы используются во многих отопительных котельных.

Перевод на газовое топливо возможен для отопительных котлов любой конструкции. Тогда к котлам подводится газопровод и в топочном пространстве устанавливаются газовые горелки. Производство специальных газовых котлов пока ограничено, в массовом производстве находятся только малометражные котлы, применяемые для отопления небольших зданий.

Величина требуемой поверхности нагрева отопительного котла (или котлов) определяется по заданному расчетному расходу тепла, который складывается из расходов тепла на отопление, вентиляцию (подогрев приточного воздуха), горячее водоснабжение и в отдельных случаях на производственное потребление в общественно-коммунальных зданиях. Тепло, переданное в котле теплоносителю, доставляется им неполностью в обслуживаемые помещения и здания из-за неизбежных тепловых потерь в распределительных и магистральных трубопроводах. Расчетная поверхность (в м²) котлов принимается поэтому с коэффициентом запаса:

$$F_k = (1,05 + 1,20) \frac{\Sigma Q}{q},$$

где ΣQ — сумма расчетных тепловых нагрузок в ккал/ч;
1,05 + 1,20 — коэффициент запаса;
 q — среднее для всего котла тепловое напряжение поверхности нагрева в ккал/м² · ч.

Для отопительных секционных котлов тепловое напряжение (съем тепла) составляет 6000—11 000 ккал/м² · ч. Высший предел обеспечивается при сжигании высокосортного топлива и устройстве дутья под колосниковую решетку. Определение расхода топлива производится с учетом эксплуатационного коэффициента полезного действия (к. п. д.), значения которого находятся в пределах от 0,5 до 0,9 (меньшая величина относится к малым котельным, работающим на низкокачественном

топливе): Для сравнения между собой различных видов топлива существует понятие — «условное топливо», теплота сгорания которого равна 7000 ккал/кг. Расход условного топлива (в кг) на единицу выработанного котельной количества тепла, за которую принимается 10^6 ккал, определяется из выражения

$$B_k = \frac{10^6}{7000\eta},$$

где η — к. п. д. котельной установки.

Квартальные котельные рекомендуется объединять с прачечными и банями, размещая их на отдельном участке или в отдельном квартале жилого района. Здания котельных отделяются от ближайших жилых общественных зданий озелененной санитарно-защитной зоной шириной от 15 до 75 м. При многозольном торфяном топливе ширина зоны доводится до максимального значения 75 м, при газовом топливе сокращается до 15 м.

В здании котельной размещаются котельный зал, помещение для циркуляционных центробежных насосов, служебные и бытовые помещения. В малых котельных дутьевые вентиляторы и дымососы, устройства для очистки и умягчения воды (при необходимости в этом), а также ремонтная мастерская располагаются в помещении котельного зала. Склад топлива обычно выносится за пределы здания. Вывоз золы и шлака из котельной (как и ввоз топлива) производится в вагонетках или контейнерах на отдельную площадку, которая должна находиться от открытого склада топлива на расстоянии (противопожарный разрыв) от 10 м при угольном топливе до 30 м, если топливом служит торф.

Чтобы обеспечить движение воздуха, нужного для горения, через слой топлива, лежащий на колосниковой решётке, а также движение дымовых газов по газоходам котла, необходимо создать как в топке, так и в газоходах котла разрежение, т. е. тягу. Тяга может быть естественная или искусственная.

Естественная тяга создается за счет разности удельных весов столбов наружного воздуха и дымовых газов (в дымовой трубе), имеющих различную температуру. Величина тяги (в кг/м²) определяется по формуле

$$H = h(\gamma_{н. в} - \gamma_{д. г}),$$

где h — высота дымовой трубы в м;

$\gamma_{н. в}$, $\gamma_{д. г}$ — удельные веса наружного воздуха и дымовых газов в кг/м³.

Дымовая труба нужна не только для создания разрежения, обеспечивающего работу котла, но и для вывода дымовых газов

в верхние слои атмосферы во избежание загрязнения воздуха населенных мест.

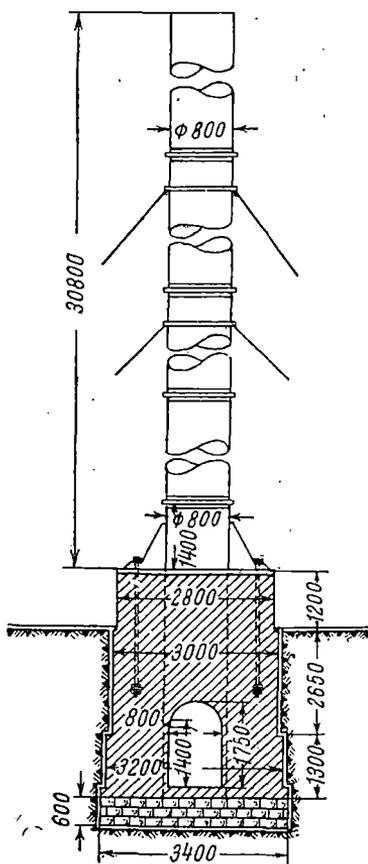
На естественной тяге обычно работают котельные малой теплопроизводительности в тех случаях, когда высота трубы не превышает 50 м. Котлы большой теплопроизводительности имеют большое сопротивление газопроводов, и естественная тяга для них недостаточна. В таких случаях применяются специальные центробежные вентиляторы (дымососы), устанавливаемые перед дымовой трубой, подвод воздуха в топку осуществляется при помощи центробежных дутьевых вентиляторов, т. е. тяга становится искусственной.

Высота дымовых труб находится в зависимости от максимального расхода топлива и принимается не менее 20 м при твердом топливе и 15 м — при газовом. Стальные, кирпичные и железобетонные трубы отдельно стоящих котельных должны быть не менее чем на 5 м выше низа перемычек оконных проемов верхнего этажа самого высокого здания, находящегося в радиусе 50 м, а встроенных котельных — в радиусе 25 м.

Предельная высота стальных труб принимается до 45, кирпичных — от 60 до 70, железобетонных — от 100 до 150 м.

Пример устройства отдельно стоящей стальной дымовой трубы высотой 30 м дан на рис. 8.

На рис. 9 показана небольшая квартальная котельная теплопроизводительностью $1,85 \cdot 10^6$ ккал/ч, достаточной для отопления нескольких жилых домов общим объемом до 80 тыс. м³. В котельной установлены попарно четыре водогрейных котла «Универсал-3», работающих



Болты по окружности 63 шт.

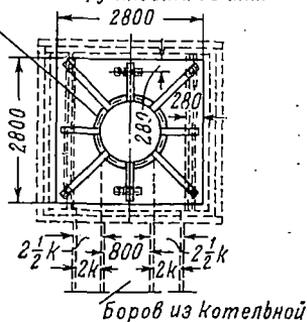


Рис. 8. Отдельно стоящая стальная дымовая труба

на газовом топливе, получаемом от газовой магистрали. При трехсменной работе в котельной занято всего пять человек.

Увеличение теплопроизводительности котельных снижает капитальные затраты, повышает экономичность установки, сокращает количество обслуживающего персонала, дает возможность использовать низкосортное топливо, позволяет механизировать и автоматизировать процессы обслуживания котлоагрегатов и уменьшает загрязнение территории и атмосферы городов.

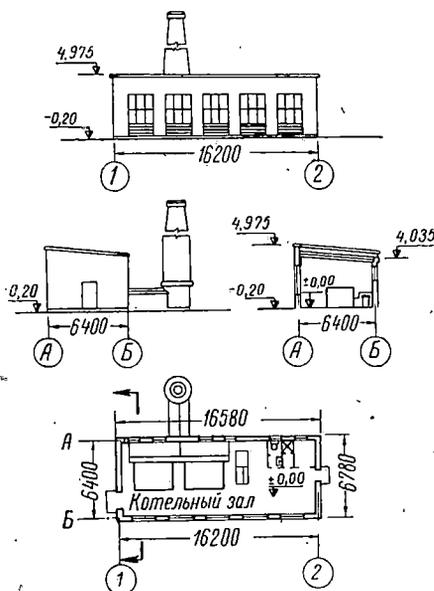


Рис. 9. Квартальная котельная

Наиболее выгодным является получение тепловой энергии от теплоэлектроцентралей, в которых одновременно с производством электроэнергии вырабатывается и отпускается тепло для целей теплоснабжения. Первая в СССР теплоэлектроцентраль общего пользования начала работать в 1924 г. на базе одной из Ленинградских конденсационных электростанций.

Принципиальная разница между конденсационной электростанцией и теплоэлектроцентралью показана на схемах рис. 10.

Пар высокого давления из парового котла конденсационной электростанции (рис. 10, а) поступает в соединенную с генератором

паровую турбину, в которой используется энергия давления пара. Для увеличения количества вырабатываемой электроэнергии следует иметь возможно больший перепад давления пара в турбине, поэтому выходящий из нее пар доводится до давления 0,04—0,05 ат с температурой 29—33°. Отработанный пар поступает в змеевик теплообменника-конденсатора, через который проходит холодная вода, взятая из ближайшего водоема (озеро, река); пар отдает воде удельную теплоту испарения и конденсируется. Так как конденсат не загрязнен механическими примесями, не содержит растворенного воздуха и солей жесткости, то он используется для питания котлов, куда подается центробежным насосом. Вода, обеспечивая конденсацию пара, с несколько повышенной температурой возвращается обратно в водоем, ее увеличенное теплосодержание теряется безвозвратно (до 50% тепла, развитого топливом, сожженным

грунтовой воды. Но коллекторы дороги по капитальным затратам, и поэтому их строительство ограничивается. Они устраиваются преимущественно на магистральных участках тепловой сети с большим количеством трубопроводов значительных диаметров.

Большое распространение имеют непроходные каналы, выполняемые из железобетонных блоков со специальными камерами, в которых размещается запорная арматура, контрольно-измерительные приборы, спускные и воздушные краны, а также ответвления от магистрального теплопровода к отопляемому зданию.

На рис. 11 изображена камера, устанавливаемая на магистральном теплопроводе. Она собирается из трех железобетонных блоков: верхнего, среднего и нижнего корытной формы.

Блоки изготовляются из тяжелого водонепроницаемого бетона на портландцементе. Установка верхнего блока (плиты) на средний блок производится на быстротвердеющем цементном растворе. Средний блок устанавливается на ниж-

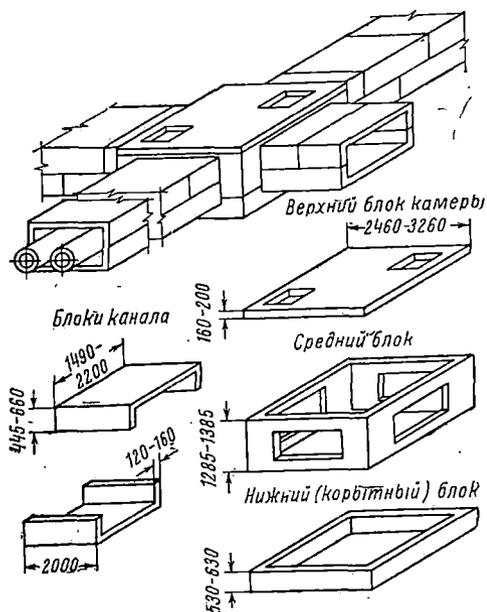


Рис. 11. Сборная железобетонная камера и блоки непроходного канала

ний на асфальтовой мастике. Связь блоков между собой осуществляется приваркой накладных пластин из полосовой стали к закладным анкерным пластинам. Блоки армируются сварными сетками и, кроме того, отдельными стержнями.

На том же рисунке показаны железобетонные корытные блоки непроходного канала, в котором укладываются теплопроводы, предварительно покрытые слоем армированной пенобетонной изоляции. Размеры каналов и камер находятся в зависимости от диаметра и числа теплопроводных линий.

В Ленинграде принята, как наиболее экономичная, бесканальная прокладка внешних магистральных теплопроводов. Только на поворотах и в отдельных, наиболее ответственных местах теплопроводы прокладываются в непроходных сборных каналах. При трассировке магистралей вблизи зданий выгодна

прокладка теплопроводов непосредственно в подвалах и технических подпольях.

Расход железобетона на строительство каналов и камер находится в зависимости от их типа и размеров, составляя от 150 до 650 м³ на 1 км теплопровода. Стоимость железобетонных конструкций составляет до четверти стоимости всех работ по сооружению тепловой сети.

Воздушная прокладка теплопроводов в городах применяется лишь в случае внутриквартальной их трассировки по глухим стенам жилых зданий; наибольшее распространение она полу-

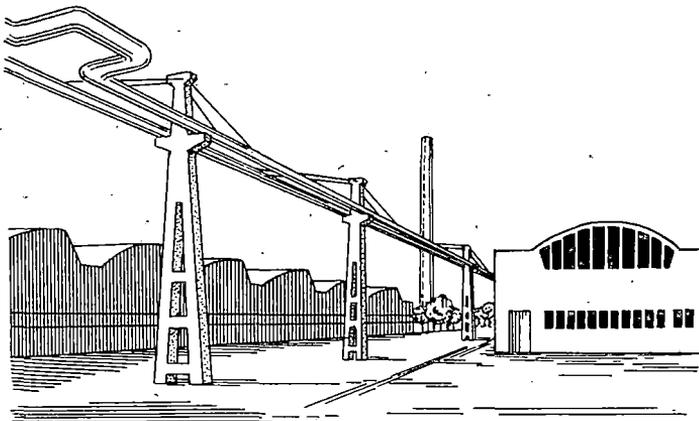


Рис. 12. Теплопровод, проложенный на мачтах

чила в районах вечной мерзлоты (г. Норильск и др.) и на территории промышленных предприятий, где прокладка нередко осуществляется на столбах, железобетонных мачтах и эстакадах.

На рис. 12 показан теплопровод, проложенный на железобетонных мачтах. На первом плане показан П-образный гнутый компенсатор теплового удлинения, крепление которого удалено на рисунке для большей ясности изображения.

Теплоэлектроцентрали не являются последним словом теплоэнергетической техники. Наша страна располагает огромными запасами подземных горячих вод (см. § 2): Уже в настоящее время в Махачкале ими отапливается большой район с несколькими банно-душевыми установками. В 1962 г. горячая вода из скважин Илийской впадины была подана в Алма-Ату. Освоение месторождений геотермальных вод обеспечит, в частности, полную теплофикацию к 1968 г. Петропавловска-Камчатского. Сейчас во многих местах ведутся изыскательские, проектные и строительные работы, сулящие большие выгоды, поскольку при использовании горячей воды и пара из естественных

месторождений затраты на бурение и строительство теплоэлектростанции будут окупаться всего лишь за 3—4 года.

На рис. 13 показана действующая геотермоэлектростанция мощностью 250 тыс. кВт, построенная в Вайракей (Новая Зеландия) на месте выхода глубинного природного пара.

Одна из возможных схем получения и использования глубинного тепла может быть следующей. В центре выбранного района бурится группа скважин. Вокруг нее на расстоянии

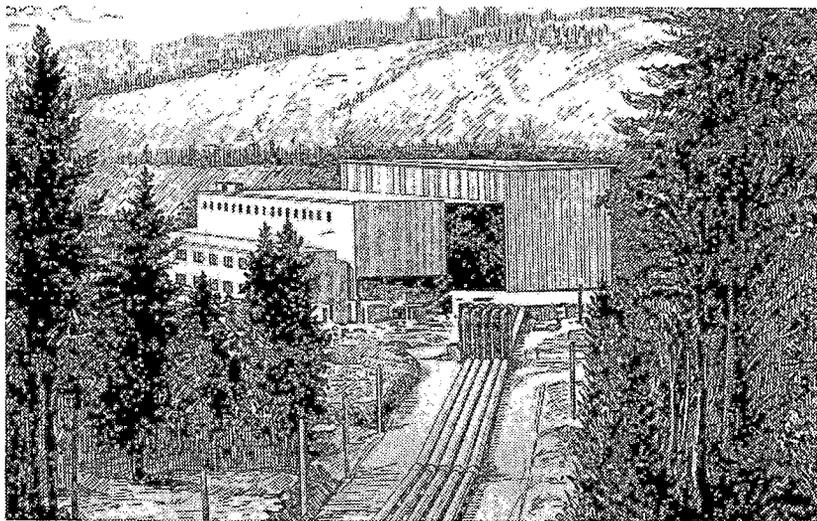


Рис. 13. Геотермоэлектростанция в Вайракей (Новая Зеландия)

40—100 км создается кольцо таких же скважин, из которых на поверхность будет выводиться пар и горячая вода, что обеспечивается поступлением холодной воды к центральной группе скважин с понизившимся горизонтом воды. Нагревание воды до высокой температуры происходит за счет земного тепла по мере движения воды — «вечного путешественника» в пористых породах. При этом, конечно, возможно частичное охлаждение некоторых слоев земли, но количество тепла, взятого у нее таким путем, ничтожно в сравнении с имеющимися его запасами, постоянно пополняемыми за счет самопроизвольного распада содержащихся в породах радиоактивных элементов (урана, тория, радия и др.).

Колоссальные энергетические ресурсы заключены в атомных ядрах. При ядерных превращениях высвобождается энергия, примерно в 10 млн. раз большая, чем при сжигании топлива равного веса. Термоядерные реакторы уже сейчас находят при-

менение в качестве источников тепла для получения пара, который в обычном цикле через паровые турбины и генераторы (см. рис. 10) дает электроэнергию и, кроме того, горячую воду для теплоснабжения зданий.

§ 6. Трубы, соединительные части и арматура

Для устройства сети систем водяного и парового отопления зданий применяются стальные черные водогазопроводные трубы со сварным швом. Они изготовляются длиной от 4 до 12 м

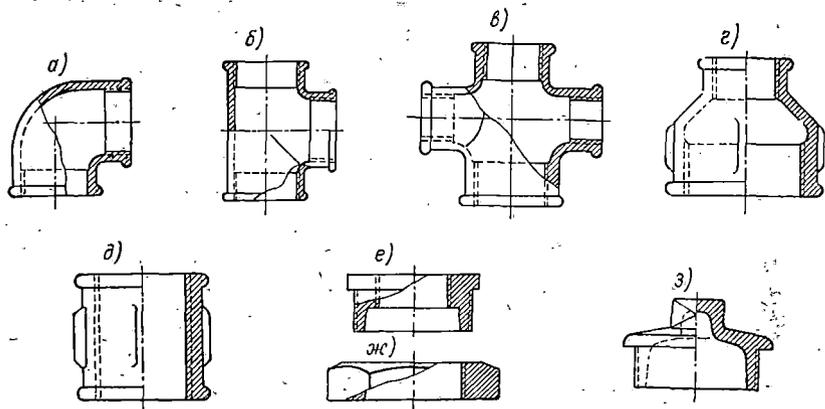


Рис. 14. Соединительные части для водогазопроводных труб.

а — угольник; б — тройник; в — крестовина; г — муфта переходная; д — муфта соединительная; е — футорка; ж — контргайка; з — пробка (заглушка)

и имеют диаметр условного прохода от 10 до 150 мм*. Стенки труб толщиной от 2 до 4,5 мм выдерживают при испытании на заводе-изготовителе гидравлическое давление до 25 ат. Толщина стенок усиленных труб, равная 2,5—5,5 мм, позволяет увеличивать предельное давление при испытании до 32 ат.

Для монтажа теплопроводов вне зданий применяются бесшовные стальные трубы с максимальным диаметром 350 мм и электросварные трубы еще большего диаметра.

Трубы соединяются друг с другом на резьбе (нарезанной или накатанной), если их диаметр не превышает 50—70 мм, и при большем диаметре — на фланцах. Сварные соединения применяются для труб любых диаметров.

Соединение прямых участков, образование разветвлений и поворотов осуществляется с помощью фасонных частей (фитингов) из ковкого чугуна или стали. На рис. 14 показаны некоторые фасонные резьбовые части, служащие для образования

* 10, 15, 20, 25, 32, 40, 50, 70, 80, 90, 100, 125 и 150 мм (ГОСТ 3262—62).

поворота на трубном участке (угольник), устройства в одной точке трубы одного или двух ответвлений от нее (тройник и крестовина), соединения между собой двух труб разного диаметра (муфта переходная и футорка), соединения двух труб одинакового диаметра (муфта прямая), создания упора и уплотнения разъемного муфтового соединения (контргайка), заглушки торцового отверстия с внутренней цилиндрической резьбой (пробка).

Неразъемное соединение двух труб создается так называемой «короткой» резьбой (рис. 15). «Длинная» резьба позволяет разобрать соединение без изменения положения труб и без их перерезки.

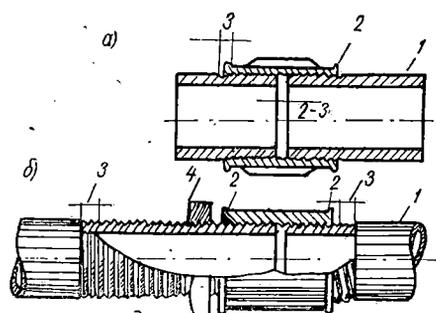


Рис. 15. Цилиндрическая трубная резьба
а — короткая резьба; *б* — длинная резьба; 1 — труба; 2 — муфта; 3 — сбеги резьбы; 4 — контргайка

Уплотнение цилиндрического резьбового соединения труб системы водяного отопления (при температуре воды не выше 105°) производится наматыванием на резьбу льняной пряжи, пропитанной белилами или свинцовым суриком, замешанным на натуральной олифе. В системе парового отопления для получения температуростойкого уплотнения применяется асбестовая пряжа, пропитанная графитом, замешанным на олифе.

Для отключения отдельных частей системы отопления и регулирования количества теплоносителя, проходящего по трубе, применяется запорно-регулирующая арматура. В зависимости от положения (по отношению к потоку) запирающего или регулирующего элемента, его формы и направления перемещения различаются арматура следующих типов: клапанная (или вентильная), золотниковая (задвижки), крановая и дроссельная.

В арматуре вентильного типа (рис. 16, *а*) дисковый затвор открывает или закрывает отверстие в седле, предназначенное для прохода транспортируемой среды (вода или пар).

В золотниковой арматуре (рис. 16, *б*) возвратно-поступательное движение затвора (диск или клин) происходит в плоскости, перпендикулярной к оси потока.

В крановой арматуре (рис. 16, *в*) при повороте конической пробки вокруг своей оси на 90° закрывается или открывается проход через сквозное отверстие в ней.

В дроссельной арматуре (рис. 16, *г*) такой же результат достигается поворотом диска (дросселя) вокруг оси на 90°.

Вентили любых диаметров и задвижки при диаметре выше 50 мм устанавливаются на магистральных трубопроводах, а также для отключения грязевиков, элеваторов и другого обо-

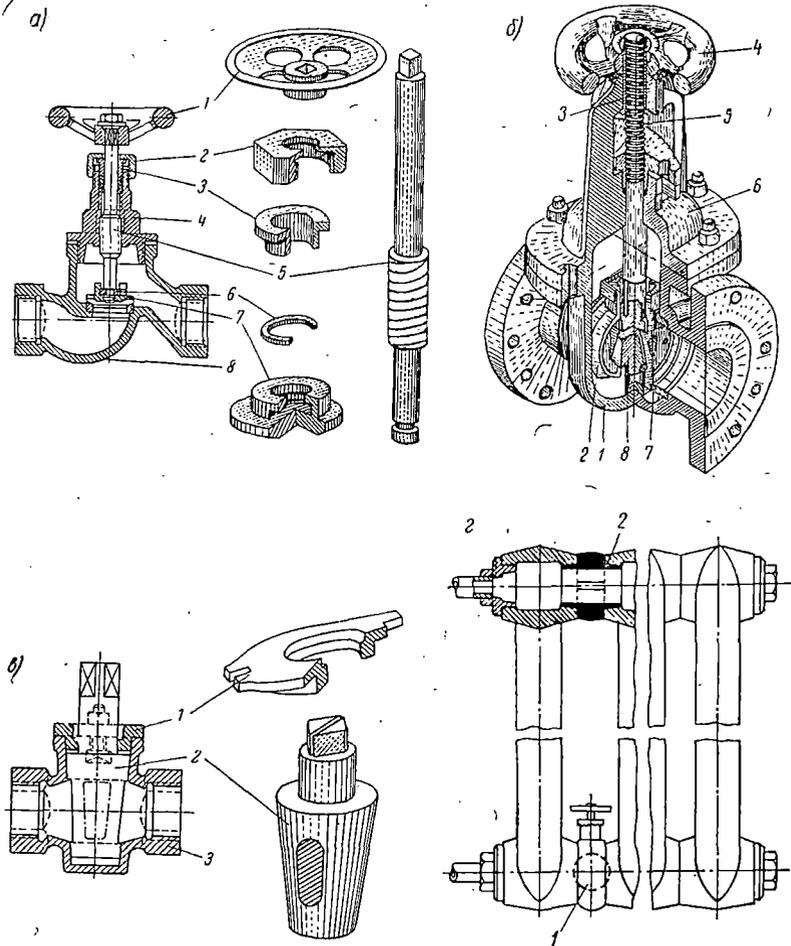


Рис. 16. Запорно-регулирующая арматура

a — муфтовый вентиль: 1 — маховик; 2 — накидная гайка; 3 — уплотнительная муфта; 4 — крышка корпуса; 5 — шпindel; 6 — кольцо; 7 — дисковый затвор; 8 — корпус; *б* — параллельная задвижка с выдвигным шпindelем: 1 — корпус; 2 — шибер; 3 — гайка; 4 — маховик; 5 — шпindel; 6 — крышка; 7 — кольцо; 8 — клин; *в* — сальниковый пробочный кран: 1 — крышка сальника; 2 — пробка; 3 — корпус; *з* — установка межсекционного крана ДГИ: 1 — кран ДГИ (дроссель Гусева — Иофа); 2 — установочная вставка

рудования. Вентили, кроме того, устанавливаются на отопительных стояках, у нагревательных приборов систем парового отопления, calorиферов систем воздушного отопления и приточной вентиляции.

Крановая (пробочная) арматура в системах отопления применяется редко — лишь на стояках системы водяного отопления при отсутствии вентиляей.

Дроссельные (шиберные) и регулировочные краны других конструкций ставятся обычно на горячей подводке к нагревательным приборам водяного отопления. Возможны и иные конструктивные решения, — в частности, кран ДГИ устанавливается между первой (считая от стояка) и второй секциями радиатора (рис. 16, з).

Для уменьшения бесполезных потерь тепла и предохранения воды от замерзания трубопроводы отопления, прокладываемые на чердаке, в технических подпольях, подвалах и каналах, покрываются слоем тепловой изоляции. Применяемые для этого теплоизоляционные материалы должны иметь коэффициент теплопроводности не выше $0,10 \text{ ккал/м} \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{С}$.

Трудоемкая в исполнении мастичная изоляция, представляющая собой смесь асбеста или других волокнистых материалов с вяжущими веществами, наносится на горячую трубу в виде густой массы, затворенной на воде.

Наиболее часто применяемая формовочная изоляция из диатомита, пеностекла, пенобетона; минеральной ваты и иных малотеплопроводных материалов изготавливается в виде сегментов, полуцилиндров (скорлуп), плит и матов, накладываемых на изолируемую поверхность с последующим нанесением защитного слоя (рис. 17).

Простая в исполнении, но непрочная оберточная изоляция изготавливается из асбестовой бумаги, минерального войлока, асбестового шнура и алюминиевой фольги.

Засыпная изоляция выполняется из пенобетонной крошки, гранулированной минеральной ваты и других сыпучих и волокнистых материалов, которыми заполняется промежуток между трубой и стенкой канала или футляра.

Тепловой эффект изоляции оценивается ее к. п. д.:

$$\eta = \frac{Q_{\Gamma} - Q_{\text{из}}}{Q_{\Gamma}},$$

где Q_{Γ} , $Q_{\text{из}}$ — теплопотери неизолированной и изолированной труб, отнесенные к 1 м длины.

К. п. д. изоляции находится в пределах от 0,6 до 0,8 при толщине слоя 40—50 мм (мастичная изоляция) на трубах диамет-

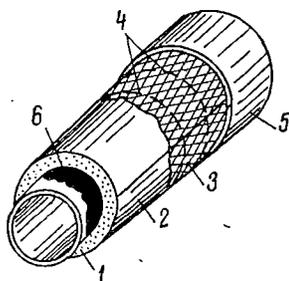


Рис. 17. Тепловая изоляция стального трубопровода

1 — минеральная вата; 2 — крафт-бумага; 3 — сетка из проволоки; 4 — проволочная затяжка; 5 — асбестоцементная корка; 6 — антикоррозийное покрытие

ром до 100 мм. Кроме труб, тепловой изоляцией покрываются отдельные элементы и оборудование систем отопления и различная арматура, устанавливаемая на магистральных трубопроводах.

Прокладка отопительных трубопроводов обычно ведется открыто у стен отапливаемых помещений. Для зданий с внутренней отделкой повышенного качества применяется скрытая прокладка труб в специальных бороздах и каналах. Трубы должны иметь возможность свободного перемещения при изменении тем-

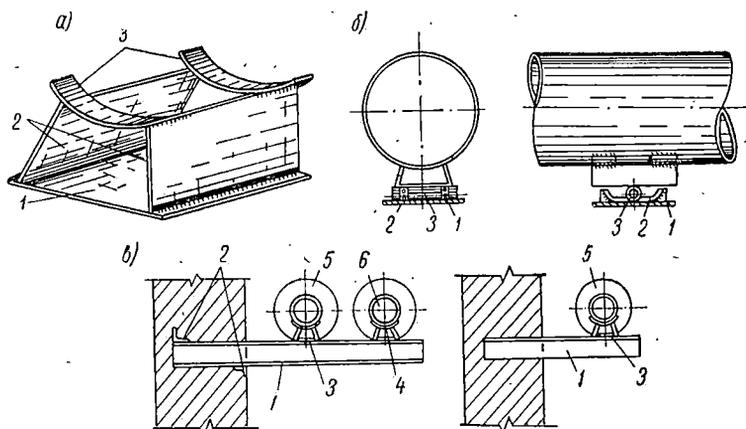


Рис. 18. Типы опор

a — катковая опора; *б* — скользящая опора; 1 — скользящий лист; 2 — ребра; 3 — подкладки; *в* — крепление труб на кронштейне; 1 — кронштейн; 2 — подкладки из уголка; 3 — скользящая опора; 4 — подкладка под скользящую опору; 5 — изоляция трубопровода; 6 — трубопровод

пературы теплоносителя и поэтому в местах прохода через ограждения заключаются в металлические гильзы. Тогда температурное перемещение труб происходит без повреждения стены, перегородки, перекрытия и т. д. Длинные (более 25—30 м) прямые участки труб должны иметь специальные устройства, компенсирующие, т. е. воспринимающие, температурное удлинение. Этим устройством служит или изгиб трубы, вызванный необходимостью ее поворота, или же специальный компенсатор, представляющий собой трубу, изогнутую в виде буквы П (см. рис. 12).

В жилых зданиях прокладка трубопроводов не связана с предъявлением специальных требований к прочности и размерам тех конструкций, к которым они крепятся. В промышленных зданиях вес и размеры прокладываемых магистралей отопления больших диаметров следует учитывать в конструктивных и планировочных решениях и при определении размеров

подпольных каналов. При любых способах прокладки трубы должны быть или надежно подвешены, или плотно положены на опоры.

Опоры делаются двух типов — неподвижными и подвижными, т. е. допускающими перемещение трубы в осевом направлении. Подвижные (скользящие) и катковые опоры простейших конструкций, применяемые для внутрищелевой прокладки труб; показаны на рис. 18.

§ 7. Нагревательные приборы систем центрального отопления

Нагревательные приборы подразделяются на два основных типа: радиаторы и бетонные отопительные панели, отдающие тепло преимущественно лучеиспусканием; ребристые трубы и конвекторы, отдающие тепло в основном конвекцией.

Наиболее распространенными в гражданском строительстве являются радиаторы, различающиеся:

по высоте — на низкие (300 мм), средние (500 мм) и высокие (1000 мм);

по глубине — на малые (100 мм) и нормальные (180 мм);

по материалу — на чугунные, стальные и редко применяющиеся — неметаллические (керамические и фарфоровые).

Отечественная промышленность выпускает около десяти типов чугунных радиаторов различных размеров. На рис. 19 показан боковой вид чугунного радиатора марки М-140 (глубина 140 мм), два разреза отопительной батареи, собранной из таких трех секций, и ниппель 1, служащий для их соединения. В ниппельных отверстиях крайних секций устанавливаются две сквозные радиаторные пробки 2 с внутренней резьбой для присоединения к трубам системы отопления и две глухие пробки 3. Между торцами секций при водяном отоплении для уплотнения соединения ставится прокладка из тряпичного картона, пропитанного олифой. При паровом отоплении прокладка делается из паронита — смеси асбестового волокна, каучуковой эмульсии и каолина, прошедшей специальную обработку и отпрессованной в листы толщиной 1—2 мм.

Размеры радиаторной секции любого типа характеризуются расстоянием между центрами ниппельных отверстий (монтажная высота) h_m , полной высотой h_n , глубиной b и строительной шириной a ; для радиаторной секции М-140: $h_m=500$ мм; $h_n=582$ мм; $b=140$ мм; $a=96$ мм. Поверхность нагрева секции составляет $0,254$ м² при ее весе 7,6 кг. Отопительная батарея может быть собрана из любого количества секций, но обычно не более 15—20 штук.

Стальные сварные панельные радиаторы имеют в сравнении с чугунными меньший вес и при малой глубине особенно удобны для установки в крупнопанельных зданиях. Радиаторы такого

типа используются в системах водяного отопления, заполняемых и питаемых от ТЭЦ или котельных, имеющих водоподготовительные устройства, так как только тогда вода будет полностью обезвоздушена (деаэрирована), умягчена и лишена агрессивных качеств, вызывающих коррозию металла.

На рис. 20 показан стальной панельный радиатор. Радиатор шириной (длиной) от 518 до 1510 мм состоит из двух штампованных стальных листов, сваренных контактной сваркой.

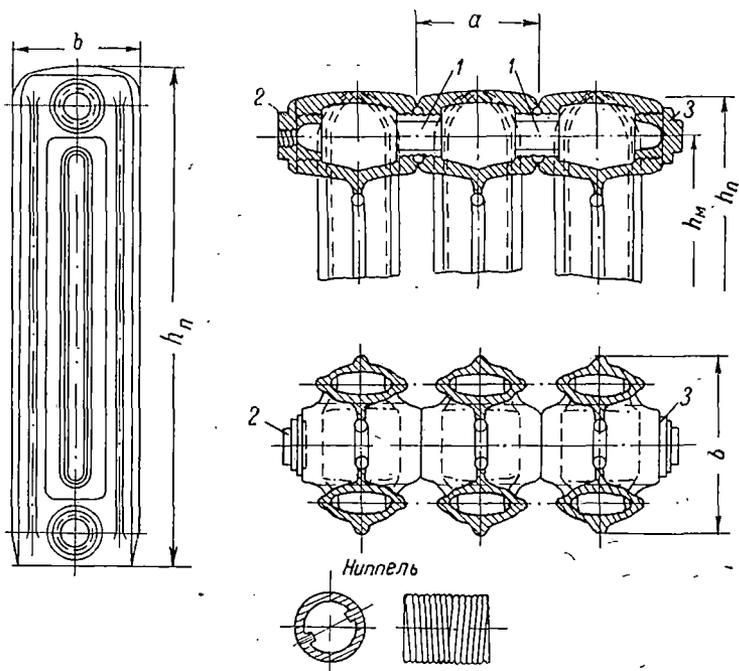


Рис. 19. Чугунные секционные радиаторы марки М-140

1 — ниппель; 2 — сквозная радиаторная пробка; 3 — глухая радиаторная пробка

Поверхность нагрева радиатора составляет $F_{пр} = 2,25h_nL$, а вес радиатора длиной 518 мм — только 7,5 кг при поверхности нагрева $F_{пр} = 0,65 м^2$.

Бетонные отопительные панели классифицируются:

по высоте — на высокие (стеновые и перегородочные), средние и низкие (для установки под окнами);

по конструкции — на свободстоящие, размещенные в нишах или специальных вырезах строительных конструкций, и монолитные, являющиеся их частью;

по материалу нагревательного элемента — на панели со змеевиками или регистрами, выполненными из стальных или

стеклянных термостойких труб, а также на беструбные со специально обработанной поверхностью каналов для прохода теплоносителя, отформованных непосредственно в теле бетона.

Размеры панелей не регламентированы и определяются в основном величиной потери тепла отапливаемого помещения и местом установки. Так, свободностоящие панели, устанавливаемые под окнами, по длине могут превышать ширину оконного проема не более чем на 200 мм в каждую сторону. Моно-

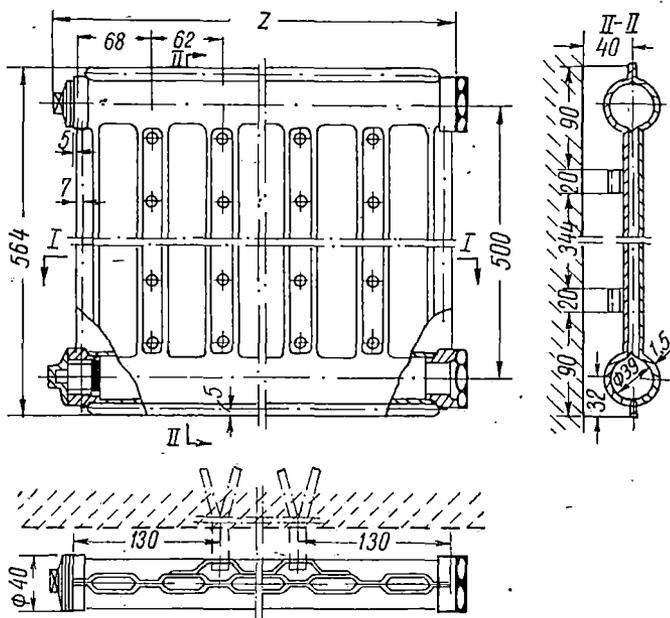
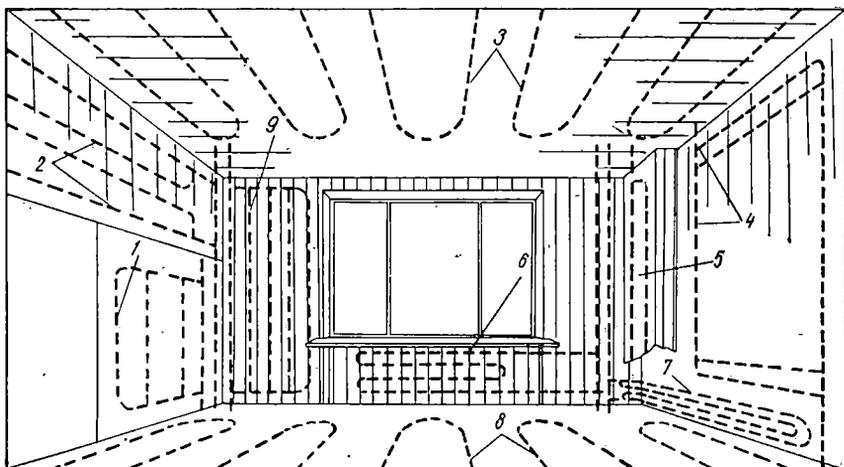


Рис. 20. Стальной панельный радиатор

литные и свободностоящие панели при расположении их в наружных стенах могут иметь ширину, равную ширине наружной стены. Ширина панелей, устанавливаемых в перегородках у наружных стен, не должна превышать 1000 мм.

Если панели устанавливаются под окнами на высоте до 1 м или нагревательные элементы вмонтированы в пол отапливаемого помещения и отдают при этом лучеиспусканием не более 50% всей теплоотдачи, то система отопления, оборудованная такими приборами, называется панельной. Если нагревательные элементы или панели размещаются в потолке, то такая система называется лучистой, поскольку их теплопередача происходит тогда в основном за счет лучеиспускания и в меньшей степени — конвекцией. При закладке нагревательных элементов и панелей в перегородки и стены система отопления сохраняет

a)



б)

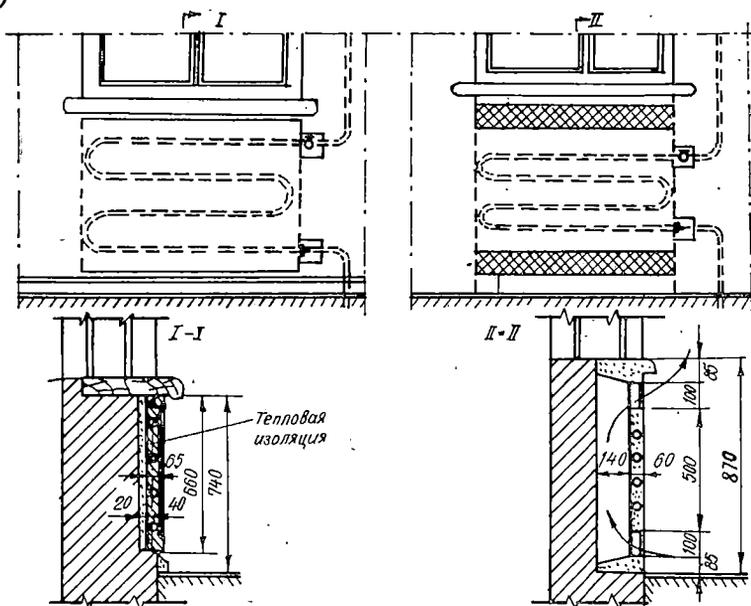


Рис. 21. Схемы размещения и установки панелей

а — размещение различных типов отопительных панелей и нагревательных элементов в ограждениях помещения: 1 — перегородочное; 2 — ригельное; 3 — потолочное; 4 — контурное; 5 — колонное; 6 — подоконное; 7 — плинтусное; 8 — напольное; 9 — стенное; б — установка отопительных подоконных панелей с односторонней теплоотдачей и двухсторонней теплоотдачей

название панельной, хотя теплоотдача излучением возрастает по мере увеличения высоты, на которой устанавливается панель. Кроме того, в зависимости от места размещения нагревательных элементов и отопительных панелей панельное и лучистое отопление получают дополнительные наименования: перегородочное, ригельное и т. д. (рис. 21, а).

Панели устанавливаются под окнами в двух вариантах: с односторонней и двухсторонней теплоотдачей (рис. 21, б). Такая установка нагревательного прибора любого типа парализует ниспадающий вдоль окна поток охлажденного воздуха. Установка бетонных панелей в перегородках и в потолке не обеспечивает этой защиты.

Одно из возможных конструктивных решений лучистой системы отопления представляет совмещение нагревательной панели с панелью перекрытия, изготовленной из бетона, асбестоцемента или керамзита. Панель, армированная трубчатым стальным регистром, укладывается на балки, образуя несущую часть перекрытия.

Лучистое отопление обеспечивает равномерную температуру воздуха помещения и несколько повышенную температуру внутренних поверхностей наружных ограждений. Это понижает теплоотдачу человека лучеиспусканием и улучшает его самочувствие.

Наиболее распространенный тип конвекторного нагревательного прибора — чугунные ребристые трубы с круглыми или с прямоугольными ребрами. Трубы с круглыми ребрами выпускаются длиной 0,5; 0,75; 1,0; 1,5; 2,0 м, поверхность нагрева соответственно 1,0; 1,5; 2,0; 3,0; 4,0 м² и весом 18,8; 28,2; 37,6; 56,5; 75,2 кг. Фланцы на концах трубы служат для присоединения на болтах с помощью контрфланцев к трубопроводу системы отопления (рис. 22, а).

Ребристая труба — компактный нагревательный прибор, но наличие ребер в отличие от радиаторов и бетонных панелей затрудняет очистку трубы от пыли. Установка ребристых труб не разрешается в зданиях жилых, учебных, административных, а также в ряде зданий общественно-коммунального характера и в тех производственных помещениях, где технологический процесс влечет за собой выделение пыли. Применение ребристых труб допустимо в спортивных сооружениях, бытовых помещениях, банях и прачечных, а также в фабрично-заводских помещениях при отсутствии или при незначительном выделении в них пыли.

Конвектор плитусного типа (рис. 22, б) представляет собой закрытую кожухом стальную трубу диаметром 15 мм с плотно насаженным на нее оребрением из листовой стали толщиной 0,50—0,55 мм; конвектор длиной 1,25 м имеет поверхность нагрева 1,06 м² при весе всего лишь 4,1 кг. Основным

достоинством конвектора является меньший (по сравнению с радиаторами) вес, отнесенный к одинаковому количеству отдаваемого тепла, недостатком — трудность очистки от пыли.

Нагревательные приборы следует размещать преимущественно под окнами помещений и у наружных стен. В лестничных

а)

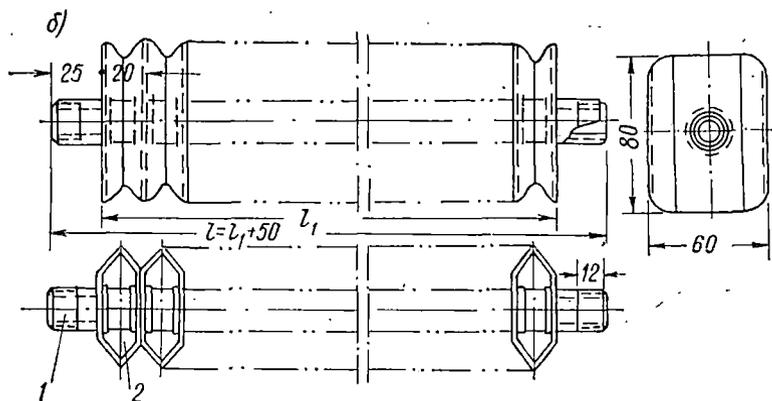
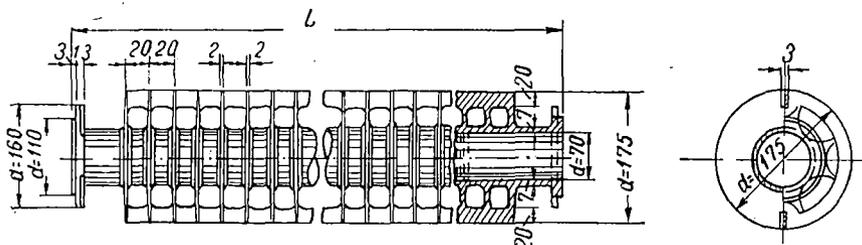


Рис. 22. Типы конвекторных нагревателей

а — труба отопительная с круглыми ребрами; б — конвектор плитусного типа (без кожуха); 1 — труба $d_y = 15$ мм; 2 — прямоугольная пластина оребрения

клетках зданий высотой до четырех этажей все нагревательные приборы располагаются в первом этаже у входа (но не в отсеке тамбура с наружной дверью).

Радиаторы, ребристые трубы и конвекторы могут устанавливаться в два или три ряда, располагаясь друг над другом.

При обычной установке отопительных приборов на высоте не более 1 м от уровня пола принимаются (СНиП II-Г. 7-62) следующие предельные температуры поступающего в них теплоносителя:

для детских ясель и садов, больниц — 85°C (вода);
 для жилых домов, школ, поликлиник и других близких по назначению зданий — 95°C (вода);
 для бань, прачечных, магазинов, кинотеатров — 150°C (вода или пар);
 для производственных помещений — от 110 до 150°C (вода или пар).

Температура воды, остывшей в приборах, обычно принимается равной 70°C .

При установке бетонных отопительных панелей перегородочного типа на высоте не более 1 м над уровнем пола предельная температура поверхности принимается 45°C .

§ 8. Водяное отопление

Движение воды по трубопроводам от котла к нагревательным приборам обеспечивается давлением, создаваемым или за счет разности объемных весов охлажденной и горячей воды, или за счет действия центробежного насоса с электроприводом. В первом решении система водяного отопления называется прavitационной или системой с естественной циркуляцией, во втором — системой с искусственным или насосным побуждением.

Принципиальная схема гравитационной системы водяного отопления дана на рис. 23, где показаны котел, нагревательный прибор, связывающее их циркуляционное кольцо трубопроводов и проточный расширительный сосуд, служащий для вмещения прироста объема воды, образующегося при повышении температуры, и для удаления воздуха, выделяющегося при нагревании. Излишек воды сливается из системы через переливную трубу расширительного сосуда. Положение в нем уровня воды определяется с помощью контрольной трубы, снабженной краном, выведенной, как и переливная, к раковине в котельном помещении.

Предполагая, что трубы идеально изолированы, можно считать, что температура и, следовательно, объемный вес воды будут изменяться только в котле и нагревательном приборе. Для упрощения принимается, что это изменение происходит на уровне горизонтальной плоскости, проведенной через центр котла и прибора.

Сечение $A-A$ будет испытывать с обеих сторон давление столба воды одинаковой высоты, но давление справа будет больше вследствие большего удельного веса охлажденной воды, а именно:

$$h_0\gamma_0 + h\gamma_0 + h_1\gamma_r.$$

Меньшее давление слева составит соответственно:

$$h_0\gamma_0 + h\gamma_r + h_1\gamma_r.$$

Разность давлений на сечение А—А

$$H = h(\gamma_0 - \gamma_r) \text{ кг/м}^2.$$

Величина этого давления составит при разности отметок центра котла и центра прибора, равной обычно не более, чем 3 м, и температурах $t_r = 95^\circ \text{C}$, $t_0 = 70^\circ \text{C}$, являющихся расчетными для жилых зданий,

$H = 3(977,81 - 961,92) = 48 \text{ кг/м}^2$, или с незначительной погрешностью 48 мм вод. ст.

Так как вода остывает в действительности не только в нагревательном приборе, но и в трубопроводе, то гравитационное давление окажется немногим больше этой величины (на 10—20%).

Незначительная величина гравитационного давления обеспечивает движение воды по трубам с очень малой скоростью, не превышающей 0,15—0,20 м/сек. При устройстве гравитационного водяного отопления даже в небольшом здании диаметры труб оказываются большими, а это удорожает систему. Кроме того, устройство индивидуальной домовой котельной невыгодно из-за ее низкого к. п. д. и к тому же нежелательно из-за неизбежного ухудшения санитарного состояния территории от действия многочисленных котельных с невысокими дымовыми трубами. Гравитационные системы водяного отопления с домовыми котельными поэтому допускаются только при отсутствии возможности обеспечения теплоснабжения зданий от ТЭЦ или крупных котельных.

Случаи применения гравитационных систем (за исключением квартирного отопления) редки. Современные системы водяного отопления осуществляются, как правило, с искусственным побуждением циркуляции воды за счет работы центробежного насоса с электроприводом, установленного в помещении котельной. Высокое давление, создаваемое насосом (3000—5000 кг/м²), обеспечивает большую скорость передвижения воды по трубам относительно малого диаметра (в сравнении с гравитационными системами), что уменьшает первоначальные затраты на устройство отопления.

Общий вид и разрез одноступенчатого (одноколесного) центробежного насоса, спаренного на одном валу с электродвигателем

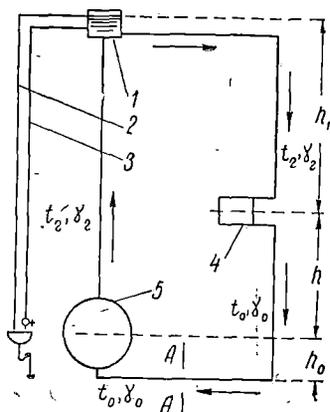


Рис. 23. Принципиальная схема гравитационной системы водяного отопления

1 — расширительный сосуд; 2 — переливная труба; 3 — контрольная труба; 4 — нагревательный прибор; 5 — котел

телем, показан на рис. 24. Насосы такого типа применяются как в системах отопления, так и в насосных установках водоснабжения. Повышенное давление воды, выходящей из насоса, создается лопастным (рабочим) колесом, вращающимся в спиральном корпусе, который выполнен в одной чугунной отливке с входным и выходным патрубками насоса. Вода поступает в колесо через всасывающий (входной) и выходит через напорный (выходной) патрубки в магистральный трубопровод системы отопления. Лопастное колесо крепится на валу электро-

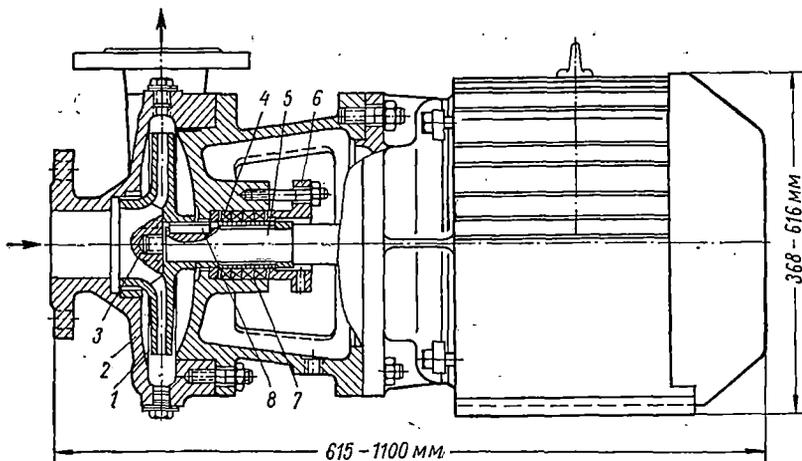


Рис. 24. Разрез (продольный) и общий вид одноступенчатого центробежного насоса

1 — лопастное (рабочее) колесо; 2 — спиральный кожух; 3 — гайка; 4 — хлопчатобумажная набивка; 5 — вал; 6 — крышка сальника; 7 — «фонарь»; 8 — шпонка

двигателя шпонкой и гайкой. Узел уплотнения вала состоит из корпуса сальника, отлитого вместе с «фонарем», крышки сальника и набивки.

Мощность электродвигателя центробежного насоса определяется по формуле

$$N = \frac{v N_n \gamma k}{3600 \cdot 102 \eta_n \eta_p \cdot 1000} \text{ квт,}$$

где v — производительность насоса в $\text{м}^3/\text{ч}$;
 N_n — давление, создаваемое насосом, в $\text{кг}/\text{м}^2$;
 γ — удельный вес воды в $\text{кг}/\text{м}^3$ (для ориентировочных расчетов принимается $1000 \text{ кг}/\text{м}^3$);
 k — коэффициент запаса;
 η_n, η_p — к. п. д. насоса и ременной передачи.

От ТЭЦ или от центральной котельной теплоноситель-вода поступает в отапливаемые здания под давлением, создаваемым

насосом, по сети теплопроводов, проложенных, обычно в непроходных каналах и подвалах (рис. 25).

Теплопроводы (прямой и обратный) вводятся в здание через специальный проем в фундаменте, обычно оставляемый при строительстве. Если ввод устраивается в существующее здание, то необходимо до пробивки проема завести на место и заделать швеллерные балки (рис. 26). При устройстве фундамента из рваного камня или из бетонных блоков балки располагаются

непосредственно под кирпичной кладкой. Заделка проема производится пенобетонным боем на цементном растворе с последующей штукатуркой. В зданиях располагаются узлы управления (тепловой центр), для размещения которых отводится помещение площадью 12—15 м² в техническом подполье или в подвальном этаже, используемом и для прокладки теплопроводов. Если вода, подаваемая в здание, имеет температуру выше 95°, а назначение здания исключает возможность непосредственного питания нагревательных приборов такой водой, то тепловой центр (рис. 27, а) устраивается с водоструйным элеватором. Вода из теплосети поступает в смесительную камеру элеватора (рис. 27, б), в которой создается разрежение, под его влиянием

подсасывается часть охлажденной воды ($t=70^{\circ}\text{C}$) из системы отопления, смешивается с горячей водой из теплосети $t=105 \div 130^{\circ}\text{C}$ и с пониженной температурой ($t=95^{\circ}\text{C}$) подается в нагревательные приборы. Остальная часть охлажденной воды из здания возвращается в котельную (или ТЭЦ). В узле управления ставятся четыре задвижки. Две, расположенные до элеватора, служат для отключения системы отопления от тепловой сети или подключения к ней. Задвижками, установленными после элеватора, регулируется количество и давление воды, циркулирующей в системе отопления. Величина давления определяется манометрами. По разности их показаний можно определить потерю давления в элеваторе или в системе отопления. Количество воды, поступающей в систему, учитывается водомером. Очистка воды от механических примесей, оседающих при понижении скорости воды, производится в грязевиках

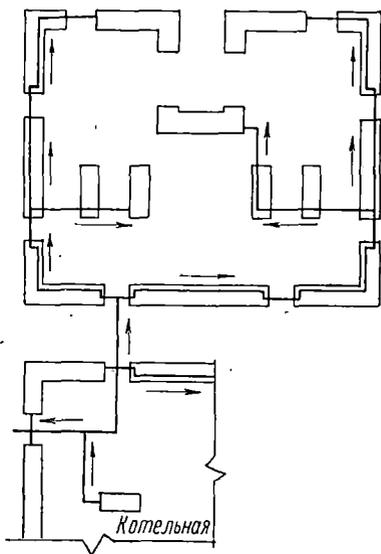


Рис. 25. Сеть наружных теплопроводов квартала

(рис. 27, в). Температура воды измеряется до элеватора (температуры воды, подаваемой из теплосети), после элеватора (температура смеси) и на обратной линии (температура воды, охлажденной в системе).

Все количество воды, требуемое для отопления здания, поступает из теплового центра (в общем случае) по главному стояку в распределительные магистрали (горячие или прямые) и из них в участки труб с ответвлениями к нагревательным

*Свободный проход теплопроводов ($D_y = 50 \div 300$ мм)
через фундамент*

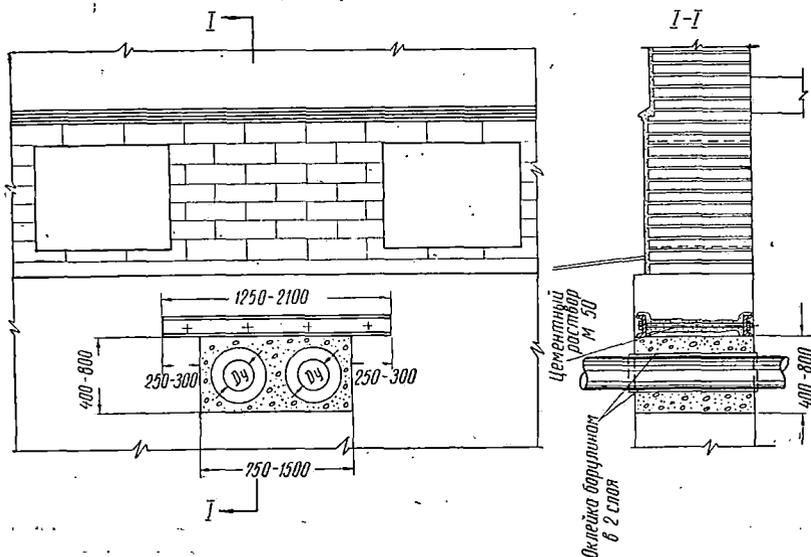


Рис. 26. Устройство ввода в существующее здание

приборам; охлажденная в них вода поступает в «обратные» магистрали, идущие к теплоцентру, откуда выводится в наружную теплосеть.

В зависимости от положения горячей магистрали системы подразделяются на системы с верхней разводкой, нижней и смешанной или поэтажной (рис. 28, А и Б, Г и В).

Если в горячей и обратной магистралях, обслуживающих одни и те же стояки, направление движения воды не совпадает, то система называется системой с тупиковой разводкой (рис. 28, А), а если совпадает — с попутной разводкой (рис. 28, Б).

По количеству вертикальных труб (стояков), питающих группу расположенных друг под другом приборов, системы

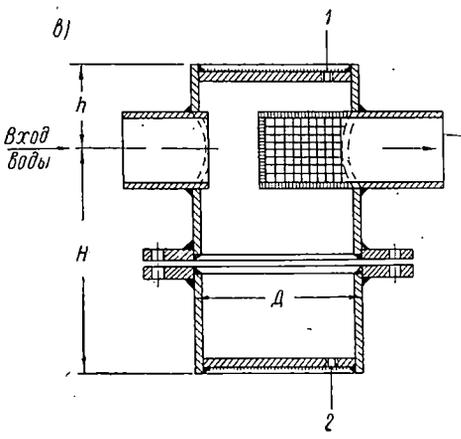
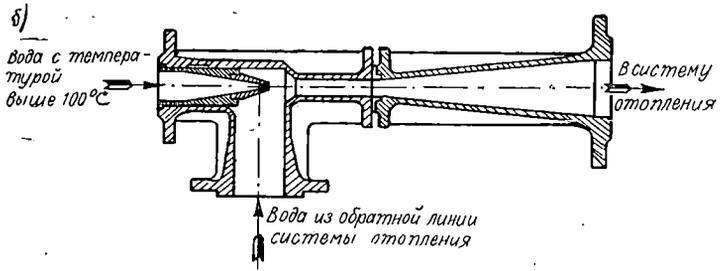
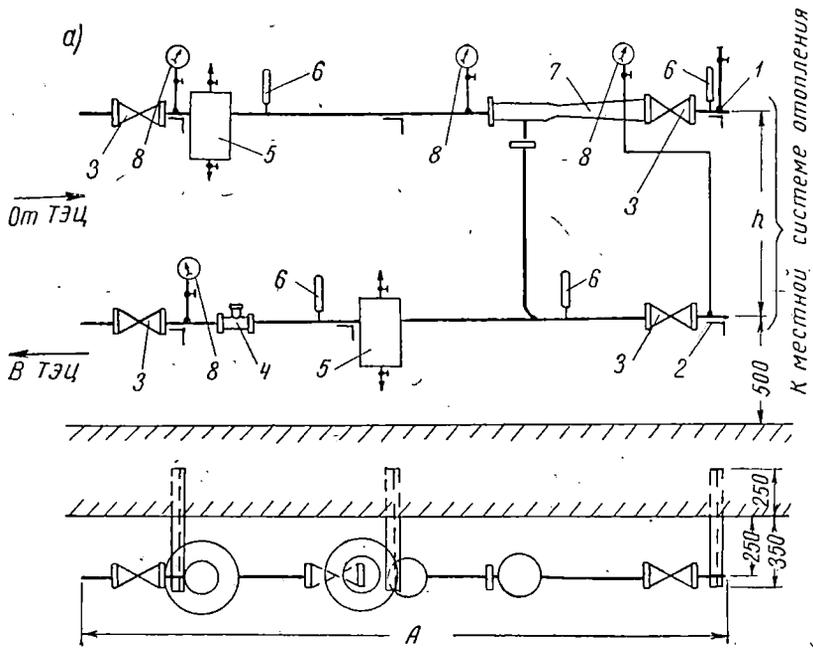
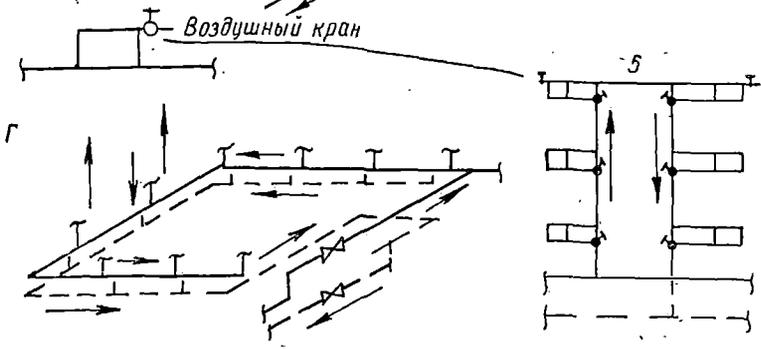
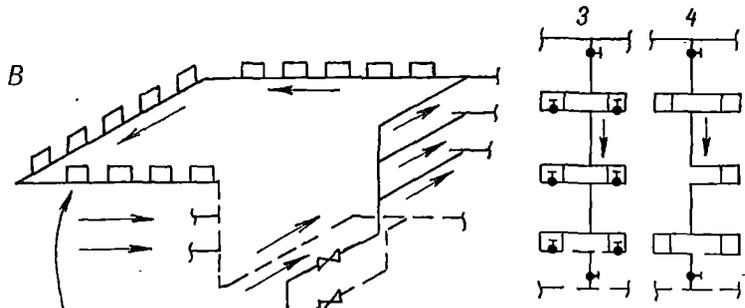
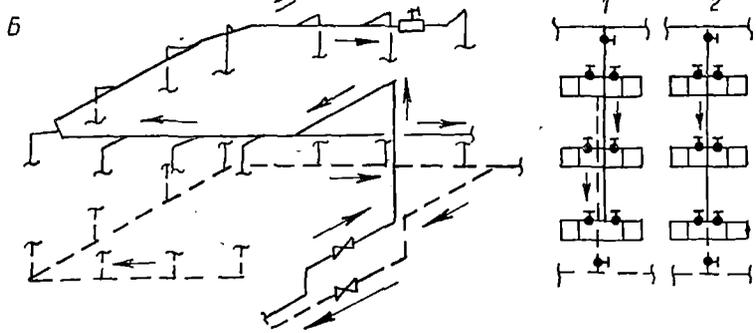
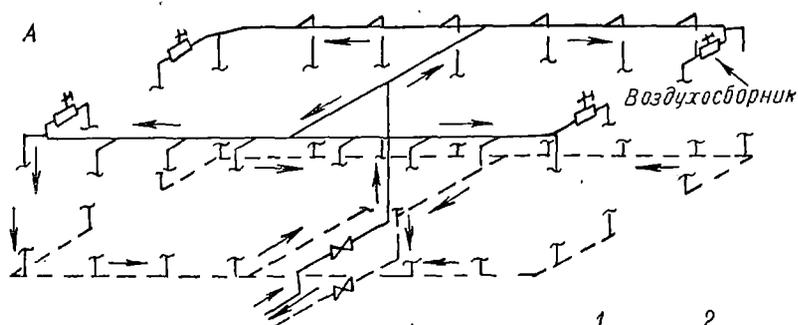


Рис. 27. Типовой элеваторный узел
 а — схема элеваторного узла; 1 — подающая труба; 2 — обратная труба; 3 — задвижка или вентиль; 4 — водомер; 5 — грязевик; 6 — термометр; 7 — элеватор; 8 — манометр; б — водоструйный элеватор; в — грязевик; 1 — отверстие для выпуска воздуха; 2 — отверстие для спуска загрязненной воды



делятся на однотрубные (рис. 28,2-5) и двухтрубные (рис. 28,1). Последние в настоящее время почти не применяются из-за их неэкономичности.

Однотрубные стояки строятся с замыкающими участками (рис. 28,2) и без них (рис. 28,3), а также с межсекционными дроссель-кранами, позволяющими отключить все секции прибора, кроме крайней. В лестничных клетках жилых зданий широко применяется проточная схема с вертикальными стояками без установки запорнорегулирующей арматуры у нагревательных приборов (см. рис. 28,4). Для жилых домов при устройстве совмещенной кровли используется вертикальная однотрубная система водяного отопления с нижней разводкой трубопроводов горячей и обратной воды (рис. 28,Г и 5). Здесь регулирование количества воды, поступающей в прибор, производится трехходовым радиаторным краном, установленным в месте ответвления от стояка к прибору. Местное удаление воздуха из системы отопления обеспечивается посредством воздушных кранов, устанавливаемых в верхних пробках нагревательных приборов верхнего этажа. Централизованное воздухоудаление осуществляется в котельной и воздухоборниками, установленными в концах горячих магистралей.

Однотрубная система отопления с горизонтальной разводкой поэтажных магистралей (рис. 28,В) рекомендуется для школ, бань, торговых и административных зданий. При такой схеме вода из главного стояка поступает в горизонтальные поэтажные ветки, смонтированные из нагревательных приборов, чередующихся с короткими участками труб, последовательно проходит через все радиаторы и возвращается в тепловой центр.

Приведенными примерами не исчерпываются все возможные варианты схем; выбираемых применительно к размерам, назначению и конфигурации здания, а также в зависимости от условий теплоснабжения.

Основными расчетами систем водяного отопления, кроме подсчета теплопотерь, определяются площади нагревательных приборов и диаметры труб, питающих эти приборы.

Площадь нагревательных приборов находится из выражения, общего для водяного и парового отопления:

$$F_{\text{пр}} k_{\text{пр}} (t_{\text{пр}} - t_{\text{в}}) = Q_{\text{пр}},$$

где $F_{\text{пр}}$ — площадь прибора или группы приборов (устанавливаемых в одном помещении) в м^2 ;

Рис. 28. Принципиальные схемы систем водяного отопления

А — система с верхней разводкой и тупиковым движением воды; В — система с верхней разводкой и попутным движением воды; В — система с поэтажной разводкой; Г — система с нижней разводкой и попутным движением воды; 1 — двухтрубный стояк; 2 — однотрубный стояк с замыкающими участками; 3 — однотрубный проточный стояк с межсекционными дроссель-клапанами ДГИ; 4 — однотрубный проточный стояк без запорнорегулирующей арматуры; 5 — однотрубный проточный стояк в системе с нижней разводкой

$k_{\text{пр}}$ — коэффициент теплопередачи прибора в $\text{ккал}/\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{С}$, находящийся в прямой зависимости от величины $t_{\text{пр}} - t_{\text{в}}$ и определяемый опытным путем. Значения этого коэффициента для радиаторов находятся в диапазоне $6-8 \text{ ккал}/\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{С}$;

$t_{\text{пр}}$ — средняя температура прибора, равная полусумме температур горячей и охлажденной воды, если прибор (радиатор) получает горячую воду через отверстие в верхней пробке, в $^\circ\text{С}$;

$t_{\text{в}}$ — температура воздуха в помещении в $^\circ\text{С}$;

$Q_{\text{пр}}$ — теплоотдача прибора или группы приборов, которая должна быть равна расчетной потере тепла помещением, в $\text{ккал}/\text{ч}$.

Найдя площадь нагревательных приборов, необходимо ввести к ней ряд поправочных коэффициентов, учитывающих:

число секций в радиаторе; если оно меньше пяти, то коэффициент $\beta_1 = 0,95$, при пяти-десяти — $\beta_1 = 1,0$, одиннадцати-двадцати — $\beta_1 = 1,05$ и более двадцати — $\beta_1 = 1,10$;

характер установки прибора и тип его укрытия (декорировки); при установке прибора у стены или в неглубокой нише (не более 130 мм) $\beta_2 = 1$, при установке в более глубокой нише или же при наличии декоративной решетки $\beta_2 = 1,05 \div 1,15$;

охлаждение воды в трубопроводе на пути к рассчитываемому прибору $\beta_3 = 1,04 \div 1,10$.

Кроме этого, следует учитывать количество воды, проходящей через прибор, цвет его окраски и схему присоединения к питающим трубам.

Формула для определения площади (в м^2) нагревательных приборов радиаторного типа с учетом перечисленных основных поправочных коэффициентов приобретает следующий вид:

$$F_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{пр}} \beta_1 \beta_2 \beta_3}{k_{\text{пр}} (t_{\text{пр}} - t_{\text{в}})}$$

Поскольку значения коэффициентов теплопередачи нагревательных приборов находятся в зависимости от типа прибора и его геометрических размеров, то для упрощения расчета существует унифицированная единица измерения — эквивалентный квадратный метр (*экм*). В этих единицах с 1957 г. обычно и исчисляется поверхность всех нагревательных приборов.

Эталонном 1 экм служит такой прибор, часовая теплоотдача $Q_{\text{пр}}$ которого составляет 435 ккал при $t_{\text{пр}} - t_{\text{в}} = 64,5^\circ$. Коэффициент теплопередачи эталонного нагревательного прибора составляет

$$k_s = \frac{Q_{\text{пр}}}{t_{\text{пр}} - t_{\text{в}}} = \frac{435}{64,5} = 6,7 \text{ ккал}/\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{С}.$$

Понятие *экм* упрощает теплотехнические расчеты, связанные с определением площади нагревательных приборов. Пересчет из *экм* в размеры конкретного нагревательного прибора не встречает затруднений.

Пользуясь *экм*, легко дать сравнительную экономическую характеристику приборам различных типов, так как чем меньше будет вес прибора при его теплоотдаче, равной 435 ккал/ч (теплоотдача 1 *экм*), тем, следовательно, он окажется дешевле (меньший расход металла).

При теплоотдаче 435 ккал/ч и $t_{гр} - t_{в} = 64,5^{\circ}\text{C}$ чугунный радиатор имеет вес около 25 кг, ребристая труба 27—28 кг, стальной панельный радиатор 9—9,5 кг. Наиболее выгодным (по расходу металла) типом нагревательного прибора в настоящее время является плитусный радиатор, для которого вес *экм* составляет только 6 кг.

Местное (количественное) регулирование температуры воздуха помещения обычно осуществляется изменением количества воды, поступающей в нагревательный прибор или группу приборов. Для этого служит регулировочный кран на трубе, подающий в прибор горячую воду, межсекционный радиаторный дроссельный кран и т. д. Температура горячей воды, подаваемой в отапливаемые здания, изменяется в зависимости от температуры наружного воздуха качественным центральным регулированием, осуществляемым в котельной (ТЭЦ). На рис. 29 представлен график такого регулирования, составленный для расчетных температур наружного воздуха до -60°C . На нем показано определение температур горячей и охлажденной

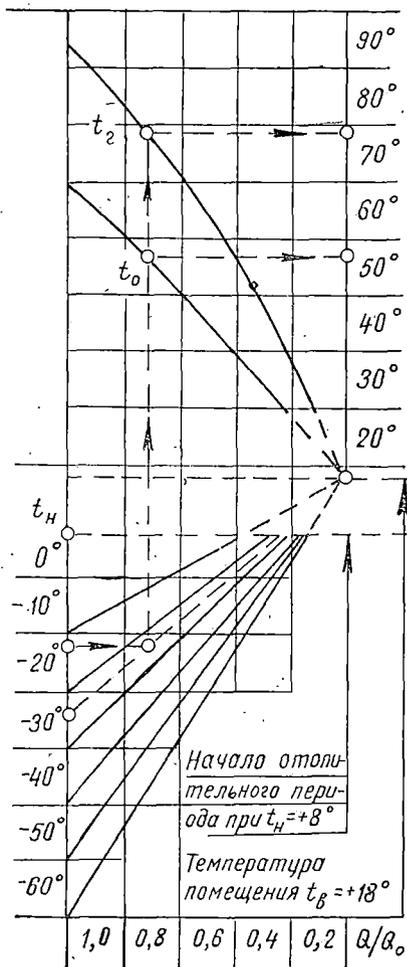


Рис. 29. Универсальный график центрального качественного регулирования теплоотдачи приборов системы водяного отопления

воды системы водяного отопления жилого дома, находящегося в Ленинграде ($t_{н.в} = -24^\circ \text{C}$), при промежуточной температуре наружного воздуха, равной -12°C . Решение, показанное пунктирными линиями, дает ответ: 78,5 и 57°C .

Расчет трубопроводов систем отопления заключается в определении диаметров его отдельных участков и потери давления на преодоление сопротивлений при движении теплоносителя.

Поток (вода, пар, воздух, газ), движущийся по трубе, преодолевает гидравлические сопротивления от трения по длине трубопроводов, вызываемые шероховатостью внутренней поверхности стенок трубы, и местные сопротивления, создаваемые изменением скорости или направления движения, делением, а также смешиванием потоков, внезапным сужением или расширением площади поперечного сечения прохода и т. д. Местные сопротивления создаются крестовинами, тройниками, отводами и другими фасонными частями, а также арматурой, нагревательными приборами, котлами и прочими препятствиями, которые встречает поток.

Потеря давления на преодоление сопротивлений трения, отнесенная к 1 м длины трубы, называется гидравлическим уклоном i или удельной потерей давления R . Первое из этих определений общепринято при расчете систем водоснабжения, второе — при расчете трубопроводов систем отопления, вентиляции и газоснабжения.

Потеря давления на трение определяется по формуле Дарси — Вейсбаха

$$Rl = \frac{\lambda l}{d} \cdot \frac{\omega^2 \gamma}{2g}, \text{ или } Rl = \frac{\lambda l}{d} H_d,$$

где R — удельная потеря давления, отнесенная к 1 м длины трубы, в кг/м^2 ;

l — длина участка трубы с постоянным расходом в м;

λ — безразмерный коэффициент трения, величина которого зависит от значения числа Рейнольдса (т. е. от характера движения потока), диаметра трубы, степени шероховатости ее стенок и физических свойств движущейся среды;

d — внутренний диаметр трубы в м;

ω — скорость движения среды в трубе в м/сек;

g — ускорение силы тяжести в м/сек^2 ;

γ — удельный вес среды в кг/м^3 , для воды $\gamma = 970$ при $t = 82,5^\circ$; для пара $\gamma = 0,7$ при давлении $0,2 \text{ кг/см}^2$; для стандартного воздуха $\gamma = 1,2$ при $t = 20^\circ$; для природного газа $\gamma = 0,73 - 0,76$ при $t = 20^\circ$ и барометрическом давлении 760 мм рт. ст. ;

H_d — динамическое (скоростное) давление, которым обладает движущаяся среда.

Потеря давления на местные сопротивления определяется по формуле

$$z = \zeta \frac{w^2 \gamma}{2g}, \text{ или } z = \zeta H_d,$$

где ζ — безразмерный коэффициент, характеризующий данное местное сопротивление.

Местные сопротивления многочисленны по наименованиям и различны по значениям коэффициентов, поэтому здесь приводятся только некоторые из них:

радиатор	2,0
тройник проходной	1,0
тройник «ответвление» (или поворот)	1,5
крестовина проходная	2,0
кран пробочный	2—4
(при $d=15$ и 20 мм)	
вентиль с прямым шпинделем	10—16
(при $d=15$ и 20 мм)	

Потери давления на преодоление местных сопротивлений и сопротивлений трения примерно одинаковы при насосном водяном отоплении и паровом отоплении низкого давления. В воздухопроводах местные сопротивления превышают в несколько раз сопротивления трения.

Определение удельной потери давления производится по специальным расчетным таблицам или номограммам. На рис. 30 приведены такие номограммы для расчета водогазопроводных труб систем водяного и парового отопления и труб из кровельной стали (воздуховодов) систем воздушного отопления и вентиляции. Эти три номограммы построены по формуле Дарси — Вейсбаха, поэтому одинаковы по своему начертанию. Так как они здесь предназначены только для учебных целей, то охватывают незначительный расчетный диапазон.

Каждой такой номограммой связаны четыре расчетных параметра:

расход, выраженный количеством воды (в $кг/ч$)* для водяного отопления, количеством тепла (в $ккал/ч$) для парового отопления, количеством воздуха (в $м^3/ч$) для воздушного отопления и вентиляции;

внутренний диаметр трубы или воздуховода;

удельная потеря давления, отнесенная к 1 м длины трубы, в $кг/м^2$;

скорость движения среды (воды, пара, воздуха) в трубе в $м/сек$.

На оси абсцисс дан масштаб расходов, на оси ординат — масштаб удельной потери давления. На поле номограммы

* С незначительной погрешностью можно считать в $л/ч$.

нанесены перекрещивающиеся линии скоростей и диаметров. Зная два любых расчетных параметра, одним из которых обычно является расход, можно определить два оставшихся.

Максимальные скорости движения воды в трубах системы насосного отопления принимаются от 0,5 м/сек (при диаметре 15 мм) до 1,5 м/сек (диаметр 50 мм и более).

Для труб тех же диаметров наибольшие скорости движения пара низкого давления составляют 14 и 30 м/сек. В воздуховодах скорость воздуха не превышает 10—12 м/сек.

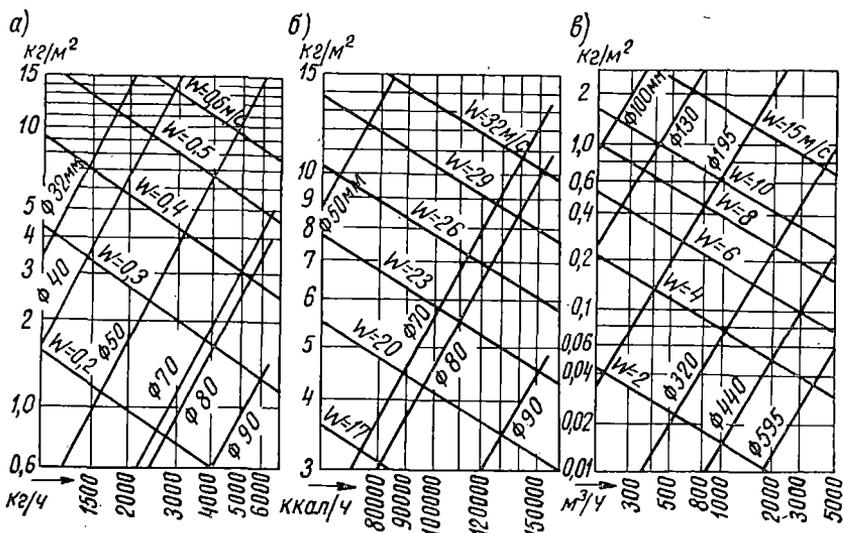


Рис. 30. Номограммы для расчета труб

а — водяного отопления; б — парового отопления; в — воздушного отопления и вентиляции

Энергия, расходуемая на преодоление гидравлических сопротивлений циркуляционного кольца системы водяного отопления, как и магистрали систем парового или воздушного отопления и вентиляции, сообщается:

воде — за счет гравитационных сил или действием центробежного насоса;

пару — за счет давления, приобретаемого им в котле;

воздуху — за счет сил гравитации или работы вентилятора

$$\text{в размере } H = \Sigma (Rl + z)_{1-n}, \text{ кг/м}^2,$$

где n — количество участков циркуляционного кольца или магистрали.

При механическом побуждении движения в водяной системе отопления значение величины H определяется технико-экономическими соображениями или задается нормами. Так, в частности, для жилых домов $H = 1000 \div 1200 \text{ кг/м}^2$ при питании системы от тепловой сети.

§ 9. Паровое отопление

Принципиальная схема парового отопления низкого давления, показанная на рис. 31, *а*, состоит из котла, нагревательного прибора и связывающего их трубопровода. Пар, образующийся

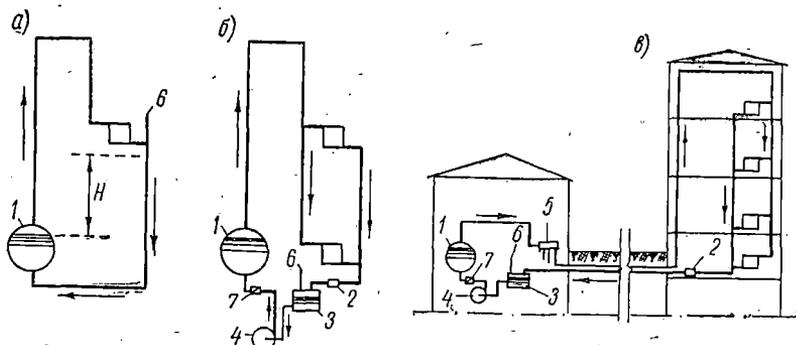


Рис. 31. Принципиальная схема парового отопления низкого давления
а — с самотечным возвратом конденсационной воды в котел; *б* — с перекачкой конденсационной воды в котел (разомкнутая схема); *в* — то же, при расположении котельной вне здания; 1 — котел; 2 — конденсатоотводчик; 3 — конденсационный бак; 4 — центробежный насос; 5 — коллектор парораспределитель; 6 — труба для удаления воздуха; 7 — обратный клапан

в котле, поступает в нагревательный прибор, отдает в нем теплоту испарения отапливаемому помещению, конденсируясь в воду, которая возвращается «самотеком» в котел для последующего парообразования. Труба, по которой идет пар к прибору, называется паровой, а труба, по которой из прибора возвращается в котел конденсационная вода, — конденсационной.

При действии системы уровни воды в котле и в конденсационной трубе у прибора будут отличаться на величину H , равную давлению пара в котле (в m).

В отличие от системы водяного отопления, всегда заполненной водой, трубы и приборы системы парового отопления не всегда заполнены паром или конденсационной водой. Во время перерыва в действии система наполнена воздухом. После перерыва при подаче пара в систему воздух должен быть удален из труб и приборов, так как он является помехой движению пара по трубам и ухудшает теплоотдачу нагревательных приборов. На схеме показано вертикальное ответвление трубы с открытым концом, сделанное выше уровня, занимаемого конденсационной

водой при работе котла. Этим обеспечивается постоянное сообщение системы с атмосферой — ввод (засасывание) воздуха в систему при перерыве в работе и вывод (выдавливание) воздуха при возобновлении ее действия.

Системе парового отопления, построенной по такой схеме, с самотечным возвратом конденсационной воды в котел присущ органический недостаток — почти полное тепловое бездействие нагревательных приборов в случае их установки ниже уровня конденсационной воды в трубопроводах. Такие приборы будут заполнены не паром, а остывшей конденсационной водой. Помещения, находящиеся на одной

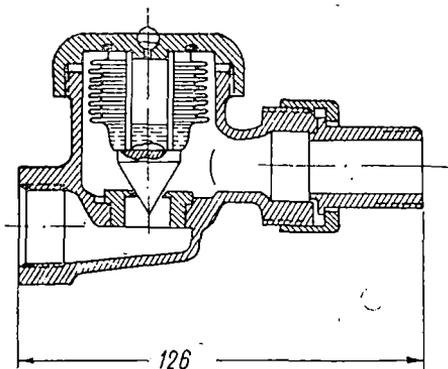


Рис. 32. Конденсатоотводчик термостатический

отметке с котельной, невозможно отапливать затопленными водой приборами системы парового отопления, построенной по самотечной схеме. Поскольку паровое отопление устраивается обычно в бесподвальных зданиях промышленного характера, то поэтому самотечные схемы на практике не применяются. Исключением могут служить редкие случаи устройства самотечного парового отопления в зданиях с неотапливаемым подвалом, где располагается котельная установка.

Паровое отопление низкого давления (до $0,7 \text{ атм}$) устраивается обычно только по разомкнутой схеме (рис. 31, б) с перекачкой конденсационной воды из бака в котел центробежным насосом. Устройство системы при этом несколько усложняется. В нее вводится конденсационный бак и центробежный насос с электродвигателем (это оборудование устанавливается в котельной). Кроме этого, на конденсационном трубопроводе устанавливается конденсатоотводчик (конденсационный горшок), пропускающий воду и воздух, но задерживающий пар до его полной конденсации (рис. 32).

В конденсатоотводчике термического типа находится герметическая цилиндрическая коробка с волнистыми стенками (сильфон), к которой прикреплен конусный клапан. Сильфон заполнен этиловым спиртом. При входе пара в конденсатоотводчик спирт нагревается и испаряется. Повышенное давление паров спирта удлиняет сильфон, клапан которого закрывает входное отверстие, открывающееся вновь только при охлаждении конденсата до $80\text{—}85^\circ \text{С}$, когда сокращается высота сильфона. Конденсатоотводчики такого типа имеют малую пропускную спо-

способность и устанавливаются или у отдельных нагревательных приборов, или у небольших их групп. При необходимости пропустить большое количество конденсационной воды устанавливаются конденсационные горшки поплавкового типа.

Поскольку котельная обычно находится вне отапливаемых зданий, то принципиальную схему парового отопления низкого давления с перекачкой конденсационной воды следует представить так, как это изображено на рис. 31, в. Пар из котлов поступает в коллектор, из которого он распределяется по магистралям, идущим к отапливаемым зданиям. Конденсационная вода из систем отопления зданий возвращается по подземным трубопроводам в конденсационный бак котельной, откуда центробежным насосом перекачивается в котел.

Схемы трубопровода системы парового отопления имеют много общего со схемами трубопроводов систем водяного отопления.

По положению паровых магистралей системы устраиваются с верхней, нижней и промежуточной (может быть, и поэтажной) разводками. По направлению движения пара и конденсационной воды в соответствующих магистралях системы могут быть с туликовой и попутной разводками. По количеству стояков системы различаются на двухтрубные и однострубные, но последние почти не применяются в отечественном строительстве.

Так как температура нагревательных приборов системы парового отопления выше 100°C , то пыль органического происхождения, осевшая на поверхности приборов, подвергается сухой перегонке, продукты которой ухудшают качество воздуха. Кроме того, постоянство температуры пара не позволяет (в отличие от воды) регулировать теплоотдачу нагревательных приборов, что необходимо при изменении температуры наружного воздуха, поэтому при паровом отоплении трудно поддерживать заданную температуру воздуха помещения. Невозможность регулирования повышенной теплоотдачи приборов вызывает при температурах наружного воздуха выше расчетной перерасход топлива, так как при этом повышается нормальная теплопотеря помещением.

Перечисленные недостатки парового отопления исключают его применение в жилых и лечебных, а также производственных зданиях, где технологический процесс связан с выделением органической пыли.

Достоинство парового отопления заключается в его относительной дешевизне, так как при одинаковой тепловой мощности диаметры труб и поверхность нагрева приборов системы парового отопления оказываются меньшими, чем при водяном отоплении. Кроме того, паровое отопление имеет в сравнении с водяным малую тепловую инерцию, что позволяет быстро изменять температуру воздуха в помещениях, периодически заполняемых людьми (зрительные залы и т. д.). Так, радиаторы

парового отопления через 5—7 мин после впуска в них пара нагреваются до температуры, которую имеет пар, а когда поступление пара прекращается, то они за 15—20 мин охлаждаются до температуры помещения. При водяном же отоплении теплоотдача нагревательного прибора даже через 1 ч после его включения составляет еще около трети начальной теплоотдачи.

Возможность использования положительных особенностей водяного отопления при наличии в котельной только одного теплоносителя — пара обеспечивается устройством комбинированной пароводяной системы отопления. Необходимость в этом

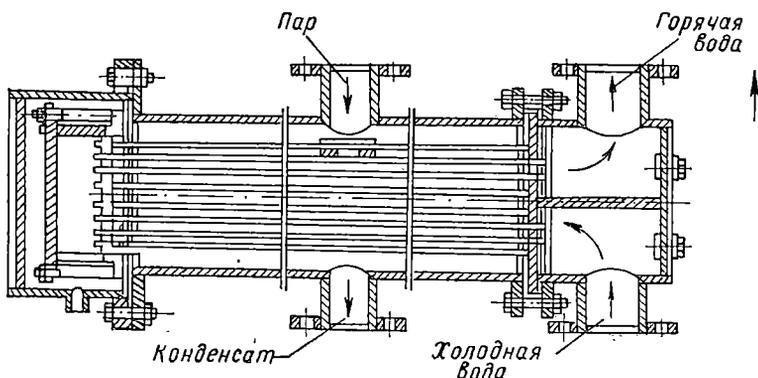


Рис. 33. Водоподогреватель пароводяной скоростной двухходовый

обычно имеет место на любой заводской площадке, если на ее территории имеются здания, требующие по своему назначению устройства системы водяного отопления: административный корпус, лаборатория, конструкторское бюро и т. д. Принципиальная схема пароводяной системы отопления ничем не отличается от обычной системы водяного отопления, но вода нагревается не в котле, а в специальном водоподогревателе — теплообменнике (бойлере), состоящем из цилиндрического корпуса и находящегося в нем змеевика из водогазопроводных стальных труб. Вода в бойлере нагревается за счет конденсации пара, проходящего через змеевик. Вода, охлажденная в системе отопления, входит в бойлер через нижний штуцер (приваренный к нему отрезок трубы) и через верхний штуцер с повышенной температурой выходит в главный стояк системы. Теплоемкий водоподогреватель такого типа был показан ранее в принципиальной схеме ТЭЦ. Нетеплоемкий водоподогреватель скоростного типа, т. е. обеспечивающий быстрый подогрев воды паром, изображен на рис. 33. Он имеет малые габаритные размеры в сравнении с теплоемким бойлером равной теплопроизводительности, требует для изготовления меньшего количества ме-

талла, компактнее в установке и дешевле. Нагреваемая вода проходит вначале через нижний пучок трубок водоподогревателя, потом через верхний, отсюда дополнительное название теплообменника — двухходовой.

Пароводяное отопление применяется также для очень высоких зданий. Здание делится тогда по высоте на ряд зон по 40—50 м. В нижнем этаже каждой из них устанавливается пароводяной теплообменник, служащий генератором тепла для системы водяного отопления данной зоны. При этом максимальное гидростатическое давление, под которым находятся приборы и трубы, не будет превышать предельно допустимого давления, составляющего для приборов 6 атм, или 60 м вод. ст.

§ 10. Печное отопление

Многовековое развитие печного отопления связано преимущественно с нашей родиной, чем и объясняется приведение здесь почти исключительно отечественного материала.

Славянин в IX—X вв. знал отопление печью-каменкой, сложенной из валунов и булыжников, или печью, сбитой из глины. Конструкция этих черных, или курных, печей, служивших и пищеварными очагами, сводилась к ограждению горящих дров стенками со сводом. Дымовые газы из курной печи поступали непосредственно в отапливаемое помещение, а из него удалялись наружу различными путями — через дверь, отверстие в потолке («верхник») или прорезанное в бревне наружной стены под потолком узкое «волоковое» окно, которое после окончания топки «заволакивалось» дощечкой или заглушкой.

Наиболее ранние по времени возведения печные дымовые трубы на территории, заселенной древними славянами, были обнаружены при недавних раскопках разрушенного в годы монгольских нашествий города Вщижа (в Черниговском княжестве). Точно определить время постройки в нем зданий с дымовыми трубами невозможно, но несомненно, что печи с дымоходами уже ставились в домах Киевской Руси X—XI вв.

Техника отопления мало в чем изменилась в последующие века. Посадские жилые дома и крестьянские избы XVI—XVII вв. продолжали отапливаться преимущественно курными печами. Исключениями были, как и в Средневековой Руси, хоромы зажиточных людей, боярские палаты, церкви и царские дворцы: они отапливались печами, облицованными цветными изразцами, с организованным отводом дыма.

Коренной перелом в деле печестроения наступил во время Петровских реформ — в пору развернувшегося тогда всероссийского строительства. В 1711 г. Петром I были заложены в Петербурге образцовые мазанки с печами и дымовыми трубами, чтобы, в частности, «...люди могли знать, каким образом печи

делать». В 1714 г. Петр I приказал: «...а печи делать с фундаменту с большими трубами». В 1718 г. им была, опять-таки для Петербурга, запрещена постройка печей и очагов без дымовых труб, печей с деревянными дымовыми трубами, и в указе значилось: «...Такие печи и черные избы ломать и черных бы изб во дворах отнюдь не было».

Петром I и его преемниками был дан не один десяток указов, регламентирующих постройку и эксплуатацию печей и дымовых труб и преследующих цель — предупреждение пожаров — бича русских деревянных городов. Вновь строящиеся дома как в Петербурге, так и в других крупных городах с тех пор, видимо, перестали отапливаться курными печами. В 40-х годах XVIII в. в Петербурге уже оказалось необходимым учредить должность печного мастера, о чем в указе было сказано: «...понеже главная нужда во всяком строении в здешнем климате — чтоб в зимнее время в покоях была теплота, чего ради печному мастеру в деле печей, каминов, очагов иметь крайнее старание».

В деревенском жилище курная печь, совершенствуясь со временем, стала превращаться в «белую» русскую печь, т. е. в печь с дымовой трубой. Массовый переход на белые печи в деревне произошел во второй половине XIX в., но все же еще даже в начале XX в. около десятой части крестьян Северо-Западных губерний жили в ужасающих, антисанитарных условиях — в задымленных и прокопченных избах.

В XVIII—XIX вв. совершенствовались и комнатные отопительные печи, что было в немалой степени обусловлено суровыми климатическими условиями, характерными для новых и разраставшихся старых городов центральной России, Урала и быстро обживаемой тогда Сибири. Уровень русской техники печестроения по тому времени был очень высоким. Достаточно сказать, что в 1763 г. во Францию, знавшую отопление жилых зданий почти исключительно только пищеварочными очагами, угольными жаровнями и каминами (как и прочие западные страны с таким же мягким климатом), были приглашены русские печных дел мастера для показа русских конструкций и приемов кладки «дрова сберегающих печей». Эти печи получили название «русских» не только во Франции, но и в Германии — стране с более холодным климатом и поэтому с лучше развитой, нежели во Франции, отопительной техникой.

В наше время печное дело перестало быть ремеслом, поскольку теперь создана теория теплового расчета печей и на ее основе разработаны разнообразные типы отопительных печей, действующих с высоким к. п. д.

Печное отопление допускается для многочисленных небольших зданий, строящихся у нас повсеместно каждый год десятками тысяч. Печное отопление сохраняет поэтому и сейчас не-

маловажное значение как в сельском, так и городском малоэтажном строительстве.

Современные отопительные печи различаются по ряду признаков.

По способу возведения и материалу печи:

индустриальные сборно-блочные заводского изготовления из жароупорного бетона или керамики;

полуиндустриальные монолитные тонкостенные повышенного прогрева, выкладываемые из кирпича в сборных металлических каркасах заводского изготовления, оштукатуренные, с облицовкой изразцами; глазурованными плитками, металлическими или асбестофанерными листами;

монолитные кирпичные с облицовкой (и без нее), выкладываемые без применения готовых элементов заводского изготовления (кроме печной металлической гарнитуры);

чугунные и стальные, применяемые для временного отопления и привозимые готовыми на место установки.

По теплоемкости:

теплоемкие толстостенные, имеющие активный объем более 0,2 м³, медленно охлаждающиеся после окончания топки (активный объем — произведение площади поперечного сечения печи на высоту, считая ее от уровня колосниковой решетки без вычета пустот);

нетеплоемкие, имеющие активный объем менее 0,2 м³, быстро охлаждающиеся после топки.

По длительности топки и характеристике теплоотдачи:

с периодической топкой (один и более раз в сутки) и поэтому неравномерной теплоотдачей, что влечет за собой неизбежное колебание температуры воздуха отапливаемого помещения (не должно превышать $\pm 3^\circ$);

длительного горения, непрерывная топка которых может длиться несколько суток. Равномерная топка обеспечивает равномерную теплоотдачу печи и, следовательно, незначительное колебание температуры воздуха отапливаемого помещения.

По температуре теплоотдающей поверхности:

со средней максимальной температурой теплоотдающей поверхности не выше 90° (толстостенные теплоемкие и длительного горения умеренного прогрева);

то же, 100—120° (тонкостенные печи повышенного прогрева);

то же, более 120° (металлические нетеплоемкие печи).

По виду сжигаемого топлива:

твердое — дрова, торф, каменный уголь, кокс, торфяные и угольные брикеты;

жидкое — мазут, нефтяные отходы, соляровое масло;

газовое — природный газ.

По направлению движения дымовых газов внутри печи:
 с движением газов по каналам, построенным последовательно;
 с движением газов по каналам, построенным параллельно;
 с движением газов по комбинированной системе каналов —
 последовательных и параллельных;

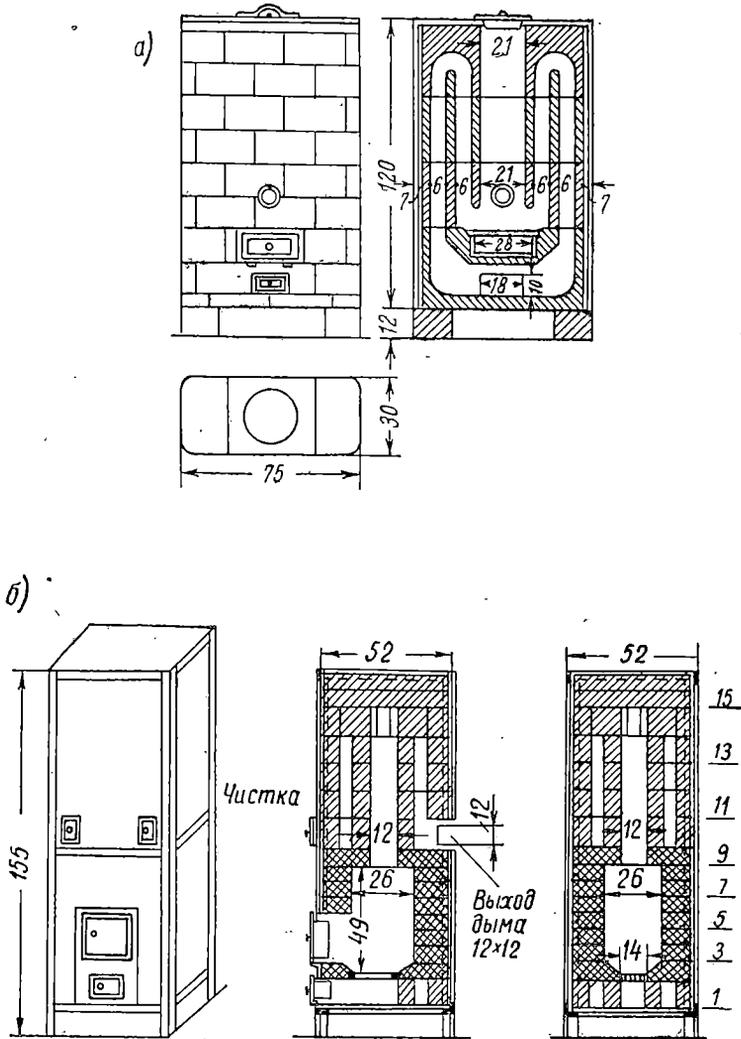


Рис. 34. Схемы
 а — печь длительного горения на твердом топливе конструкции РНИИСТ; б —
 в — теплоемкая кирпичная печь

со свободным движением газов внутри бесканальной полости печи.

Дымовые трубы для отопительных печей устраиваются:

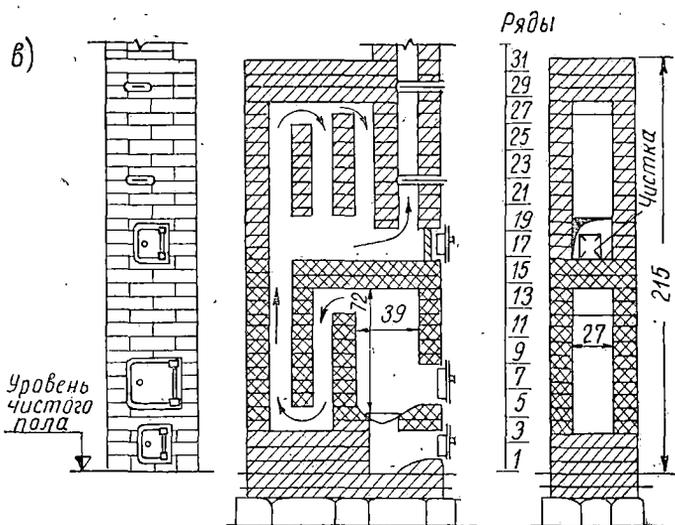
насадные — основанные непосредственно на печах и применяемые только в одноэтажных зданиях;

коренные — отдельно стоящие, кирпичные или сборноблочные стояки, основанные на самостоятельных фундаментах в одно- и двухэтажных деревянных зданиях;

стенные — оставленные при кладке внутренних кирпичных стен зданий любой этажности.

Рекомендуется применять преимущественно сборно-блочные и монолитные печи длительного горения с нижним прогревом. Сборные печи, принадлежащие к наиболее прогрессивным типам отопительных печей, изготавливаются домостроительными комбинатами или специализированными цехами. На рис. 34, а показана теплоемкая сборная печь индустриального типа длительного горения, разработанная институтом по строительству в Ростове-на-Дону. Печь, небольшая по размерам и весу, состоит из четырех блоков, укладываемых на глинопесчаном растворе. Теплоотдача печи составляет 1650 ккал/ч, вес 380 кг.

В шахту печи загружается около 30 кг топлива (кокс, антрацит, брикеты), горение которого идет на поверхности естественных откосов у устья подъемных дымоходов. Печь топится



печей

каркасная полуиндустриального типа кирпичная печь повышенного прогрева; неиндустриального типа

без очистки и заправки топливом в течение 3—5 суток. Интенсивность горения регулируется количеством воздуха, подаваемого под колосниковую решетку через отверстие в поддувальной дверке. Дымовые газы поднимаются по двум параллельным каналам, после поворота на 180° опускаются и, слившись под зольником, выводятся в дымовую трубу. Система дымооборотов комбинированная (последовательно-параллельная). При отрегулированном процессе горения теплоотдача печи равномерна, как и теплоотдача нагревательных приборов системы водяного отопления. Температура теплоотдающей поверхности печи не превышает $90\text{--}95^\circ$. Благодаря длительному времени горения и установившемуся тепловому процессу печи такого типа имеют высокий к. п. д., достигающий до 0,8—0,85.

В мягких климатических условиях рекомендуется установка полуиндустриальных тонкостенных печей повышенного прогрева с периодической топкой. Средняя максимальная температура теплоотдающей поверхности стенок таких печей достигает $100\text{--}120^\circ$. Печи выкладываются из кирпича на глинопесчаном растворе в металлическом сборном каркасе, облицовываются плитками, асбестофанерой или стальными листами и могут быть оштукатурены. Каркасная печь повышенного прогрева с теплоотдачей 2000 ккал/ч (топливо — дрова) показана на рис. 34, б. Восходящий (подъемный) дымоход печи находится в центре, опускные параллельные дымоходы с рассечками расположены по периметру. Отвод дымовых газов производится через металлический патрубок в дымовую трубу. Таким печам с периодической топкой свойственна неравномерная теплоотдача, следствием этого является и неравномерная температура воздуха отапливаемого помещения.

На рис. 34, в показана теплоемкая кирпичная печь неиндустриального типа периодического действия с расчетной теплоотдачей 2500 ккал/ч при двух топках в сутки, с последовательно-параллельными дымооборотами и преимущественно нижним обогревом, поскольку дымовые газы, выйдя из топливника, поступают в дымоход, находящийся в нижней части печи, что обеспечивает хороший прогрев первых рядов кладки. Дымовые газы удаляются через насадную трубу, опирающуюся непосредственно на печь. Отвод дыма в коренную трубу или дымовой канал в стене возможен при устройстве промежуточного горизонтального кирпичного патрубка, выкладываемого на печи. Воздух для горения поступает через поддувальную дверку под колосниковую решетку дровяного топливника. Для очистки дымоходов над перекрытием топливника поставлена прочистная дверка. Регулирование, включение и отключение печи осуществляется двумя последовательно поставленными задвижками. Средняя максимальная температура теплоотдающих стенок печи после окончания нормальной топки не превы-

шает 80—90°. Печь выкладывается на глинопесчаном растворе без применения каких-либо элементов заводского изготовления, кроме металлической печной гарнитуры: колосниковой решетки, дверки, задвижки и пр.

При составлении проекта печного отопления выбор печей должен производиться по их часовой теплоотдаче, приводимой в паспорте. Величину теплоотдачи печей с периодической топкой следует принимать исходя из двух топок в сутки. При отсутствии паспорта (характеристики) часовая теплопроизводительность теплоемких печей при двухразовой топке в сутки определяется по данным, приведенным в табл. 3.

Таблица 3

Температура открытой теплоотдающей поверхности печи и средняя ее теплоотдача

Типы печей	Температура поверхности в °С		Теплоотдача с открытой поверхности в ккал/м ² .ч
	средняя	максимальная в отдельных точках	
А. Печи умеренного прогрева: толстостенные оштукатуренные или в металлическом футляре	55—65	85	400—550
	65—70	90	500—600
Б. Печи повышенного прогрева: тонкостенные весом 1000 кг и более	65—70	120	500—600
	60—65	120	450—550

Примечание. Тонкостенные печи — печи с толщиной стенок в топливнике до 12 см, прочих стенок — до 7 см.

Печь, обслуживающая несколько помещений, ставится так, чтобы в каждое из них выходила часть ее поверхности, пропорциональная соответствующей теплопотере. Одной печью допускается отапливать до трех помещений, располагая ее, как правило, у внутренней стены. В уборных, передних, кладовых печи не устанавливаются, так как эти помещения обычно имеют незначительные теплопотери.

Для отопления детских садов и ясель, поликлиник и больниц допускаются только теплоемкие печи с умеренным прогревом стенок, температура которых не превышает 90°. В школьных и жилых зданиях допустимы печи повышенного прогрева с максимальной температурой поверхности до 110—120°. В помещениях с временным пребыванием людей разрешается применение печей с температурой поверхности выше 120° при обязательной установке экранирующего ограждения, предохраняющего людей от ожогов и длительного воздействия потока лучистого тепла.

Положительные особенности печного отопления в сравнении с центральным таковы: малые капитальные затраты на устройство печей и относительно быстрая их установка, незначительный расход металла, простота техники обслуживания (исключая печи на газовом топливе), независимость друг от друга температурных режимов отапливаемых печами помещений и хорошее их проветривание во время горения топлива.

Печному отоплению присущи недостатки: повышенная пожарная опасность, создаваемая наличием открытого огня в помещениях, неравномерность температуры воздуха отапливаемого помещения (исключение — печи длительного горения), уменьшение из-за установки печей полезной площади помещений (на 4—6%), повышенные эксплуатационные расходы, малый к. п. д. печей старых типов, угроза отравления окисью углерода, загрязнение помещений топливом и золой, возможное заражение от дров домовым грибом деревянных частей здания и затраты непомерно большого количества времени на обслуживание, требующее до 200—300 ч в год на одну печь (включая время на заготовку и носку топлива).

Расход топлива за отопительный сезон для печного отопления (как и для других систем отопления) пропорционален потере тепла зданием и определяется по формуле

$$G = \frac{\beta \cdot Q (t_{\text{в}} - t_{\text{ср. от}}) n}{(t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) Q_{\text{н}}^{\text{р}} \eta \cdot 1000} m,$$

где Q — теплотери здания при расчетной наружной температуре, найденные или с помощью удельной отопительной характеристики или путем подсчета по всем помещениям;

β — коэффициент запаса в пределах 1,05—1,20;

$t_{\text{в}}$ — преобладающая температура отапливаемых помещений;

$t_{\text{ср. от}}$ — средняя температура отопительного периода;

n — продолжительность отопительного периода в часах;

$t_{\text{н}}$ — расчетная температура наружного воздуха для отопления;

$Q_{\text{н}}^{\text{р}}$ — низшая теплотворная способность топлива в ккал/кг;

η — к. п. д. печи или котельной установки.

На расход топлива для отопления жилых зданий оказывает влияние бытовое тепло — тепло, выделяющееся при приготовлении пищи, действии бытовых электроприборов и освещения, а также тепловыделение людей. С другой стороны, имеет место дополнительный расход тепла на подогрев наружного воздуха, проникающего в помещения через неплотности ограждений и при проветривании, в общем случае компенсируемый бытовым теплом.

Глава II.

ВЕНТИЛЯЦИЯ

§ 11. Краткий обзор развития техники вентиляции

Естественное проветривание очень долго служило единственным способом вентилирования зданий. Оно осуществлялось через двери, окна, специальные отверстия и каналы в стенках, а также за счет инфильтрации через наружные ограждения.

Известно, что в солеваренных, кожевенных, суконных производствах XVII в. естественная общеобменная вентиляция осуществлялась так: наружный неподогретый воздух поступал через двери и окна, а удаление испорченного воздуха происходило через специальные отверстия в верхней части стен и крыше. В XVII в. вытяжная местная естественная вентиляция от кузнечных горен одного из Тульских оружейных заводов была решена трехсторонним ограждением горна с колпаком и вытяжной трубой. Эта конструкция в принципе уже была близка к современным.

Причиной, порождающей естественное движение воздуха в помещениях, каналах и трубах, является давление ветра, разность удельных весов наружного воздуха и воздуха помещений*.

К концу XVIII в. в России уже выработались определенные конструктивные решения вентиляции больничных палат. В частности, для вытяжки из них воздуха рекомендовалось предусматривать ниже кроватей и под потолком специальные отверстия «...коими испорченный воздух выгоняется, а место его заступает чистый, атмосферный».

До конца XVIII в. было сравнительно невелико количество больших помещений, в которых могло находиться одновременно много людей (церкви, дворцовые и театральные залы). Люди

* Это положение высказано и доказано в 1763 г. М. В. Ломоносовым и справедливо как при определении силы тяги в дымовой трубе, так и величины гравитационного давления в системах водяного отопления и приточно-вытяжной вентиляции.

находились в этих помещениях сравнительно короткое время, не будучи занятыми какой-либо физической работой.

Развитие капиталистической промышленности, рост населения в городах, усиление и централизация административной власти повлекли за собой к началу XIX в. увеличение количества больших зданий (помещений) — школ, больниц, казарм, заводов, тюрем, где ежедневно находилась длительное время большая масса людей. Естественная вентиляция таких помещений не обеспечивала достаточного воздухообмена и не справлялась с поставленной задачей. Виднейший специалист тех времен в области печного отопления И. И. Связев так характеризовал условия работы в цехе в начале XIX в.: «... в низких фабриках летом рабочие страдают от жары и духоты» из-за того, что горячий воздух «не успевает выноситься через отверстия в крыше».

Понижение работоспособности людей, вынужденных в силу своего зависимого состояния находиться подолгу в рабочем помещении, их подверженность заболеваниям, быстрое распространение (не только среди них) эпидемий и высокая смертность — все это заставило обратить внимание специалистов России и зарубежных стран на необходимость поисков и разработки рациональных способов вентиляции таких помещений.

Практических примеров использования вентиляции тогда еще было очень мало. В начале XVIII в. в Англии и позже в середине XIX в. во Франции приточно-вытяжной вентиляцией (и то несовершенной) было оборудовано всего лишь несколько госпиталей и тюрем. Монтажу первых русских установок в 1861—1863 гг. предшествовала большая работа специального комитета, созданного в 1859 г. для рассмотрения различных систем вентиляции и «...приискания средств к их усовершенствованию применительно к климатическим условиям России». Комиссия разработала и обосновала нормы воздухообмена и основные условия устройства эффективной приточно-вытяжной вентиляции. По этим нормам были оборудованы достаточно совершенные (по тому времени) системы вентиляции с тепловым побуждением во многих зданиях казарм, военных госпиталей, больниц, детских приютов, учебных заведений, находящихся преимущественно в Петербурге. Развитию вентиляционной техники в России в значительной степени способствовало изобретение инж. А. А. Саблуковым в 1832 г. центробежного вентилятора

Прогресс вентиляционной техники коснулся в то время далеко не всех перечисленных выше типов зданий и жилых домов, даже тех, в которых проживали состоятельные слои населения. Основоположник отечественной теории и практики вентиляции инж. И. И. Флавицкий в 1870 г. обрисовал санитарное состояние городских жилищ Петербурга так: «...В самом жалком состоянии относительно недостаточности возобновления воздуха

находятся обыкновенно жилища беднейшего класса городских обывателей, где пользуется жизнью до двух третей городского населения». Санитарному состоянию квартир и особняков зажиточных людей И. И. Флавицкий дал также невысокую оценку, сказав: «...нельзя также сказать об остальной части городского населения, чтобы и здесь была видна заботливость о возобновлении свежего воздуха в покоях; предмет этой потребности находится у нас до сих пор еще в полном застое».

И. И. Флавицкий впервые доказал, что самочувствие человека зависит в основном от температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха. Он решил ряд вопросов по устройству общеобменной вентиляции, обосновал нормы воздухообмена для гражданских зданий, настойчиво проводя в жизнь новую для того времени мысль: «...что вентиляция зданий в нашем климате должна быть настолько же необходима, как и их отопление».

Прогресс вентиляционной техники в конце XIX в. и начале XX в. сказался в росте числа построенных систем вентиляции, материальная часть которых несколько изменилась в течение минувшего полувека за счет применения центробежных вентиляторов с электроприводом; трубчатых (позже и пластинчатых) калориферов для подогрева приточного воздуха, простейших фильтров для очистки его от пыли и увлажнительных устройств.

Вентиляция устраивалась преимущественно в общественных и немногочисленных жилых зданиях. Установки промышленной вентиляции до 1917 г. оборудовались в фабрично-заводских помещениях только в тех редких случаях, когда это диктовалось необходимостью улучшения качества выпускаемой продукции (например, текстильное производство), но не требованиями оздоровления условий труда. Предприниматель-капиталист всегда стремился повысить прибыли за счет экономии на средствах охраны труда, в частности на отказе даже от приточной вентиляции.

Особенности советского строя нашли свое выражение в одном из первых советских законов — законе о труде (1918 г.). Закон обязывал хозяйственные органы провести ряд мер, улучшающих условия труда рабочих, что вызвало появление новой отрасли техники — промышленной вентиляции, родившейся в процессе восстановления и реконструкции фабрик и заводов. Эта задача была очень трудна; необходимый для ее решения опыт отсутствовал не только у нас, но и за рубежом.

Промышленная вентиляция как наука была основана в СССР. Огромные материальные средства, вложенные в нее, целеустремленная работа отдельных специалистов, коллективов и производственных организаций — все это вместе взятое позволило добиться высокого уровня советской вентиляционной техники.

§ 12. Понятие об определении количества воздуха, необходимого для вентилирования помещений

Самочувствие человека определяется температурой, относительной влажностью и скоростью движения воздуха, степенью его загрязнения посторонними примесями (газы, пыль) и интенсивностью теплового излучения нагретых поверхностей производственного оборудования и изделий. Человеку необходимо в сутки для дыхания 15—17 м³ воздуха, качество которого оказывает большое влияние на здоровье.

В каждом помещении результатом производственных процессов и жизнедеятельности человека является загрязнение воздуха и ухудшение его гигиенических качеств. В непроветриваемой жилой комнате повышаются относительная влажность воздуха и содержание углекислоты, понижается количество кислорода и в воздух поступают выделяемые человеческим организмом пары различных органических кислот, углеводороды и аммиак. Водяной пар конденсируется на окнах, увлажняет вещи, способствует появлению плесени и ржавчины. Следствием понижения гигиенических качеств воздуха является ухудшение самочувствия человека: головная боль, чувство тошноты и более серьезные патологические явления.

В производственных помещениях процессы изготовления той или иной продукции часто являются источниками разнообразных загрязнений воздуха.

Так, на хлебозаводах воздух загрязняется мучной пылью, в нем неизбежно повышенное содержание углекислоты и водяного пара. Лучистая теплоотдача пекарных печей и высокая температура воздуха изнуряюще действуют на человека при отсутствии вентиляции, снижая его трудоспособность и сопротивление организма простудным заболеваниям.

В гараже специфическим загрязнением воздуха является окись углерода — составная часть выхлопных газов работающего двигателя. Различная концентрация СО в воздухе, вдыхаемом человеком, оказывает и различное влияние на его здоровье. Концентрация СО в 6 мг/л смертельна для человека при вдыхании в течение 5—10 мин; содержание СО в 0,5—1,0 мг/л переносится без последствий в течение 30—50 мин, но при большей длительности вдыхания вызывает заболевание. Вдыхание воздуха с содержанием в нем окиси углерода не более чем 0,1 мг/л переносится без последствий. Советские санитарные нормы устанавливают предельно допустимую концентрацию окиси углерода в воздухе помещений в размере 0,03 мг/л как совершенно безвредную для человека.

Наличие в недопустимом количестве профессиональных вредностей (избыточное тепло, повышенное влагосодержание, ядовитые газы, пыль) в воздухе помещений вызывает профес-

сиональные заболевания человека: силикоз, литейную лихорадку, свинцовый колит и т. д. Пыль, кроме вредного влияния на здоровье человека, уменьшает долговечность станков, электродвигателей и другого производственного оборудования, ускоряя его изнашиваемость.

Кроме того, некоторые виды пыли (сахарная, угольная, мучная и т. д.) так же, как пары бензина и прочих летучих огнеопасных жидкостей, являются взрывоопасными.

Советскими санитарными нормами к воздуху помещений предъявляются высокие требования в отношении степени его минимального загрязнения ядовитыми газами, парами и пылью и устанавливаются предельно допустимые концентрации тех или иных примесей в воздухе. Проветривание помещений, т. е. их вентиляция, является обязательной для всех — как возводимых вновь, так и реконструируемых зданий.

Экономичное и правильное решение задачи вентилирования помещений обеспечивается совместной работой инженеров, проектирующих, строящих и эксплуатирующих здания. Было бы нецелесообразно, например, располагать кузнечный цех в середине многопролетного здания, поскольку тогда проветривание через оконные проемы, расположенные в боковых стенах смежных пролетов, будет затруднено. Перемещение пылящих материалов должно сопровождаться герметизацией пылящего оборудования. Производственные процессы, сопровождающиеся выделением ядовитых газов и паров, должны быть автоматизированы и осуществляться в герметически замкнутой аппаратуре, находящейся под разрежением, для того чтобы уменьшить количество вредных, поступающих в рабочее помещение, и т. д.

Количество воздуха, которое необходимо извлечь из помещения или подать в него, зависит от характера совершающегося в нем производственного процесса, следовательно, от количества выделяющихся паров, ядовитых газов, пыли и тепла, а также от принятого способа вентиляции.

Отношение объема воздуха, извлекаемого из помещения или подаваемого в него в течение 1 ч, к объему вентилируемого помещения называется кратностью воздухообмена. Кратность приточного воздухообмена пишется со знаком плюс, а вытяжного — со знаком минус. В простейших случаях для помещений в зданиях жилых, общественно-коммунальных, учебных и административных кратность воздухообмена задается санитарными нормами. Так, для жилых комнат она должна составлять — 0,5, для помещений прачечной: стиральный цех +10; —13; прием грязного белья +3,5; —4,5, сортировка +3,5; —4,5, разборка чистого белья +1; —1 и т. д.

При отсутствии возможности задать нормативную кратность воздухообмена объем воздуха, необходимый для вентиляции помещений, определяется расчетным путем.

Принцип расчетного определения количества воздуха, необходимого для вентилирования помещения в простейшем случае, следующий: 1 м^3 приточного воздуха при входе в помещение может содержать $m_{\text{п}}$ единиц какой-либо вредной примеси и, пройдя через помещение, увеличить содержание этой примеси до $m_{\text{в}}$ единиц. Количество вредной примеси, поглощаемой 1 м^3 воздуха в процессе вентилирования помещения, составляет $m_{\text{в}} - m_{\text{п}}$ единиц. Если суммарное количество вредной примеси, выделяющейся в помещении, составляет M единиц, то объем воздуха, необходимый для вентиляции помещения,

$$V = \frac{M}{m_{\text{в}} - m_{\text{п}}} \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Для помещений непромышленного характера с определенным заполнением людей (аудитории, зрительные залы и т. д.) количество воздуха на одного человека принимается 40 м^3 в теплое время года и 20 м^3 зимой в течение 1 ч.

При организации местной вентиляции (см. § 13) количество воздуха рассчитывается в зависимости от ряда причин. Так, для воздушной завесы объем воздуха определяется исходя из условия, что температура смеси подогретого воздуха с холодным воздухом, врывающимся извне, не должна быть ниже температуры воздуха отапливаемого цеха. Действие вытяжного шкафа -химической лаборатории достаточно, если в сечении дверцы обеспечена скорость не менее $0,5-1 \text{ м/сек}$, иначе газы выбиваются в помещение. Для эффективной работы отсоса от заточного или шлифовального круга нужно, чтобы скорость во всасывающем отверстии кожуха была бы достаточна для уноса выделяющейся пыли в воздуховод и составляла не менее $10-12 \text{ м/сек}$. Эти данные приведены для получения только общего представления о принципе определения количества воздуха, необходимого для вентиляции.

§ 13. Классификация систем вентиляции. Методы вентилирования помещений

Воздухообмен в помещениях может осуществляться через поры ограждений, щели окон и дверей. Такая вентиляция носит название неорганизованной в отличие от организованной вентиляции, представляющей собой сочетание постоянно работающих устройств для вытяжки из помещений испорченного воздуха и подачи взамен приточного чистого воздуха.

В зависимости от назначения помещения в нем может быть оборудована вытяжная или приточная вентиляция или же приточно-вытяжная.

Если обмен воздуха обеспечивается за счет разности температур наружного и внутреннего воздуха или действия ветра,

т. е. за счет естественных факторов, то такая вентиляция называется вентиляцией с естественным побуждением; если движение воздуха обеспечено работой вентилятора, то такая вентиляция называется вентиляцией с механическим побуждением.

Для удаления из помещений загрязненного воздуха и подачи взамен необходимого количества свежего воздуха устраивается общеобменная или местная вентиляция (непосредственно у рабочего места или у места выделения вредности) либо комбинация местной и общеобменной вентиляции, т. е. комбинированная (смешанная).

Определение направления движения воздуха при общеобменной вентиляции помещения и выбор местоположения в нем приточных и вытяжных отверстий представляют собой сложную задачу, для решения которой используются опытные и теоретические данные. Здесь приводятся указания, которыми руководствуются в простейших случаях.

При профессиональной вредности в помещении — избыточном тепле и влаговыведении — рекомендуется подавать приточный воздух в рабочую зону помещения, извлекая воздух из помещения в верхней его зоне. При профессиональной вредности — пыли, приточный воздух следует подавать с малой выходной скоростью в верхнюю зону помещения и т. д. Выбор положения приточных и вытяжных отверстий определяется необходимостью подачи приточного воздуха возможно ближе к рабочему месту при извлечении испорченного воздуха в месте его загрязнения.

При устройстве общеобменной вентиляции возможны различные решения, одно из которых, принятое для читального зала, показано на рис. 35.

Подача воздуха в него производится через отверстия с решетками в боковой стороне приточного воздуховода, а вытяжка испорченного воздуха — через отверстия с решетками в нижней стенке вытяжного воздуховода. При температуре приточного воздуха более низкой (на 2—3°), чем температура воздуха помещения, можно предполагать, что движение основных масс воздуха будет происходить примерно в направлении, указанном стрелками.

Частичный отказ от общеобменной вентиляции возможен при организации местной вытяжки воздуха, устраиваемой непосредственно у мест выделения пыли, вредных газов, паров и тепла. Тогда воздух будет удаляться из помещения с более высокой концентрацией вредных примесей. Следовательно, при местной вентиляции для помещения потребуются меньше воздуха, чем при общеобменной вытяжной вентиляции, и будет получен более дешевый вариант, так как стоимость устройства и эксплуатации вентиляции прямо пропорциональна

объему транспортируемого воздуха. Конструкции и типы местных отсосов (укрытий) весьма разнообразны.

Для удаления вредных газовых выделений непосредственно от производственного оборудования (ванна, печь и т. д.) обычно применяются вытяжные зонты (колпаки) различных конструкций.

На рис. 36, а показано укрытие над кузнечным горном, где, кроме основного колпака, перекрывающего в плане горн, предусмотрена дополнительная центральная вытяжка, служащая для удаления дымовых газов, образующихся при разжигании угля.

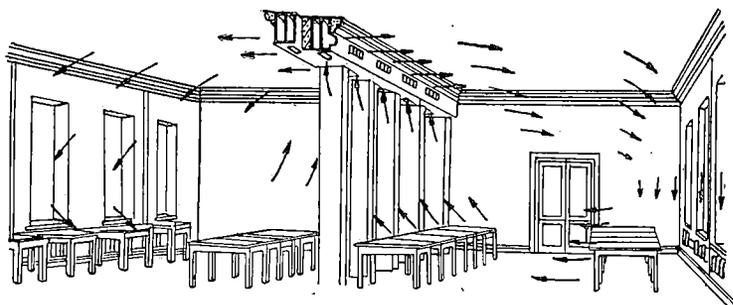


Рис. 35. Устройство общеобменной вентиляции в читальном зале

При сварочных, паяльных и других работах, производимых на строго определенных местах и сопровождающихся выделением вредных газов и легкой пыли, местный отсос организуется в виде вытяжной панели (рис. 36, б). Характерной ее деталью является устройство во всасывающей плоскости изогнутых направляющих, которые обеспечивают равномерное поступление воздуха по всей плоскости панели.

В химической лаборатории, чтобы предотвратить распространение газов по всему помещению, все процессы (реакции) ведутся на рабочем месте в специальном лабораторном шкафу. На рис. 36, в показан такой шкаф с устройством комбинированного отсоса, которым сверху отсасывается две трети, а снизу одна треть общего количества воздуха.

В каждом металлообрабатывающем предприятии имеются станки с обдирочными, заточными, шлифовальными и полировальными кругами, работа на которых сопровождается образованием большого количества пыли. Пример устройства местного отсоса запыленного воздуха от точильного станка с двумя кругами показан на рис. 36, г.

Местная приточная вентиляция устраивается при необходимости поддержания определенного состояния воздуха в зоне

рабочих мест. Так, воздушный душ (рис. 37, а) представляет собой направленный на человека с определенной скоростью поток воздуха, выходящий из специального насадка с поворачивающимися направляющими лопатками. Воздух проходит

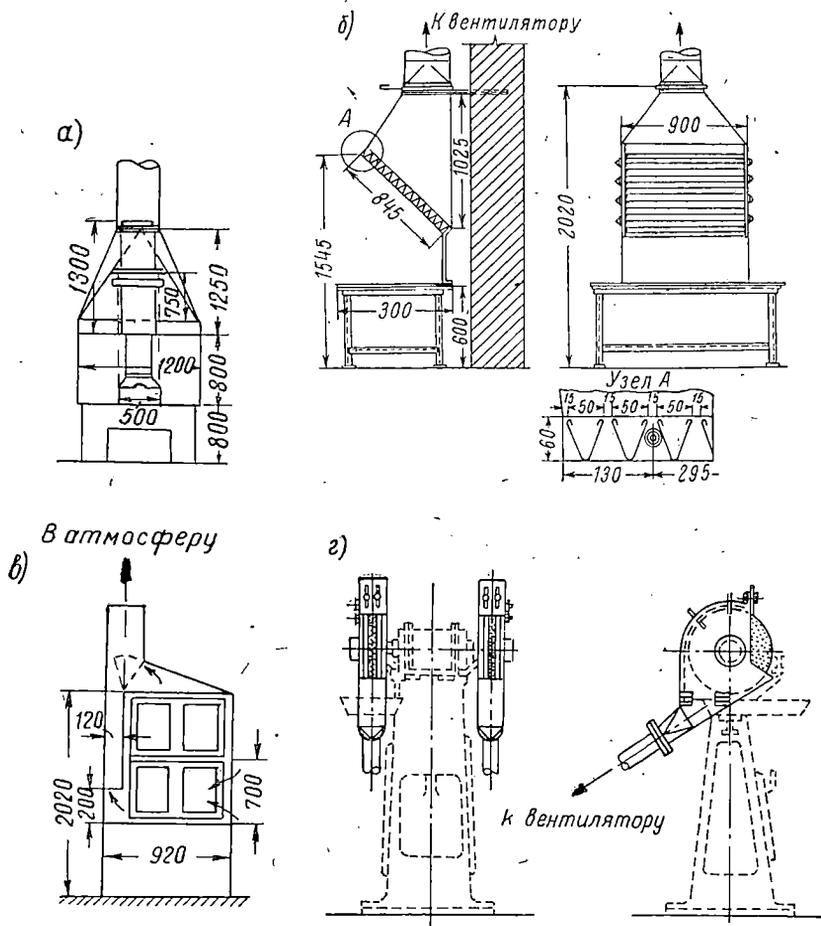


Рис. 36. Примеры устройства местных вытяжных установок
 а — укрытие над кузнечным горном; б — вытяжная панель; в — вытяжной шкаф;
 г — отсос от точильного станка

специальную обработку в приточной камере и поступает к рабочему месту с заданной температурой и влажностью.

Для локализации холодного потока воздуха, врывающегося зимой в отапливаемое помещение через вход, надолго открываемый для массового прохода людей, ввода автомашин и т. д., устраивается местная приточная установка — воздушная

завеса. Поток подогретого воздуха, подаваемого с высокой скоростью из боковой щели воздуховода, расположенного сбоку от входа или внизу (рис. 37, б), предотвращает понижение температуры воздуха помещения.

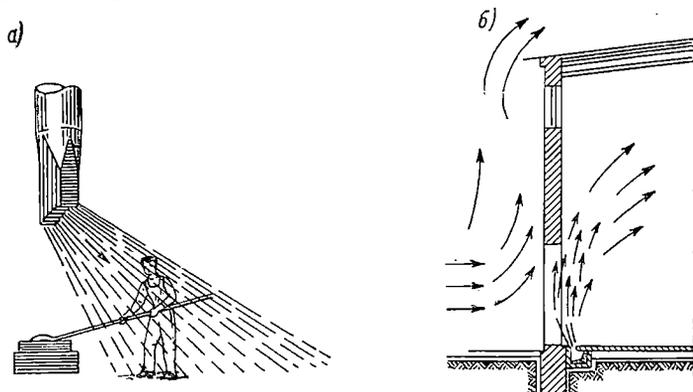


Рис. 37. Примеры устройства местных приточных установок
а — воздушный душ; б — воздушная завеса с нижней подачей воздуха

§ 14. Вентиляция с естественным побуждением и вентиляционные каналы

При естественном воздухообмене вход наружного воздуха в помещения, а также выход из них наружу происходит через щели притворов окон, дверей и фонарей и в меньшей степени — через поры материала ограждений. Причины, вызывающие такой воздухообмен, объясняются разностью удельных весов наружного воздуха и воздуха помещения и давлением ветра. Количество воздуха, поступающего в помещение таким путем, невелико. Так, через 1 пог. м щели притвора окна с двойным остеклением в деревянной раме, расположенной с наветренной стороны, в течение 1 ч пройдет только 4—6 м³ воздуха при скорости ветра 3—4 м/сек.

Естественный воздухообмен, организованно осуществляемый через открытые световые и специальные проемы в ограждениях, получил распространение в цехах с большими тепловыделениями, превышающими теплотери. Разность тепловыделений и потерь тепла — теплоизбытки — обеспечивают подогрев холодного приточного воздуха до температуры помещения (мартевские, прокатные, литейные, кузнечные и прочие горячие цеха). Такая организованная естественная вентиляция носит название «азрации».

Если в цехе (рис. 38, а) имеются отверстия сверху в стенках светового фонаря и внизу в стенах здания, то при неравенстве $t_{в} > t_{н}$ возникает циркуляция воздуха в направлении,

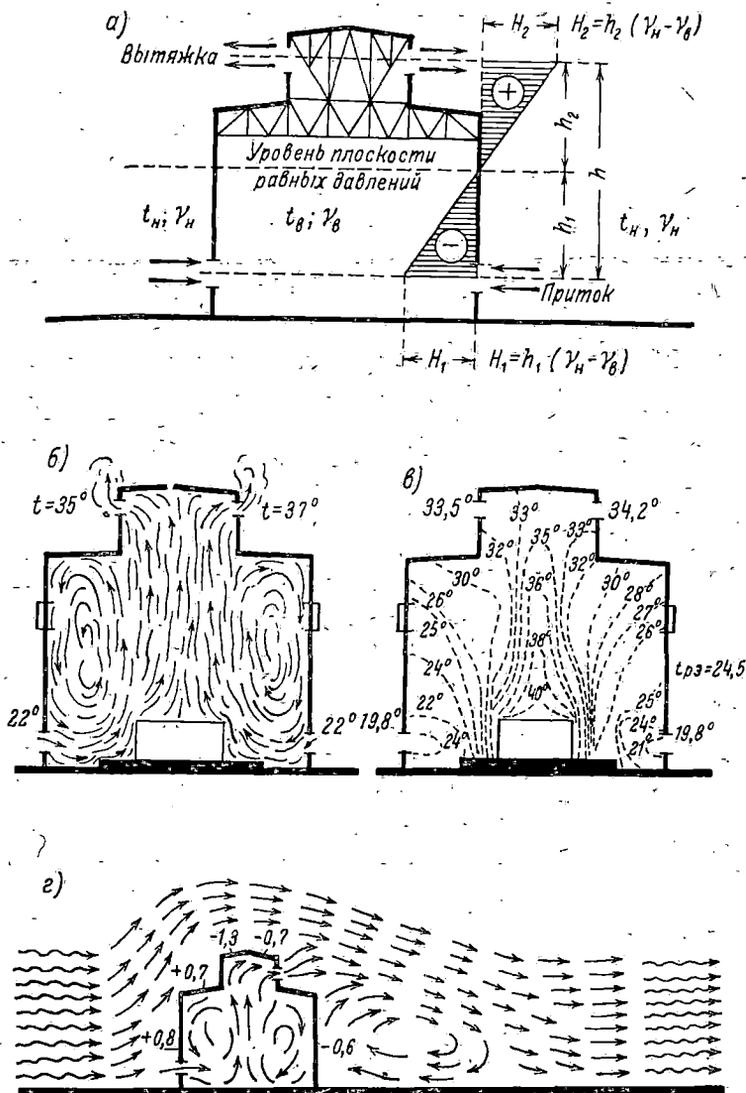


Рис. 38. Аэрация промышленного цеха

а — принципиальная схема; б — направление потоков воздуха в цехе при его аэрации; в — изотермические линии в цехе при его аэрации; г — схема обтекания цеха воздушным (ветровым) потоком с показанием значений аэродинамических коэффициентов

указанном стрелками. Среднее давление воздуха в цехе равно давлению окружающего атмосферного воздуха только на уровне определенной горизонтальной плоскости. На уровне нижних отверстий давление наружного воздуха выше давления воздуха в цехе, а разность этих давлений, действующая снаружи, равна разности весов столбов воздуха:

$$H_1 = h_1(\gamma_n - \gamma_b) \kappa z / \text{м}^2.$$

На уровне верхних отверстий давление наружного воздуха меньше давления воздуха в цехе. Разность давлений, действующая изнутри, составит

$$H_2 = h_2(\gamma_n - \gamma_b) \kappa z / \text{м}^2.$$

Связь между давлением и вызываемой им скоростью выражается формулой

$$H = \frac{w^2 \gamma}{2g} \kappa z / \text{м}^2.$$

Следовательно, скорость воздуха, проходящего в цех через нижнее отверстие,

$$w_1 = \sqrt{\frac{2gh_1(\gamma_n - \gamma_b)}{\gamma_n}} \text{ м/сек.}$$

Поток воздуха, проходя через отверстие, сжимается, и поэтому скорость его неравномерна по сечению, что учитывается введением коэффициента расхода μ , равного 0,64 для прямоугольных отверстий. Объем воздуха, проходящего в цех через нижнее отверстие, определяется из выражения

$$V_1 = F_1 \mu \sqrt{\frac{2gh_1(\gamma_n - \gamma_b)}{\gamma_n}} \text{ м}^3/\text{сек.};$$

соответственно для верхнего отверстия

$$V_2 = F_2 \mu \sqrt{\frac{2gh_2(\gamma_n - \gamma_b)}{\gamma_n}} \text{ м}^3/\text{сек.}$$

При заданном объеме воздуха, который необходим для создания требуемого воздухообмена, по этим формулам можно определить площадь аэрационных отверстий. Примерное направление потоков воздуха в цехе под влиянием гравитационных сил при безветрии показано для частного случая на рис. 38, б. Если источником тепловыделения в цехе служит производственная печь, то для этого случая на рис. 38, в показаны также изотермические линии, характеризующие примерное распределение температур в цехе.

В летнее время в цех поступает приточный воздух через нижние отверстия в стенах и окна. В зимнее время для пред-

отвращения резкого охлаждения воздуха в рабочей зоне приток наружного холодного воздуха обеспечивается через отверстия, расположенные выше, и также через окна.

При ветре ограждения наветренной стороны находятся под повышенным давлением, ограждения подветренной стороны — под пониженным. Воздух будет входить в здание через открытые проемы наветренной стороны и выходить через открытые верхние проемы подветренной стороны (рис. 38, з). Скорость ветра, встретившего преграду — здание, несколько снизится; величина давления, создаваемого ветром (ветровая нагрузка) при скорости w_v , составит

$$H_B = k_a \frac{w_v^2 \gamma_n}{2g} \text{ кг/м}^2.$$

В формулу введен аэродинамический коэффициент k_a — отношение давления или разрежения, создаваемого ветром, к динамическому давлению ветра. Величина этого коэффициента для отдельных ограждений указана на рис. 38, з. Знак его меняется в зависимости от положения ограждения по отношению к ветру (подветренная или наветренная сторона), влияя на уменьшение или увеличение гравитационного давления, создаваемого разностью удельных весов наружного воздуха и воздуха в цехе.

Для использования энергии ветра в целях аэрации разработаны специальные конструкции аэрационных фонарей, не задуваемых ветром. Размеры отдельных частей фонаря указаны в процентах от ширины «горла» фонаря, принятой за 100% (рис. 39).

Применение аэрации дает большой экономический эффект по сравнению с приточно-вытяжной механической вентиляцией. При аэрировании экономится электроэнергия, расходуемая в обычной вентиляционной установке на передвижение воздуха по каналам, не затрачивается топливо на подогрев холодного воздуха перед подачей его в цех и не расходуется металл

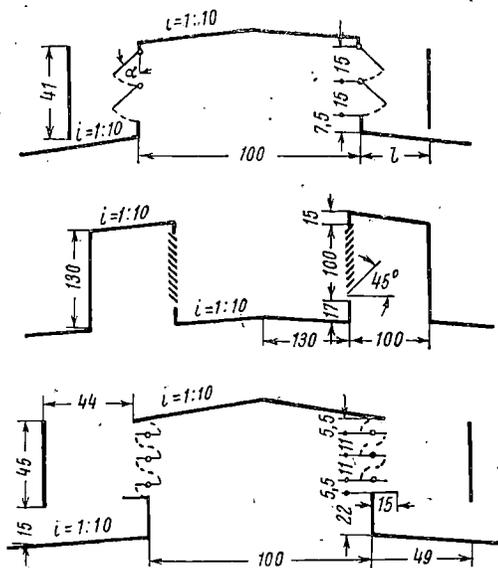


Рис. 39. Схемы аэрационных фонарей (размеры в % от ширины горла)

на сооружение воздухопроводов, изготовление калориферов и вентиляторов.

Аэрации присущи недостатки: отсутствие возможности распределять воздух в цехе по рабочим местам и обеспечивать его очистку от пыли. Для аэрирования помещений зимой обязательно наличие больших тепловыделений. Кроме того, аэрация не может быть применена для промышленных зданий, в которых требуется поддержание постоянного температурно-влажностного режима. Местные вытяжные устройства — зонты, копаки, шкафы и другие типы укрытия, действующие без помощи вентиляторов, используют в дополнение к тепловому побуждению

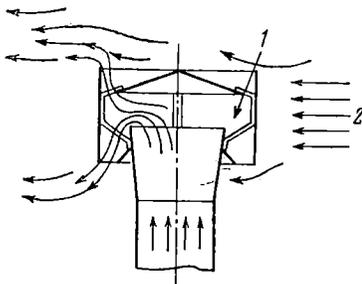


Рис. 40. Дефлектор ЦАГИ
1 — цилиндрический корпус; 2 — направление ветра

энергию ветра, что обеспечивается установкой на вытяжных шахтах специальных оголовков — дефлекторов.

Наиболее распространенной конструкцией такого оголовка является дефлектор, разработанный Центральным аэрогидродинамическим институтом, требующий для своего изготовления минимального количества металла сравнительно с другими типами дефлекторов. Он представляет собой цилиндрический корпус

(рис. 40), охватывающий верхнюю уширенную часть (диффузор) вытяжной трубы (шахты) максимальный диаметр которой принимается обычно не более 1 м. Зонт над трубой защищает ее от задувания ветром и попадания дождя и снега. Ветер, обтекая цилиндр дефлектора, создает на 75—80% его периметра пониженное давление. Под влиянием этого разрежения, идущего в дополнение к гравитационным силам, воздух выводится из шахты через верхний и нижний кольцевые промежутки, находящиеся между шахтой и цилиндром, колпаком и цилиндром.

Естественное побуждение движения воздуха в помещении и каналах обуславливается гравитационными силами (разность удельных весов воздуха) и давлением ветра. Эти факторы достигают максимальной величины в морозные дни с сильным ветром и уменьшаются при безветрии в теплое время года, поэтому нельзя рассчитывать на постоянный эффект действия вентиляции с естественным побуждением, если в вентилируемом помещении нет значительных тепловыделений.

Использование только естественных факторов для организации постоянно действующей вентиляции принимается лишь в таких помещениях и зданиях, где временное уменьшение воздухообмена не повлечет неприятных последствий для человека:

в жилых домах, зданиях административного характера и т. д. В них устраивается обычно только вытяжная естественная вентиляция с выводом воздуха из помещений по каналам.

Поступление приточного воздуха в такие вентилируемые помещения осуществляется через неплотности в наружных ограждениях помещений, местные приточные устройства, совмещенные с нагревательными приборами, или с помощью механической приточной вентиляции.

Из каждого вентилируемого помещения при гравитационном побуждении рекомендуется отводить воздух самостоятельными вертикальными каналами, допуская их объединение только перед вытяжной шахтой. Возможные варианты схем вытяжной гравитационной вентиляции с вертикальными каналами для жилых домов показаны на рис. 41.

Величина гравитационного давления для расчета каналов определяется умножением разности удельных весов наружного воздуха и воздуха внутри помещения на высоту канала.

Вентиляционные каналы (воздуховоды) по форме поперечного сечения подразделяются на круглые и прямоугольные; по материалу — на металлические (стальные и очень редко — алюминиевые) и неметаллические, изготовленные из шлакогипсовых, бетонных, железобетонных, асбестоцементных плит, бетонных, керамических, асбестоцементных и пластмассовых труб и пр. Выбор материала производится в зависимости от назначения здания, требуемых геометрических размеров и формы поперечного сечения, а также места, отведенного для прокладки воздуховодов, и свойств транспортируемого воздуха: температуры, влажности, содержания химически активных газов, паров, пылей, кислот и щелочей.

В жилых и общественных зданиях вертикальные вентиляционные каналы круглого или прямоугольного сечений обычно размещаются в специальных вентиляционных блоках и панелях, устанавливаемых на место одновременно со стеновыми блоками

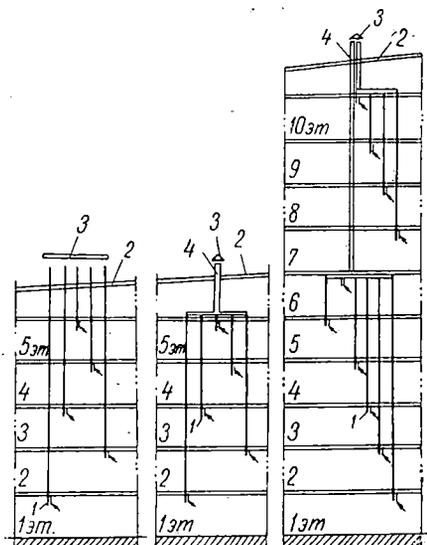


Рис. 41. Схемы систем вытяжной вентиляции с вертикальными каналами

1 — жалюзийная решетка; 2 — кровля; 3 — зонт (или дефлектор); 4 — сборная шахта с зонтом или дефлектором

(панелями) или с кладкой смежных участков стен. Вентиляционный блок с наклонными каналами показан на рис. 42. Такое расположение каналов обеспечивает одинаковую привязку вытяжного отверстия во всех этажах. Вентиляционные каналы могут быть оставлены в толще внутренних кирпичных стен (рис. 43) или в заделываемых плитами бороздах, предусмотренных заранее или специально пробитых вновь.

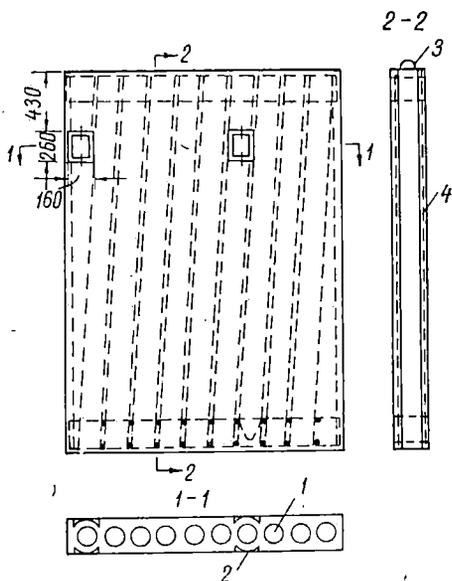


Рис. 42. Вентиляционный блок с наклонным расположением каналов
1 — вытяжной канал; 2 — риска для вентиляционного отверстия; 3 — петля для подъема блока; 4 — металлическая арматурная сетка

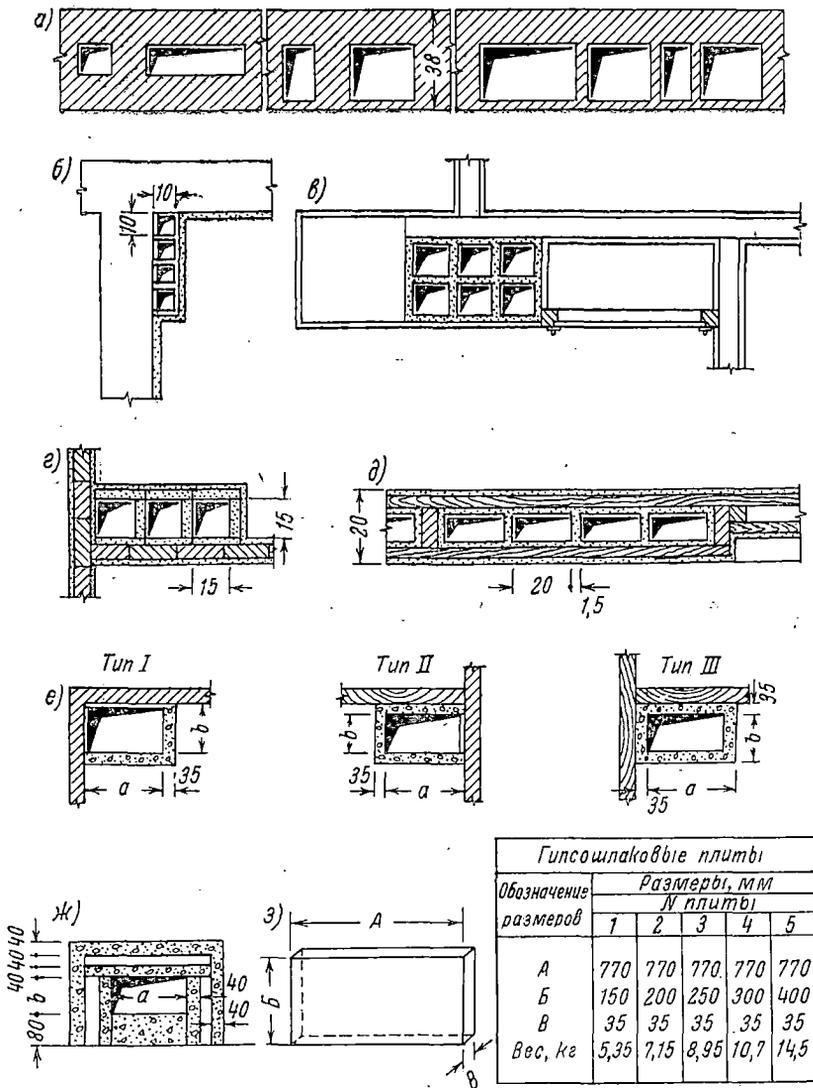
При отсутствии возможности вписать каналы в толщу внутренних стен устраиваются приставные каналы из гипсошлаковых блоков и плит, а при повышенной влажности воздуха (более 65%) — из шлакобетонных и бетонных. Такие каналы маскируются установкой в нишах, у колонн и пиластр, в части сечения встроенных шкафов.

При установке каналов у наружных стен обязательно наличие между ними воздушной прослойки.

Горизонтальные подшивные (к потолку) каналы устраиваются из гипсошлаковых и бетонных плит, армированных металлической сеткой или полосовой сталью. При очень больших размерах сечения канала его стенки выполняются из железобетона. Сборные вентиляционные каналы, укладываемые непосредственно по

чердачному перекрытию, рекомендуется делать с двойными стенками и воздушной прослойкой между ними для увеличения общего сопротивления теплопередаче (не менее $0,6 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С} \cdot \text{ч/ккал}$). Это позволит предохранить канал как от зарастания его инеем в холодное время года, так и от последующего его разрушения талой водой.

Вытяжные шахты выполняются в двух вариантах: с обособленными каналами и каналами, объединенными шахтой с дефлектором (рис. 44). Материал стенок шахт — шлакобетон, керамзитобетон и бетонные блоки с утеплением, обладающие малой теплопроводностью. Устройство ответвлений и поворотов, изменение площади сечения неметаллических воздухопроводов производится с помощью фасонных частей (колена, тройники,



Гипсошлаковые плиты					
Обозначение размеров	Размеры, мм				
	N плиты				
	1	2	3	4	5
A	770	770	770	770	770
б	150	200	250	300	400
B	35	35	35	35	35
Вес, кг	5,35	7,15	8,95	10,7	14,5

Рис. 43. Конструкции вентиляционных каналов

a — размещение каналов в кирпичных стенах; *б* — каналы, выполненные из плит, у капитальной стены; *в* — компоновка каналов со встроенными шкафами; *г* — каналы из плит у перегородок; *д* — каналы в перегородках; *е* — подшивные горизонтальные каналы из гипсошлаковых плит; *ж* — устройство сборного вытяжного канала на чердаке; *з* — размеры типовых гипсошлаковых плит

крестовины и т. д.), сделанных из материала, принятого для изготовления канала, а в отдельных случаях — из листовой стали.

Воздуховоды промышленной вентиляции, работающей с механическим побуждением, обычно изготавливаются из черной, покрытой олифой листовой стали толщиной не менее 0,57 мм. Отдельные прямые звенья и фасонные части собираются в воздуховод на фланцах с картонной или резиновой прокладкой. На рис. 45 показаны прямой участок цилиндрического стального

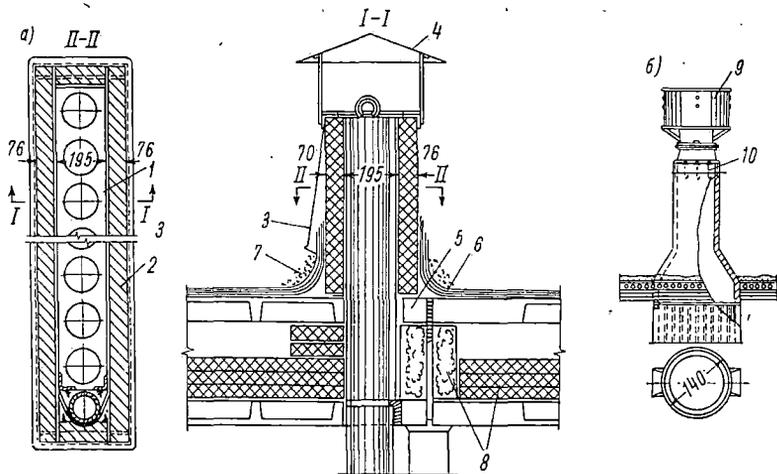


Рис. 44. Вытяжные шахты

а — с обособленными каналами; б — с каналами, объединенными в одну шахту; 1 — железобетонный блок; 2 — щиты из цементно-фибролитовых плит; 3 — фартук стальной; 4 — зонтик; 5 — асфальтовый или цементный борт; 6 — рулонный ковер; 7 — присыпка гравийная на битуме; 8 — панель; 9 — дефлектор; 10 — болты для крепления

воздуховода, отвод, утка, прямой диффузор, тройники, крестовина и косой диффузор.

Стальные воздуховоды круглого сечения применяются диаметром от 100 до 1540 мм. Они обладают большей жесткостью в сравнении с воздуховодами прямоугольного сечения.

Для перемещения воздуха, содержащего агрессивные газы и пыль, разрушающие сталь, применяются стальные воздуховоды с защитными покрытиями, алюминиевые, асбестоцементные и винилпластовые каналы.

Воздуховоды со всеми фасонными частями и центробежные вентиляторы могут изготавливаться также из листов бумаги (мешочной и чертежной) и картона (переплетного и электроизоляционного), склеенных в несколько слоев клеем БФ-2 с последующей пропиткой антикоррозийным составом. Отдельные детали вентилятора изготавливаются из дерева (угольники ста-

нины), текстолита (втулки рабочего колеса), листового алюминия или бронзы (шайбы задних дисков рабочего колеса). Вентиляторы и воздуховоды из бумаги антикоррозийны, не служат проводниками шума и электричества. Они применяются для устройства общеобменных и местных вентиляционных установок, удаляющих воздух с примесью агрессивных паров и газов, имеющих температуру не выше 55° С.

Отключение отдельных участков, а также регулирование количества воздуха, проходящего по воздуховодам из любого материала, осуществляется дроссель-клапанами и шиберами.

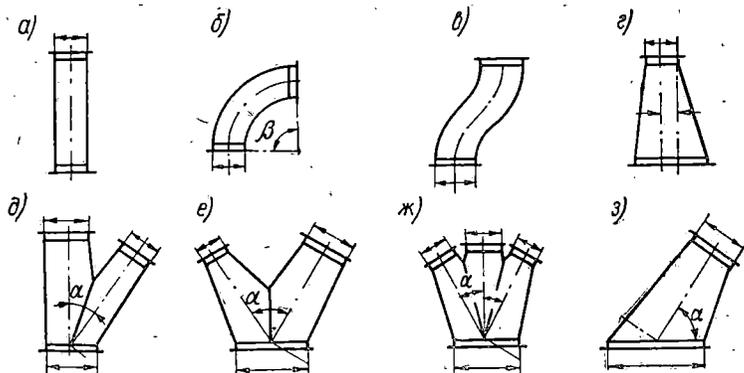


Рис. 45. Элементы стального воздуховода

а — прямой участок; б — отвод; в — утка; г, з — расширение (диффузор) или сужение (конфузор); д, е — тройники; ж — крестовина

Размеры сечения воздуховодов определяются по номограмме, составленной для гладких стальных воздуховодов круглого сечения. Если воздуховоды имеют шероховатую поверхность, то удельная потеря давления для шлакогипсовых каналов повысится в два раза, а в каналах с кирпичными стенками — в два с половиной.

Как при движении воды или пара по трубопроводам отопления, так и при движении воздуха по воздуховодам часть энергии движущегося воздуха расходуется на преодоление местных сопротивлений.

Простейшие вытяжные установки жилых домов обычно имеют прямые каналы с малым количеством местных сопротивлений. Величина гидравлического сопротивления канала связана с величиной гравитационного давления равенством:

$$H = h(\gamma_n - \gamma_b) = \frac{w^2 \gamma \lambda l}{2gd} + \sum \xi \frac{w^2 \gamma}{2g}$$

Для таких вытяжных установок обычно применяются воздуховоды прямоугольного сечения (или равного им круглого)

размерами от 100×100 до 300×300 мм и высотой в пределах 5—30 м. Скорость воздуха (*м/сек*) в них можно принять для ориентировочных расчетов из выражения

$$\omega = \sqrt{H}.$$

Вентиляция с естественным побуждением движения воздуха имеет ряд достоинств: бесшумность работы, дешевизна устройства и простота эксплуатации. Недостаток ее заключается в зависимости интенсивности воздухообмена от температуры наружного воздуха. Когда эта температура приближается к температуре воздуха вентилируемого помещения, то его вентиляция почти прекращается. Вторым недостатком гравитационной вентиляции является ограниченный радиус ее действия, не превышающий обычно 6—8 м.

Чтобы обеспечить движение воздуха по каналам, необходимо затратить определенное количество энергии на преодоление местных сопротивлений и трения. Запас энергии движущегося воздуха при гравитационном побуждении невелик и может обеспечить скорость воздуха в каналах, обычно не превышающую 1 *м/сек*. При передвижении небольших объемов воздуха на малые расстояния размеры каналов окажутся невелики и их устройство не вызовет конструктивных и планировочных затруднений.

Если необходимо перемещать большое количество воздуха в протяженных каналах системы гравитационной вентиляции, то каналы будут иметь непомерно большие размеры поперечного сечения, что увеличит стоимость и усложнит их прокладку в помещениях.

§ 15. Вентиляция с механическим побуждением

Чтобы обеспечить постоянное вентилирование помещений вне зависимости от температуры наружного воздуха, повысить скорость движения воздуха в каналах, уменьшить их размеры и увеличить радиус действия установки, применяется механическое побуждение движения воздуха.

Для этого используются воздуходувные машины — осевые и центробежные вентиляторы, рабочей частью которых служит колесо, представляющее собой ряд связанных в одну систему лопаток. При вращении колеса лопатки захватывают воздух, приводя его в движение и сжимая.

Осевые вентиляторы применяются для перемещения больших объемов воздуха при относительно малом сопротивлении сети воздухопроводов, создавая давление 15—25 *кг/м²*. На рис. 46 показан осевой вентилятор ЦАГИ серии МЦ, установленный на одном валу с электродвигателем, укрепленным на обечайке

(цилиндрический патрубок). При вращении лопастного колеса возникает поток воздуха вдоль оси вращения (отсюда название — осевой).

Осевые вентиляторы различаются по номерам, соответствующим диаметру (в дециметрах) рабочего колеса.

Центробежные вентиляторы в зависимости от конструкции придают воздуху низкое (до 100 кг/м^2), среднее (до 300 кг/м^2) и высокое (более 300 кг/м^2) давления. В вентиляционной технике преимущественно применяются центробежные вентиляторы низкого давления (рис. 47) и реже среднего давления. В конструкцию вентилятора входят ротор (рабочее колесо с лопатками в количестве до 64 штук), спиральный кожух и станина. Колесо насажено на вал с двумя подшипниками, корпуса которых находятся на станине. Лопатки колеса приклепаны к заднему диску и переднему кольцу.

Во время вращения колеса воздух входит через патрубок, поступает в радиальные каналы между лопатками, под дейст-

Размеры в % от диаметра колеса

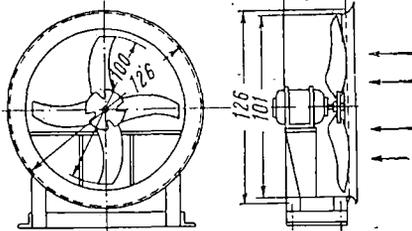


Рис. 46. Осевой вентилятор ЦАГИ серии МЦ

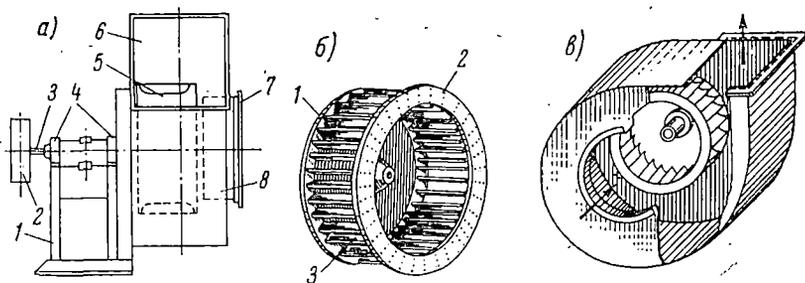


Рис. 47. Центробежный вентилятор низкого давления

а — общий вид: 1 — станина; 2 — шкив; 3 — вал рабочего колеса; 4 — подшипники; 5 — рабочее колесо; 6 — кожух спиральной формы; 7 — входной патрубок; 8 — внутренний конус; б — рабочее колесо: 1 — диск; 2 — переднее кольцо; 3 — лопатки; в — схема центробежного вентилятора

вием центробежной силы отбрасывается к стенкам спирального кожуха и выходит из него в выходное отверстие. При этом направление его движения по сравнению с первоначальным изменяется на 90° . Колесо вентилятора приводится в движение электродвигателем, связанным посредством ременной передачи

или имеющим общую с ним ось. Кожух вентилятора может быть установлен в различном положении. На рис. 47 показаны вентиляторы с выхлопом вбок и выхлопом вверх.

Мощность электродвигателя как для осевого, так и центробежного вентилятора определяется по формуле

$$N = \frac{V H k}{3600 \cdot 102 \eta_v \eta_p} \text{ кВт,}$$

где V — производительность вентилятора в $\text{м}^3/\text{ч}$;
 H — давление, создаваемое вентилятором, в $\text{кг}/\text{м}^2$;
 k — коэффициент запаса;
 η_v, η_p — к. п. д. вентилятора и ременной передачи.

При действии вентиляторов неизбежен механический и аэродинамический шум. Происхождение первого в основном зависит от качества балансировки колеса и состояния подшипников. Аэродинамический шум порождает вихри, сбегаящие с лопаток колеса. Для обеспечения бесшумной работы вентиля-

торов и центробежных насосов их устанавливают на амортизаторы из упругих материалов (резины) или стальных пружин (рис. 48). Воздуховоды к вентиляторам должны присоединяться при помощи гибкой вставки из прорезиненной ткани.

Применение вентиляторов позволяет осуществлять центральные системы приточно-вытяжной вентиляции с установкой оборудования для обработки воздуха, т. е. его подогрева, увлажнения и очистки от пыли. Это оборудование — калориферы, увлажнительные камеры и фильтры — оказывает большое сопротивление

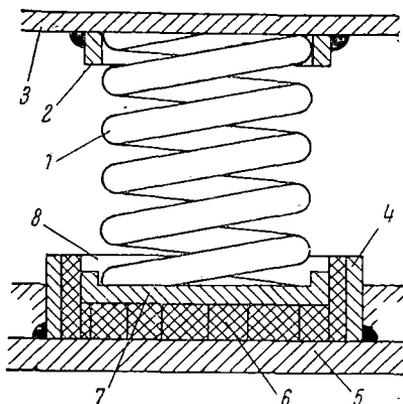


Рис. 48. Пружинный амортизатор
 1 — витая стальная пружина; 2, 4 — стакан;
 3, 5 — рамы верхнего и нижнего пояса;
 6, 8 — резина; 7 — металлическая шайба-подпятник

потоку обрабатываемого воздуха и поэтому почти не применяется в гравитационных системах вентиляции.

Системы приточно-вытяжной вентиляции с механическим побуждением, обладая большим радиусом действия, могут обеспечить заданные параметры воздуха в помещениях любых размеров и любого назначения, гарантируя постоянный эффект действия вне зависимости от внешних условий.

Вентиляционные установки с механическим побуждением представляют собой сложные устройства для обработки и

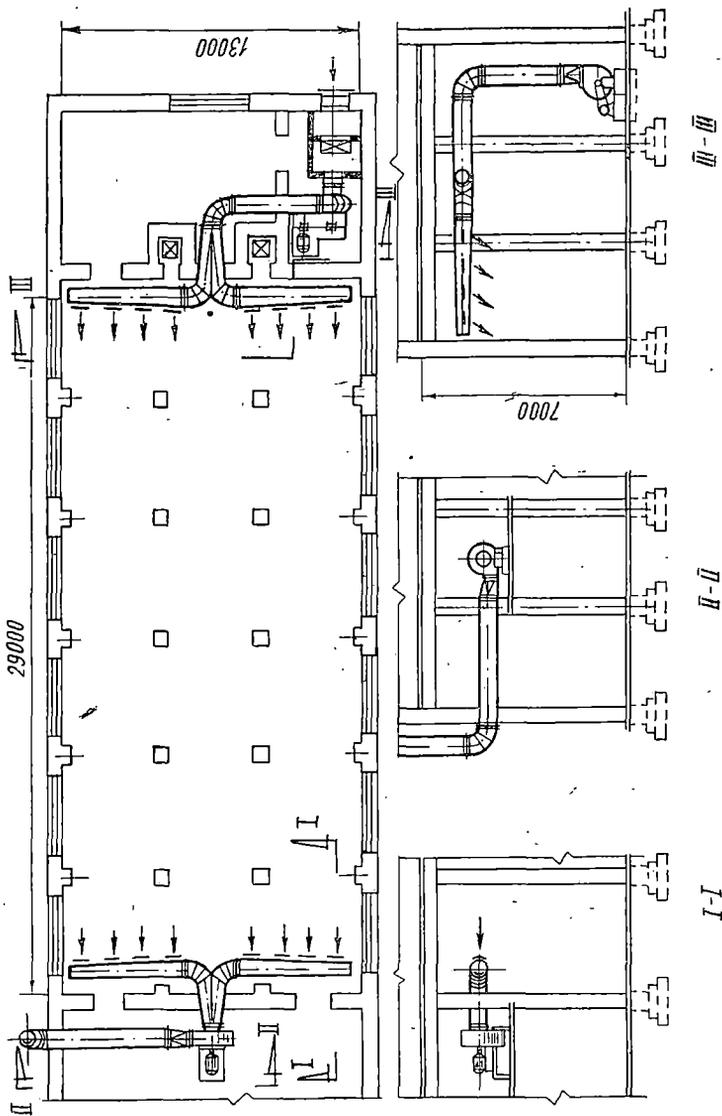


Рис. 49. Приточно-вытяжная вентиляция спирального цеха

перемещения воздуха. Пример устройства простейшей общеобменной приточно-вытяжной вентиляции в стиральном цехе прачечной приведен на рис. 49. Количество воздуха для вентиляции цеха определяется по нормативной кратности +10 и —13 и составляет 26 400 и 35 300 м³/ч. Воздуховоды для транспортирования этого количества воздуха при скорости 8—10 м/сек должны иметь площадь поперечного сечения 0,73—1,23 м², в связи с чем они не размещаются в толще внутренних стен; изготовленные из кровельной стали, они устраиваются в самом помещении. Центром каждой вытяжной и приточной установок является камера, в которой размещено оборудование для обработки и передвижения воздуха.

§ 16. Обработка приточного и вытяжного воздуха

В холодное время года приточный воздух, подаваемый в помещения централизованной системой вентиляции, подогревается нагревательными приборами — калориферами, установленными в камерах. Наиболее часто применяемые для этого пластинчатые калориферы (рис. 50) имеют в отличие от обычных отопительных приборов при относительно малых размерах большую поверхность нагрева. Вес 1 м² поверхности нагрева пластинчатых калориферов не превышает 5—6 кг, но они оказывают большое сопротивление проходящему через них воздуху и могут применяться только при механическом побуждении его движения. Коэффициент теплопередачи калорифера в 2—4 раза больше, чем отопительных нагревательных приборов, так как повышенная скорость воздуха увеличивает теплоотдачу калорифера конвекцией. Теплоноситель — пар или вода — поступает в калорифер через штуцер в распределительную коробку, откуда переходит в трубки, концы которых ввальцованы в трубную доску (дно коробки). На трубки насажены стальные пластинки толщиной 0,8—1 мм с промежутком между ними (шагом) 4—6 мм. Охладившаяся вода или конденсат выводятся из калорифера через сборную коробку в штуцер и далее в сеть.

Расход тепла на подогрев приточного воздуха

$$Q = Gc(t_{\text{п}} - t_{\text{н}}) \text{ ккал/ч,}$$

где G — вес воздуха в кг/ч;

c — весовая теплоемкость воздуха, равная 0,24 ккал/кг · °С;

$t_{\text{п}}$ — температура приточного воздуха в °С;

$t_{\text{н}}$ — зимняя расчетная температура наружного воздуха; ее значение для гражданских зданий принимается равным средней температуре самого холодного месяца в °С.

В жилых и небольших общественно-административных зданиях применяются также местные приточные устройства.

В частности, в некоторых крупнопанельных жилых домах Ленинграда для подогрева воздуха используется теплоотдача бетонного нагревательного прибора (рис. 51). Постоянное действие прибора обеспечивает и постоянное действие приточного устройства, поскольку причиной, вызывающей поступление в комнату наружного воздуха, является создаваемое прибором тепловое побуждение.

В ряде помещений требуется создание определенной влажности воздуха. Для этого подаваемый в них приточный воздух

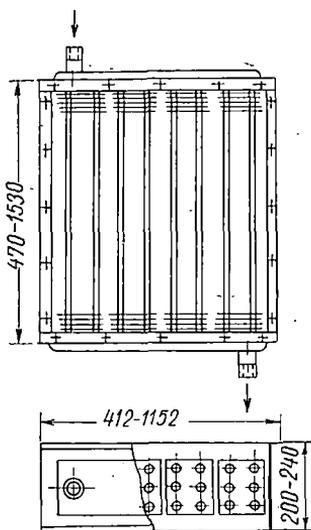


Рис. 50. Пластиновый калорифер

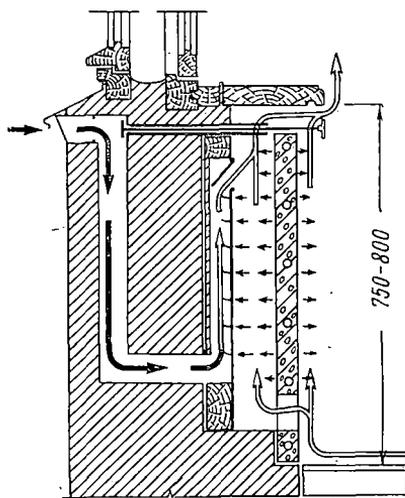


Рис. 51. Бетонный нагревательный прибор

должен быть увлажнен. Увлажнение воздуха в дождевом пространстве приточной вентиляционной камеры производится форсунками, распыляющими воду, подаваемую к ним под давлением из сети водоснабжения. Множество мелких капель, образующих большую площадь поверхности соприкосновения воды с воздухом, обеспечивает его увлажнение.

Из многочисленных типов форсунок, применяемых для увлажнения воздуха, на рис. 52 приведена форсунка центробежного типа. Вода перед выходом из отверстия форсунки получает вращательное движение, так как подводится по касательной к ее коническому центру.

В зависимости от температуры воды и температурно-влажностного состояния обрабатываемого воздуха воздух, проходящий через оросительную (дождевую) часть приточной камеры, может охлаждаться и уменьшать влагосодержание (сушиться) или охлаждаться и увлажняться, а также

нагреваться и увлажняться. В частности, распылением водопроводной воды летом может быть достигнуто охлаждение воздуха и его сушка.

В атмосферном воздухе и в воздухе помещений всегда находится некоторое количество пыли. За городом, в местностях со сплошным зеленым покровом, над реками и озерами содержание пыли в воздухе менее 1 мг/м^3 , а в городах с неблагоустроенными улицами и малым озеленением доходит до 20 мг/м^3 и более. Наибольшее содержание пыли в воздухе наблюдается на высоте от земли 2—3 м и снижается почти до нуля на высоте 20—30 м.

В воздухе производственных помещений при отсутствии вентиляции содержание пыли доходит до сотен и даже тысяч мг/м^3 . По санитарным нормам в воздухе помещения не должно быть более 2 мг/м^3 пыли (при условии содержания в ней кварца в количестве более 10%) и 10 мг/м^3 — для остальных видов пыли.

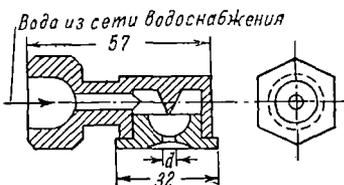


Рис. 52. Угловая форсунка центробежного типа

Для токсичной (ядовитой) пыли предельно допустимое содержание в помещении значительно ниже, в частности для табачной и чайной пыли — $0,003 \text{ мг/м}^3$.

Воздух, выбрасываемый вытяжной вентиляцией из зданий, должен быть очищен от пыли до выхода в атмосферу. Максимальное содержание пыли в удаляемом воздухе, разрешаемое санитарными нормами, составляет 100 мг/м^3 .

Выбор пылезадерживающих устройств зависит от начального пылесодержания воздуха, размеров частиц пыли и ее физических качеств (влажность, волокнистость и т. д.), а также от требуемой степени очистки (грубая, средняя, тонкая).

При грубой очистке воздуха задерживаются частицы размерами более 100 мк , при средней обеспечивается улавливание пыли размерами от 10 мк и выше, при тонкой — воздух освобождается и от более мелкой пыли. Конечная концентрация пыли в воздухе после грубой его очистки высока за счет неосевших мелких частиц. Средняя очистка может обеспечить конечную концентрацию пыли не более 100 мг/м^3 , тонкая очистка — $1—2 \text{ мг/м}^3$.

В ряде решений для получения высокой степени очистки следует прибегать к двухступенчатой последовательной установке пылеуловителей различного типа, подвергая воздух вначале грубой, а затем тонкой очистке.

Основной характеристикой пылеочистного устройства является коэффициент очистки, т. е. отношение разности концент-

раций (начальной и конечной) к начальной концентрации пыли, выраженное в процентах.

Современные, наиболее часто применяемые пылеочистные устройства делятся на:

инерционные пылеотделители, в которых эффект пылеотделения достигается использованием инерционных сил, порождаемых у пылевых частиц; к ним относятся в основном пылеосадочные камеры и центробежные пылеотделители;

контактные пылеотделители или пористые фильтры, в которых пыль выводится из потока воздуха вследствие соприкосновения ее с поверхностью пористого слоя и налипания на него. Пористый слой фильтра образуется из зернистых материалов (гравий, кокс, стружка и т. д.), из нитеобразных (стеклянная вата, шпагат, проволока), из перфорированных металлических листов, сетки, материи и пористой бумаги.

Инерционные и контактные пылеотделители обеспечивают как грубую, так и тонкую очистку воздуха. К пылеотделителям грубой очистки относятся инерционные пылеотделители, используемые предпочтительно в вытяжных установках. Большинство контактных фильтров задерживает более мелкие частицы и применяются в установках как приточной, так и вытяжной вентиляции.

К числу инерционных сухих пылеотделителей относится пылеосадочная камера. На рис. 53 показана в разрезе простейшая камера, в которой пылевые частицы при снижении скорости воздуха оседают на дно под действием силы тяжести. Траектория частицы будет находиться под углом к горизонту, примерно совпадая с равнодействующей параллелограмма сил, где вертикальный катет — скорость падения частицы в неподвижном воздухе, а горизонтальный катет — скорость воздушного потока. Более крупные частицы оседают ближе к входному отверстию, мелкие — к выходному.

Для получения достаточно высокой степени очистки камеру приходится делать значительных размеров. Введением вертикальных перегородок (рис. 53) обеспечивается более полное выпадение пылевых частиц, чему способствуют резкие повороты и удары потока. В таких камерах лабиринтного типа коэффициент очистки (грубой) составляет 50—80%.

Камеры для очистки больших количеств воздуха имеют объем в несколько сот и даже тысяч кубических метров.

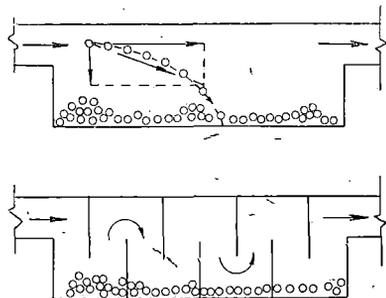
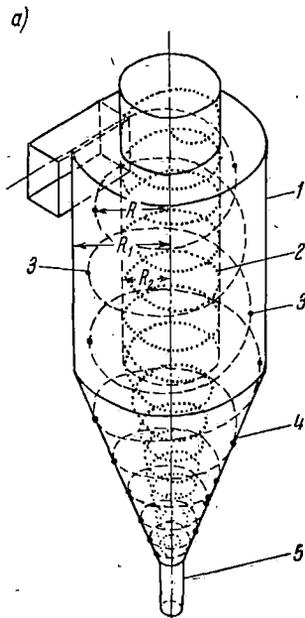


Рис. 53. Пылеосадочная камера

Вторым типом инерционного сухого фильтра служит циклон (рис. 54, а), представляющий собой металлический цилиндр 1 с внутренней трубой 2, заканчивающийся конусом 4. Запыленный воздух под давлением, созданным вентилятором, поступает в верхнюю часть циклона через патрубок и движется, вращаясь по спирали, постепенно опускаясь в кольцеобразном промежутке между внутренним и наружным цилиндрами. Развивающаяся при этом центробежная сила отжимает к стенкам пылевые частицы 3. Они выпадают в нижнюю часть циклона, откуда удаляются через патрубок 5 в сборный бункер. Воздух, очищенный от пыли, поступает во внутреннюю цилиндрическую трубу и через ее верхний открытый конец выводится в атмосферу.



При одинаково идущем процессе очистки воздуха циклоны

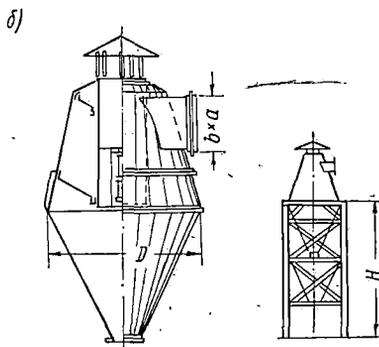


Рис. 54. Центробежный пылеотделитель (циклон)

имеют различные конструктивные решения, от которых зависит их внешний вид. На рис. 54, б показан бочкообразный циклон (и постамент под него), применяющийся для грубой очистки воздуха от неволокнистой пыли и древесных отходов. Количество воздуха, поступающего в циклон под давлением вентилятора, достигает 50—55 тыс. $m^3/ч$. Полная высота такого циклона 8 м, диаметр 4 м, вес 3000 кг, высота постамента 10 м. Коэффициент очистки в циклонах доходит до 80%.

Для тонкой очистки воздуха от пыли широко применяется самоочищающийся масляный фильтр непрерывного действия контактного типа (рис. 55). Фильтрующая панель — металлическая сетка 1 вращается верхним валом и дважды пересекает поток запыленного воздуха прежде, чем погрузиться в ванну 2, наполненную техническим маслом (вазелиновым, веретенным

или парфюмерным). В ней панель отмывается от задержанной пыли, опускающейся на дно. Медленное движение панели со

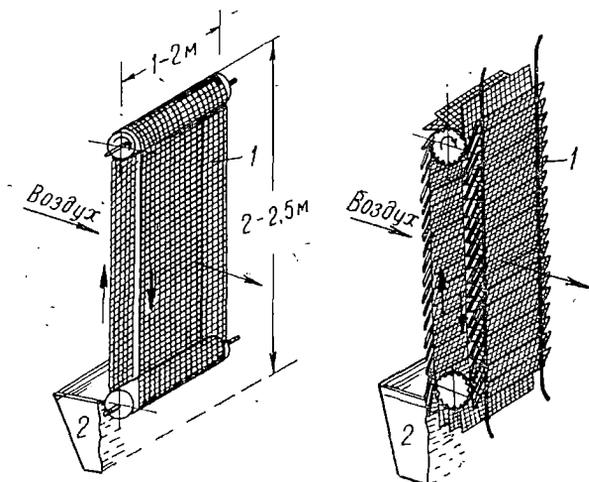


Рис. 55. Масленный фильтр непрерывного действия контактного типа с ленточной и шторчатой панелью

скоростью до 0,3 м/мин осуществляется электродвигателем, находящимся на корпусе фильтра с механическим приводом, через двухступенчатый червячный редуктор. Коэффициент очистки достигает 96—98% при проходе через 1 м² лобовой панели (ленточной или шторчатой) до 10 000 м³/ч воздуха. Движение воздуха обеспечивается центробежным вентилятором.

Для очистки воздуха от мельчайшей пыли применяются также контактные бумажные фильтры, выполненные из нескольких (8—10) слоев пористой бумаги, уложенной на гребенчатую сетчатую рамку (рис. 56). Ячейка фильтра при глубине 220 мм, имея размеры 550×550 мм, обеспечивает очистку 100—150 м³/ч; коэффициент очистки достигает 99%.

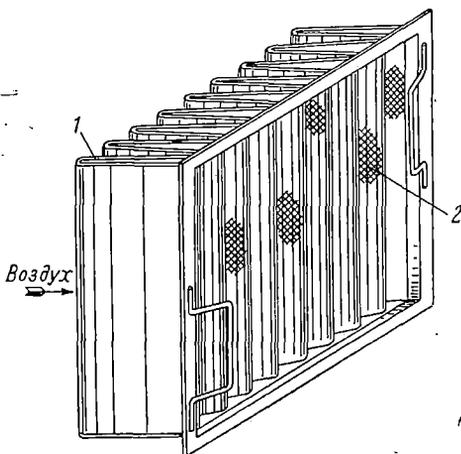


Рис. 56. Контактный бумажный фильтр
1 — пористая бумага; 2 — металлическая сетка

Вытяжные вентиляционные установки могут быть использованы для транспортирования значительных масс сыпучих

материалов. Они называются «установками пневматического транспорта материала», и перемещение материала становится основной задачей установки при условии, если отношение веса материала достаточно велико по отношению к весу воздуха. Такие системы, в частности, устраиваются для удаления от

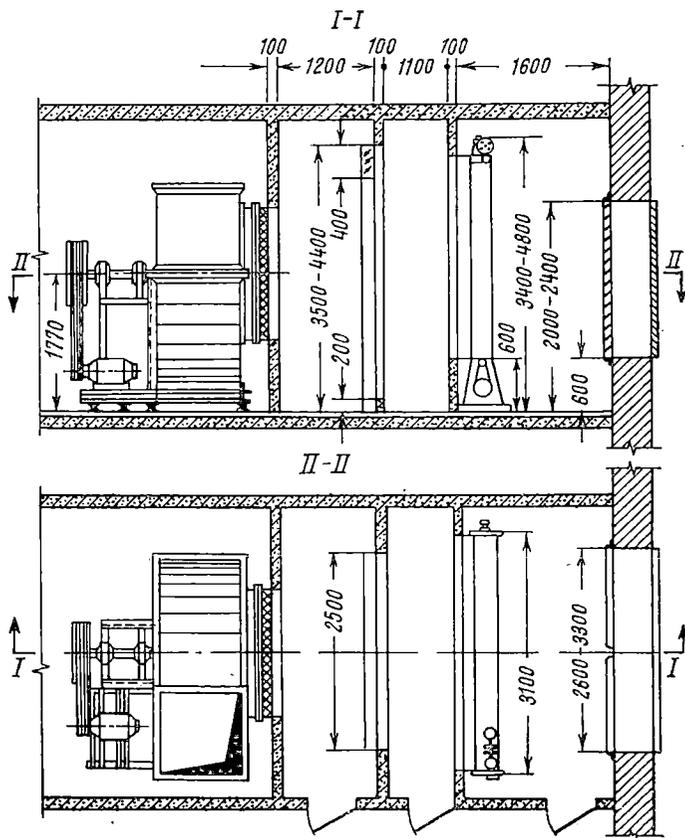


Рис. 57. Типовая приточная камера из сборных элементов

станков деревообделочного цеха опилок, стружек, щепы и древесной пыли и последующего их транспортирования в определенное место вне цеха для последующей утилизации.

Здесь вытяжная система вентиляции сочетается с системой пневматического транспорта. Для вывода и сбора древесных отходов из воздушного потока обычно используется циклон. Радиус действия таких установок достигает нескольких сот метров. Скорость воздуха в воздуховодах доводится до 18—22 м/сек.

Типовые сборные приточные и вытяжные камеры, в которых комплектуется оборудование для обработки и перемещения воздуха, монтируются из отдельных унифицированных секций заводского изготовления. На рис. 57 показано принципиальное решение типовой приточной камеры производительностью 60—120 тыс. м³/ч, достаточной для обслуживания большого киноконцертного зала на полторы-три тысячи зрителей. Воздух, обрабатываемый в приточной камере, проходит через жалюзийную решетку, установленную на воздухоприемном отверстии (закрывается клапаном), поступает в масляный самоочищающийся фильтр для очистки от пыли, далее подогревается в калориферах и подается центробежным вентилятором в помещение. Ограждения камеры выполняются из металла или древесноволокнистых плит, арболита и других материалов. Такие камеры применяются для приточной вентиляции воздушного отопления, совмещенного с приточной вентиляцией, и действуют по прямооточному или рециркуляционному циклу, а также для воздушного отопления при полной рециркуляции воздуха.

Простейшие вытяжные камеры без очистки выбрасываемого воздуха оборудуются только вентилятором с электродвигателем.

§ 17. Воздушное отопление. Понятие о кондиционировании воздуха

Воздушное отопление организуется подачей в отапливаемое помещение воздуха, нагретого до высокой температуры в калориферах приточной камеры или специального агрегата. Количество тепла, отдаваемое воздухом при охлаждении (в ккал/ч) и компенсирующее теплопотери помещения,

$$Q = Gc(t_r - t_b),$$

где G — вес воздуха в кг/ч;

c — весовая теплоемкость воздуха;

t_r — температура воздуха, поступающего в помещение;

t_b — температура воздуха помещения.

Если в помещении (здании) требуется устройство приточно-вытяжной вентиляции, то выгодно совместить с ней воздушное отопление, поскольку при этом используются все элементы системы вентиляции и необходимо только увеличить поверхность нагрева калорифера. Расход металла при воздушном отоплении уменьшается в сравнении с радиаторным отоплением. Воздушное отопление устраивается, как правило, только с механическим побуждением и в зависимости от радиуса действия может быть местным (децентрализованным) или центральным.

Максимальная температура воздуха, подаваемого в помещение, принимается в пределах 45—70° С. При этом теплоноситель — воздух может быть или только наружным (прямоточная схема), или же внутренним, циркулирующим между камерой с калорифером и помещением без примеси наружного свежего воздуха (рециркуляционная схема).

Применяется и промежуточный вариант — частичная рециркуляция воздуха помещения с примесью наружного воздуха.

Отопление больших зрительных залов, часто не имеющих

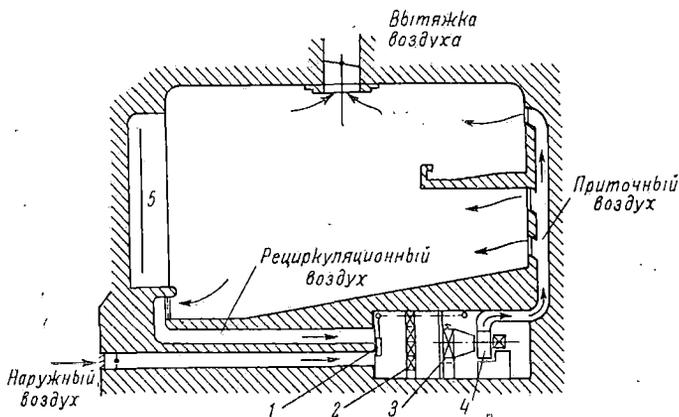


Рис. 58. Система воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией, в зрительном зале

1 — шибер; 2 — фильтр; 3 — калорифер; 4 — вентилятор; 5 — Экран

наружных стен, рекомендуется делать воздушным, совмещая его с вентиляцией. Одно из возможных решений схематично показано на рис. 58.

Децентрализованное воздушное отопление в производственных зданиях осуществляется установкой специальных отопительных агрегатов. Компактный и легкий агрегат комплектуется из калорифера и осевого вентилятора на одной оси с электродвигателем. Отопительный агрегат работает по рециркуляционной схеме, подавая в помещение нагретый воздух, взятый из него же без примеси наружного воздуха.

На рис. 59 показан отопительный агрегат воздушного отопления производительностью 75—90 тыс. *ккал/ч* и весом только 200 кг, что позволяет крепить его к ограждениям или к конструктивным элементам здания. При такой же теплопроизводительности радиаторы системы отопления должны были бы иметь вес около 4000—5000 кг.

Совместная работа отопительно-вентиляционных систем обычного типа обеспечивает заданный температурно-влажност-

ный режим в помещениях с некоторым допустимым нормами отклонением от требуемых значений температуры и влажности воздуха.

В ряде производственных цехов требуется создание искусственных климатических условий, т. е. поддержание без каких-либо отклонений определенной температуры и влажности воздуха и, кроме того, его чистоты и скорости движения. Процесс создания и поддержания заданного климата называется кондиционированием воздуха.

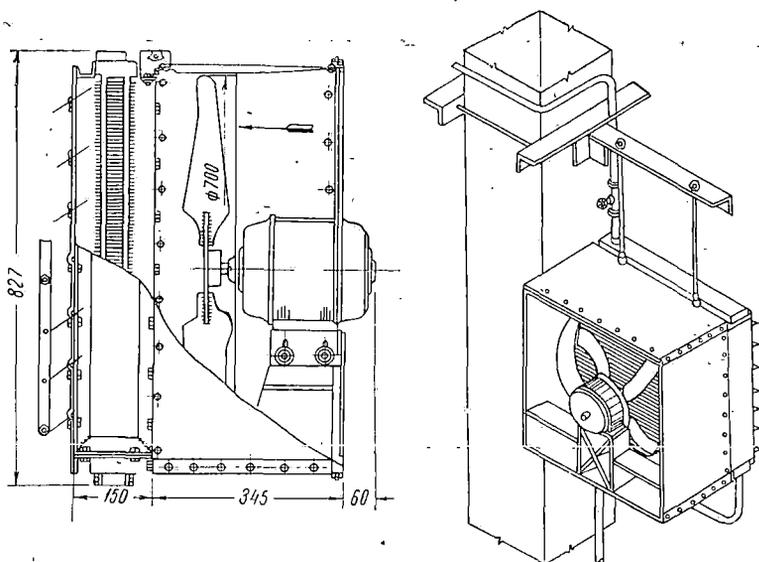


Рис. 59. Воздушный отопительный агрегат, его крепление к колонне

Кондиционирование применяется также для создания искусственного климата в кинотеатрах, библиотеках, больницах, пассажирских вагонах и т. д. Такое гигиеническое кондиционирование в отличие от производственного обеспечивает несколько меньшую точность регулирования заданных параметров воздуха.

Для иллюстрации роли производственного кондиционирования воздуха можно привести хотя бы такой пример. При повышении относительной влажности воздуха в печатном цехе типографии от 25 до 80% линейные размеры листа бумаги увеличиваются на 0,8%. Если лист бумаги длиной в 1500 мм будет взят из помещения, в котором поддерживалась относительная влажность 25%, и вынесен в помещение с относительной влажностью воздуха 80%, то он удлинится на 12 мм. А удлинение листа только на одну десятую этой величины при многокрасочной печати приводит к браку.

Искусственный климат необходим не только для гигиенических и производственных нужд. В лабораториях научно-исследовательских институтов, оборудованных установками кондиционирования воздуха, можно получить суховеи Заволжья или влажную прохладу Прибалтики, создать в декабре июльский зной, а в июле — морозы декабря, словом, получить любые климатические условия для проведения соответствующих исследований.

В системах кондиционирования воздуха обеспечивается его полная обработка: подогрев, охлаждение, увлажнение, осушка и очистка от пыли. В отдельных случаях может потребоваться очистка воздуха от запаха (дезодорация) и его дезинфекция. Для достижения всех этих целей система кондиционирования воздуха должна быть обеспечена электроэнергией, теплоносителем, получаемым из наружной сети, хладоносителем (обычно от местной холодильной машины), водой и канализацией.

Системы кондиционирования воздуха делятся на центральные, автономные и местные.

В центральных системах обработка воздуха производится в специальной камере, связанной воздуховодами с группой обслуживаемых помещений. Здесь же, в одном центре, находится холодильная машина и тепловой ввод.

Автономным кондиционером со встроенной холодильной машиной обычно обслуживается одно небольшое помещение с установкой непосредственно в нем и самого кондиционера. Повышение температуры воздуха обеспечивается электроподогревом. Установка такого кондиционера сводится только к подключению его к электросети.

Местные кондиционеры также устанавливаются непосредственно в обслуживаемом ими помещении, но тепло и хладоноситель получают из общего для всего здания центра.

В зависимости от изменения внешних метеорологических условий и режима работы кондиционируемого помещения необходимо регулировать параметры обрабатываемого воздуха, а следовательно, расходы тепла, холода и воды.

Регулирование осуществляется автоматически с помощью датчиков, воспринимающих изменения температуры и относительной влажности воздуха, передающих импульсы командному органу, обеспечивающему, в свою очередь, действие исполнительного механизма.

ГАЗОСНАБЖЕНИЕ

§ 18. Газоснабжение населенных пунктов СССР

Люди с незапамятных времен пользовались для бытовых нужд природным газом, получаемым с помощью простейших приспособлений в местах его естественного выхода на поверхность (Азербайджан, Ирак, Китай и другие страны).

Промышленное использование природного газа началось только во второй половине XIX в. Искусственный газ был впервые применен для освещения за рубежом в 1792 г., у нас в Петербурге — в 1811 г. Несколько Пермских заводов получили газовое освещение в 1818 г. Им были оборудованы также Петергофская фабрика и суконные фабрики в г. Муроме. Там же газ впервые был применен и для отопления. В 20-х г. XIX в. газом было освещено громадное здание Главного штаба в Петербурге, где в 1835 г. был построен первый в России газовый завод, работавший на каменном угле. В настоящее время газ не используется для освещения, но имеет очень большое значение в народном хозяйстве как исходное основное сырье для химической промышленности и как топливо, поскольку затраты на добычу и транспорт газа почти вчетверо меньше аналогичных затрат по другим видам топлива, заменяемым газом.

Добыча природного и производство искусственного газа в СССР составила в 1964 г. более 100 млрд. м³, в 1965 г. — уже 129 млрд. м³. Доля искусственного газа в суммарной добыче почти в десять раз меньше доли природного и имеет тенденцию к относительному уменьшению.

Характерная особенность искусственных газов, полученных при сухой перегонке твердого топлива, заключается в наличии в них большого количества водорода и ядовитой окиси углерода, полностью отсутствующих в природных газах, в состав которых входят неядовитые метан, этан, пропан и бутан.

Отнесенная к нормальному кубическому метру, т. е. взятому при температуре +20° и давлении 760 мм рт. ст., низшая теплота сгорания искусственного газа находится в пределах 3000—

4000 ккал/нм³. Для природного газа она значительно выше — от 7500 до 9000 ккал/нм³ и выше. Сейчас газовым топливом для бытовых нужд пользуется около 40 млн. советских граждан, живущих примерно в 1700 городах и поселках. Газоснабжение многочисленных населенных пунктов осуществляется также сжиженным газом, состоящим из смеси пропана и бутана.

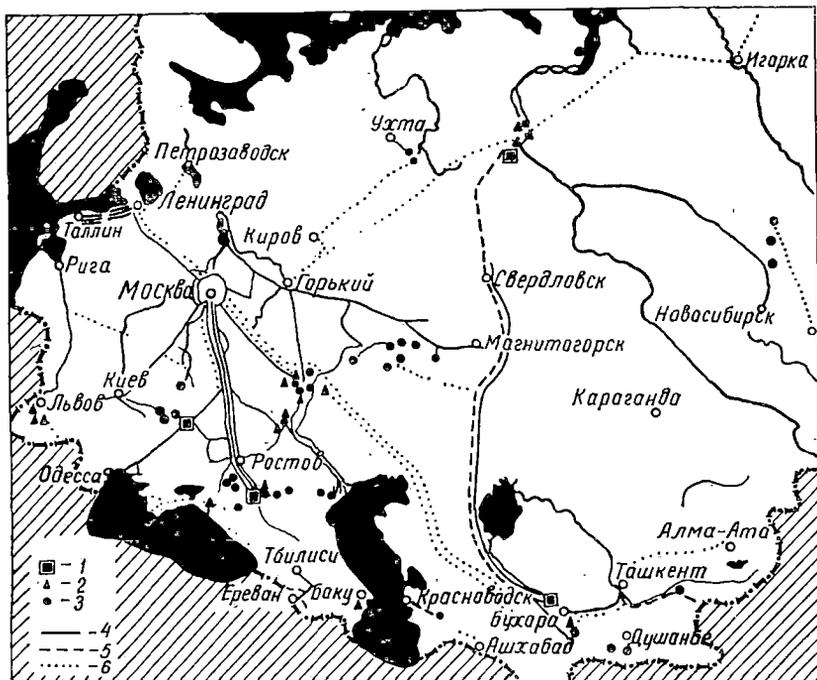


Рис. 60. Карта размещения газопроводов и расположения месторождений газа

1 — крупные месторождения газа; 2 — средние; 3 — прочие; 4 — газопроводы действующие; 5 — строящиеся; 6 — проектируемые

Основные советские газовые месторождения — Газлинское (Бухарская область), Шебелинское (Харьковская область) и Ставропольское. В них находится почти половина запасов природного газа.

Широкое промышленное использование месторождений природного газа в СССР началось в 1940 г. В 1941 г. был введен в эксплуатацию первый в стране магистральный газопровод Дашава — Львов протяженностью 70 км, построенный из стальных труб диаметром 300 мм. В последующие годы были сооружены газопроводы: Бугуруслан — Куйбышев (диаметр труб 350 мм), Саратов — Москва (300 мм), Дашава — Киев —

Брянск — Москва (500 мм), Северный Кавказ — Москва (720, 820 и 1020 мм), Дашава — Минск (720 и 820 мм), Серпухов — Ленинград (720 мм) и многие другие общей протяженностью в несколько десятков тысяч километров (рис. 60). Магистральные газопроводы постепенно объединяются в гигантскую кольцевую газотранспортную систему, что позволяет маневрировать подачей газа в очень широких пределах.

В 1963 г. было завершено сооружение первой линии крупнейшего в мире газопровода Бухара — Урал, идущего от Газлинского месторождения.

Около половины всего протяжения — почти 2 тыс. км газопровода было проложено под землей по бездорожью, скальным и щебеночным грунтам, барханным пескам и малообжитым районам. Трасса пересекла много крупных, средних и мелких рек, болот, арыков и каналов. Все переходы через реки сделаны подводными, кроме одного — через Аму-Дарью, осуществленного по специальному мосту пролетом 390 м. Годовая пропускная способность газопровода после окончания в 1965 г. прокладки второй параллельной линии будет составлять 21 млрд. м³ газа. Такое количество по тепловому эквиваленту равноценно утроенной мощности Братской ГЭС. Затраты на строительство газопровода Бухара — Урал окупятся за 5—6 лет.

§ 19. Системы газоснабжения, режимы давлений и наружная газовая сеть

Минимальное давление газа в магистрали у ввода на городскую территорию должно быть не ниже давления, принятого в городской распределительной сети. У городской границы на газораспределительной станции (ГРС) газ очищается от пыли, снабжается резким запахом, позволяющим сразу обнаружить его утечку, и после учета количества и проверки качества поступает в городскую сеть с пониженным в ГРС давлением, обеспечивающим снабжение потребителей.

Газопроводы на территории городов и промышленных предприятий могут быть в зависимости от величины давления газа: низкого давления — с давлением газа не более 0,05 кг/см² (500 мм вод. ст.);

среднего давления — с давлением газа от 0,05 до 3 кг/см²;

высокого давления — с давлением газа от 3 до 6 кг/см²;

высокого давления — с давлением газа от 6 до 12 кг/см².

Простейшей системой распределения газа является одноступенчатая низкого давления, применяемая для небольших населенных пунктов с жилой застройкой без промышленных предприятий.

При больших размерах застроенной территории и наличии на ней промышленных предприятий целесообразно применение

двухступенчатой системы с подачей газа потребителям по газопроводам среднего и низкого или высокого и низкого давлений. При этом возможно развести по территории основное количество газа газопроводами сравнительно малого диаметра высокого или среднего давления. Затем, снизив давление в газорегуляторном пункте (ГРП), можно обеспечить бытовое потребление газом низкого давления. Двухступенчатая схема обычно применяется для городов средней величины с населением 100—150 тыс. человек.

Для больших городов следует прокладывать сеть низкого давления, обеспечивающую подачу газа по улицам к бытовым потребителям, сеть среднего давления для снабжения газом отопительных котельных и отдельных городских районов и транзитную сеть высокого давления для подачи газа к районным регуляторным станциям, к газгольдерным станциям и объектам, нуждающимся в газе высокого давления. Соответствующее решение может быть дано трехступенчатой системой (рис. 61) с подачей газа потребителям по газопроводам трех давлений — высокого до 6 *ати*, среднего и низкого или системой, в которой распределение газа осуществляется газопроводами всех четырех давлений.

Чтобы обеспечить надежность работы и требуемое давление газа, городская сеть трубопроводов низкого давления обычно строится по кольцевой схеме.

Количество газа, идущего на удовлетворение бытовых и отопительных потребностей в условиях средней полосы Европейской части СССР, составляет около двух третей от общего его расхода в городе, полностью газифицированном, а в расчете на одного жителя в год — примерно 475—525 м^3 применительно к природному газу с теплотворной способностью 8000 $\text{ккал}/\text{м}^3$.

Расход газа в населенном пункте не является равномерным. Он колеблется по часам, суткам и месяцам года. Для хранения избытков газа, образующихся при постоянной его подаче и неравномерном суточном потреблении, около городов сооружаются газгольдерные станции, а также подземные хранилища. Возросший удельный вес постоянного промышленного потребления газа, сглаживающего суточную неравномерность потребления при большой емкости магистральных газопроводов, позволяет в отдельных случаях обходиться без газгольдеров в пределах населенных пунктов.

При сооружении газовых сетей должны соблюдаться нормы расстояний, отделяющих проложенные обособленно подземные городские газопроводы от различных сооружений и деревьев. Так, в зависимости от величины давления газа в магистрале минимальное расстояние (по горизонтали в свету) от нее до здания должно быть в пределах 2—15 м, до рельса железнодорожного пути — 3—10 м, до рельса трамвайного пути — 2—3 м,

до дерева — 1,5 м, до наружной стенки канала тепловой магистрали — 2—4 м и т. д.

Газопроводы, как и магистрали санитарно-технических систем, прокладываются по улицам. Продольные прокладки следует размещать вне проезжей части, чтобы избежать вскрытия уличного покрытия при производстве ремонтных работ. Один из вариантов размещения инженерных магистралей по улице общегородского значения показан на рис. 62.

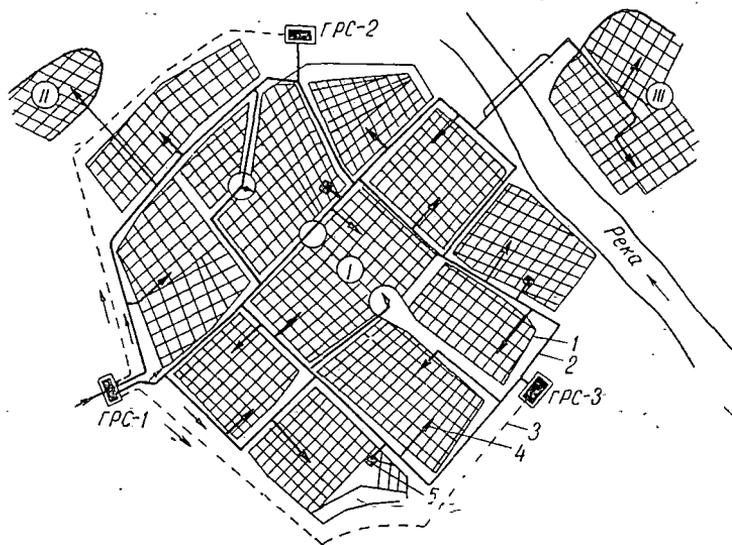


Рис. 61. Схема газификации города.

I — центральная часть города; II — промышленный объект; III — застроенная часть города; 1 — газопроводы низкого давления; 2 — газопроводы среднего давления; 3 — газопроводы высокого давления; 4, 5 — газорегулировочные пункты (ГРП)

Для регулирования количества газа, идущего в магистралях, а также для отключения отдельных участков или потребителей газа на газопроводах устанавливаются задвижки и краны в сборных железобетонных колодцах типа применяемых в тепловых сетях.

Газопроводы прокладываются с уклоном 0,015—0,03. В низших их точках устанавливаются сборники конденсата (рис. 63,а). На газопроводе низкого давления конденсат из сборника удаляется ручным насосом, а при среднем или высоком давлении выбрасывается наружу силой давления газа. При необходимости установки подземных отключающих устройств сборники конденсата на ответвлениях к потребителям целесообразно заменять гидравлическими затворами, служащими как для

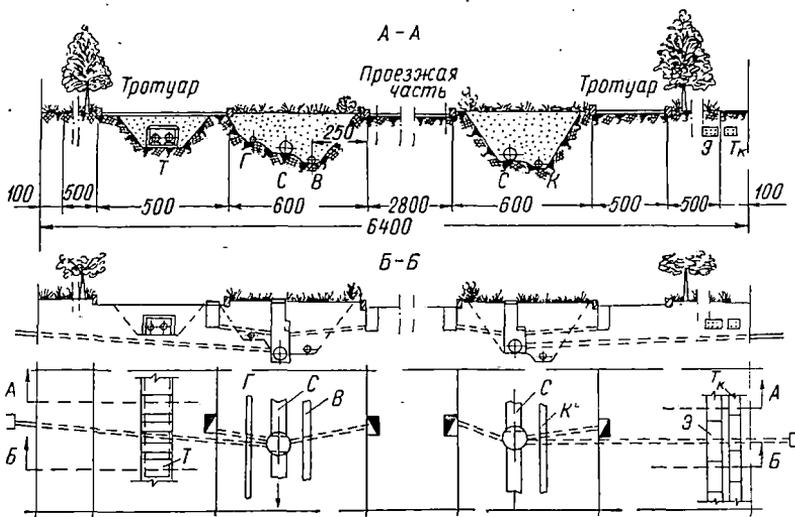


Рис. 62. Размещение подземных трубопроводов на магистральной улице
 В — водопровод; Г — газопровод; К — канализация; С — водосток; Т — теплопровод;
 Т_к — телефон; Э — электрокабель

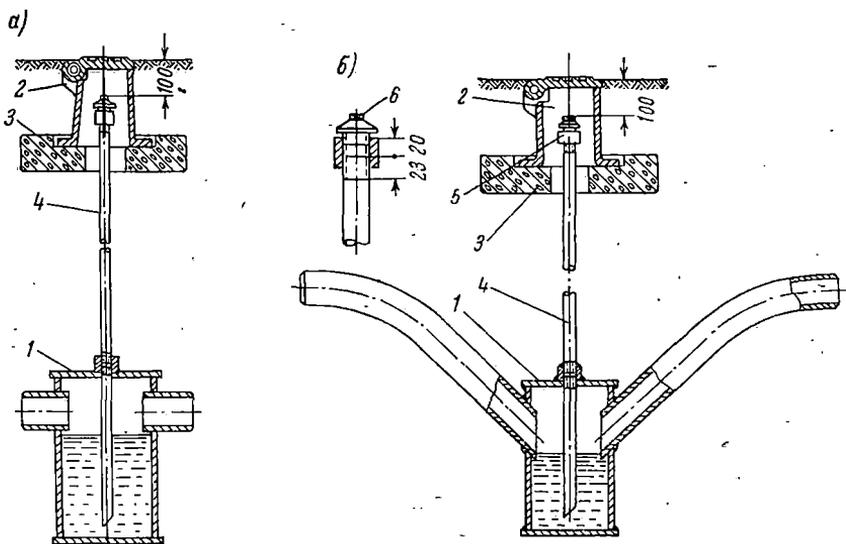


Рис. 63. Приспособления для сбора конденсата

а — сборник конденсата низкого давления: 1 — корпус; 2 — ковер; 3 — подушка-под ковер; 4 — труба; б — гидравлический затвор: 1 — корпус; 2 — ковер; 3 — подушка; 4 — труба; 5 — муфта; 6 — пробка

отключения, так и для сбора конденсата (рис. 63, б). Гидравлические затворы устанавливаются только на газопроводах низкого давления (не выше 500 мм вод. ст.) непосредственно в грунте (без колодцев). Высота столба воды в затворе принимается равной давлению газа плюс 200 мм. Верхний уровень воды должен находиться ниже уровня промерзания грунта. Трассировка газопроводов внутри кварталов и дворов должна обеспечить наименьшую протяженность труб и ответвлений от них к зданиям. Минимальный диаметр труб, прокладываемых в грунте, принимается 50 мм, ответвлений к зданиям — 25 мм.

§ 20. Газовые бытовые приборы. Устройство домовой сети

В жилых и коммунальных зданиях применяются следующие бытовые газовые приборы:

плиты для индивидуального приготовления пищи с духовыми шкафами и таганы, устанавливаемые на кухонных столах;

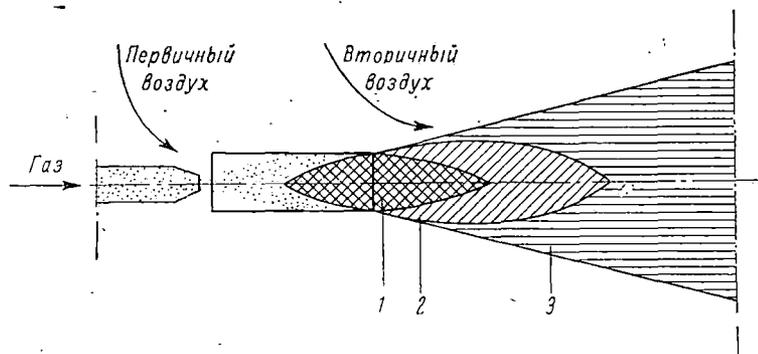


Рис. 64. Строение газового факела

1 — внутренний конус; 2 — наружный конус; 3 — смесь воздуха с продуктами горения

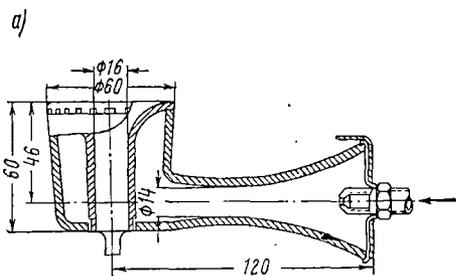
плиты с тепловыми и духовыми шкафами, отдельные духовые шкафы и пищеварные котлы для столовых, кафе и ресторанов;

кипяильники для приготовления кипяченой воды и водонагреватели;

стиральные машины, утюги и холодильники.

Наиболее распространенными бытовыми газовыми приборами являются плиты и водонагреватели, оборудованные горелками инжекционного типа. При горении газа часть воздуха (первичного) инжектируется струей газа, вытекающей из сопла

горелки, а остальное количество воздуха (вторичного) поступает к горящему факелу из окружающего пространства (рис. 64). Пламя факела состоит из внутреннего и внешнего конусов. За



счет первичного воздуха происходит горение части газа во внутреннем конусе, над вершиной которого температура достигает 1500°C . Во внешнем конусе сгорает весь остальной газ.

Нормальное горение газа в инжекционной горелке характеризуется коротким факелом пламени голубого цвета устойчивой формы и отсутствием коптящих язычков. При повышенном давлении газа перед горелкой, если скорость истечения газозвушной смеси окажется больше скорости распространения пламени ($35\text{--}40\text{ см/сек}$), возможен отрыв пламени, в результате чего горение прерывается, а несгоревший газ накапливается в помещении. Если к горелке при пониженном давлении поступает недостаточное количество газа, то возможно явление «проскока» пламени, т. е. его перемещение навстречу потоку. Горение газа тогда будет происходить внутри газосмесительной части горелки, так как скорость распространения пламени окажется выше скорости газозвушной смеси, поступающей из горелки. В обоих случаях (отрыв и «проскок»)

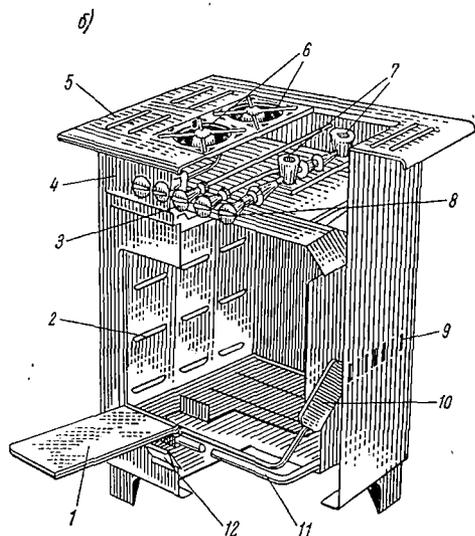


Рис. 65. Газовые приборы

а — конфорочная горелка с центральным каналом для вторичного воздуха; б — общий вид газовой бытовой плиты: 1 — дверка духового шкафа; 2 — направляющие для установки противней; 3 — край горелки духового шкафа; 4 — панель краев горелок; 5 — стол плиты; 6 — конфорочные ребра; 7 — конфорочные горелки; 8 — край конфорочной горелки; 9 — отверстия для выхода продуктов горения; 10 — противовес дверки шкафа; 11 — горелка духового шкафа; 12 — зеркало для наблюдения за работой горелки духового шкафа

необходимо отключить горелку и проветрить помещение.

Конструкция инжекционных горелок зависит от состава и количества сжигаемого газа. Газовые бытовые плиты обычно оборудованы конфорочными инжекционными горелками (рис.

65,а), которые устанавливаются в верхней части плиты (рис. 65,б). Духовой шкаф закрывается откидывающейся дверкой, в нижней части шкафа также располагаются горелки. Краны всех горелок присоединены к распределительной рампе, и их ручки выведены на общую панель. Установка четырехконфорочной плиты показана на рис. 66.

Для горячего водоснабжения применяются водонагреватели, работающие при давлении воды в водопроводной сети от 0,5 до 6 кг/см². Установка водонагревателей с выпуском продуктов горения в помещение разрешается при теплопроизводительности аппарата не более 8000 ккал/ч. Сложность устройства водонагревателей позволяет ограничиться приведением только общего описания одного такого аппарата типа Л-1.

Водонагреватель является автоматически действующим прибором проточного типа и применяется для горячего водоснабжения ванн и душей. Количество подогреваемой в нем воды от 10 до 35°С составляет 12 л/мин, при подогреве от 10 до 60°С уменьшается до 6 л/мин. Теплопроизводительность аппарата 18 000 ккал/ч. Водонагревательная часть прибора — трубчатый змеевик, смонтированный на медном кожухе огневой камеры (рис. 67), в верхней части которого находится дымоотводящий колпак. Внутреннее пространство кожуха служит точной (огневой) камерой, в нижней ее части находится щелевая инжекционная газовая горелка, в верхней расположен ребристый калорифер, образованный пластинками, припаянными к трубкам змеевика.

Коэффициент полезного действия водонагревателя составляет 85—87%, постоянная температура подогреваемой воды устанавливается через 1—2 мин после зажигания газа в основной горелке. Температура отходящих газов близка к 180°С, отвод их в атмосферу осуществляется через трубу из кровельной

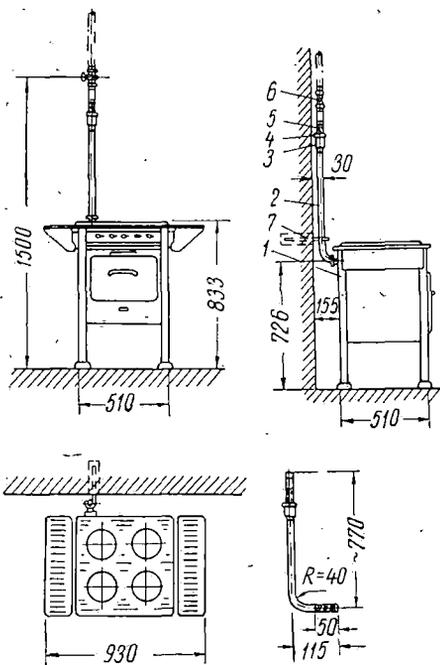


Рис. 66. Установка газовой четырехконфорочной плиты

1 — плита; 2 — газопровод; 3 — муфта; 4 — контргайка; 5 — сгон; 6 — кран газовый; 7 — крюк для крепления

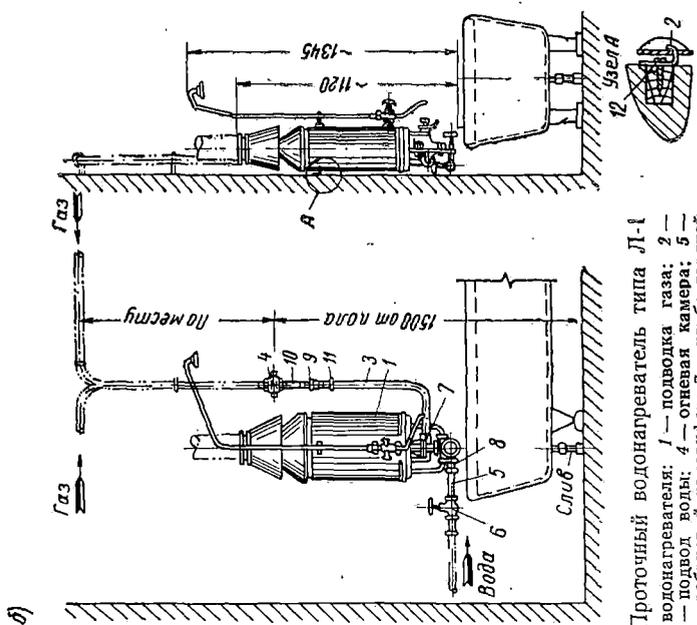
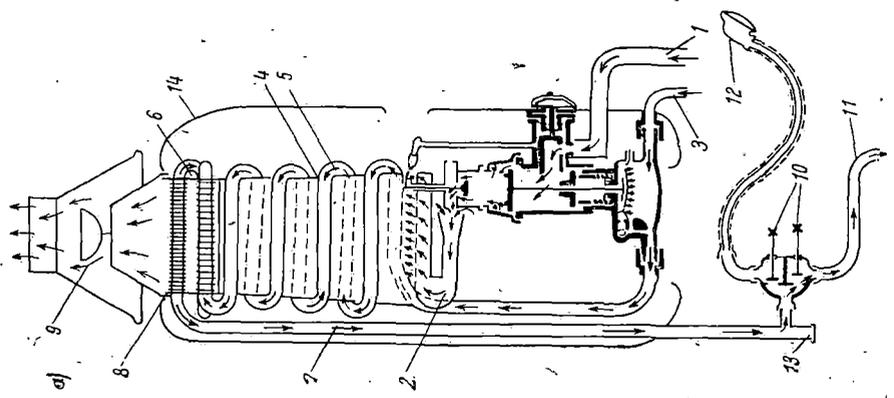


Рис. 67. Проточный водонагреватель типа Л-1
 а — схема водонагревателя: 1 — подводка газа; 2 — горелка; 3 — подводка воды; 4 — огневая камера; 5 — змеевик; 6 — ребристый calorifier; 7 — труба горячей воды; 8 — патрубок для отвода дымовых газов; 9 — путь дымовых газов; 10 — двухзапорный вентиль; 11 — слив горячей воды в ванну; 12 — душевая розетка с гибким шлангом; 13 — штуцер для отбора горячей воды в раковину; 14 — разъемный кожух; б — установка проточного газового водонагревателя: 1 — водонагреватель; 2 — скобы-держатели; 3 — подводка газа; 4 — кран газовой; 5 — подводка холодной воды; 6 — вентиль водопроводный; 7, 8 — муфты; 9 — контргайка; 10 — стон; 11 — крюк; 12 — шнурки



стали диаметром 120—150 мм, соединенную с обособленным дымоходом. Установка проточного водонагревателя показана на рис. 67, б.

В газифицированных кухнях жилых домов обычно наблюдаются повышенные температура и влажность воздуха, увеличенное содержание в нем углекислого газа и присутствие в большом количестве окиси углерода. Улучшение гигиенических качеств воздуха достигается устройством вентиляции кухонь или отводом продуктов сгорания в канал.

В условиях безветрия и при температуре наружного воздуха -5°C (и ниже) необходимо обеспечивать круглосуточный воздухообмен в квартире из расчета не менее $25 \text{ м}^3/\text{ч}$ на человека. При этом из кухни должно извлекаться воздуха не менее чем $60 \text{ м}^3/\text{ч}$ и из ванной не менее $25 \text{ м}^3/\text{ч}$. При оборудовании квартир газовыми плитами, если продукты сгорания от них поступают в помещение, требуется увеличение объема воздуха, извлекаемого из кухни во время работы плит, до $170\text{—}350 \text{ м}^3/\text{ч}$. Это осуществляется или установкой вентилятора в вытяжном канале кухни, или увеличением площади его поперечного сечения. Помещения санитарных узлов и кухонь, оборудованные газовыми водонагревателями, должны быть обеспечены притоком воздуха через жалюзийные решетки в дверях или зазоры под дверями. Над газовыми плитами рекомендуется устройство укрытий в виде вытяжных зонтов или шкафов, присоединяемых к вытяжным каналам.

Наиболее рациональным способом борьбы с загрязнением воздуха кухонь и санитарных узлов является применение газовых плит с полным отводом продуктов сгорания в атмосферу через канал. Конструкция таких плит разработана, но массовое их производство еще не налажено.

К устройству внутренней газовой сети в отличие от других санитарно-технических систем предъявляются более жесткие строительные требования, поскольку газ может служить причиной отравления, пожара и взрыва. Ниже приводятся некоторые выдержки из правил безопасности в газовом хозяйстве, касающихся жилых зданий, в сети которых разрешается только низкое давление газа.

Ввод газопровода в жилое здание выполняется через стену выше фундамента (рис: 68), в приставном канале (пилястра) или в штрабе. Для защиты трубопровода от коррозии при выходе из грунта, а также из-за возможной деформации стены труба в этих местах прокладывается в футляре. Ввод делается в нежилое помещение, доступное для осмотра газопровода: лестничную клетку, кухню, коридор.

Газовые стояки прокладываются, как правило, только в лестничных клетках и кухнях. При пересечении фундаментов, перекрытий и лестничных площадок, стен и перегородок газопроводы

укладываются в футляр, в котором запрещаются стыковые соединения труб. Свободное пространство между газопроводом и футляром заделывается просмоленной пеньковой прядью и битумом или жирным цементным раствором.

Газопроводы можно прокладывать как открыто, так и в бороздах стен, закрывающихся легко снимаемыми щитами с отверстиями для вентиляции. Скрытая прокладка газопроводов допускается только в стеновых блоках и панелях заводского изготовления по утвержденным нормалам.

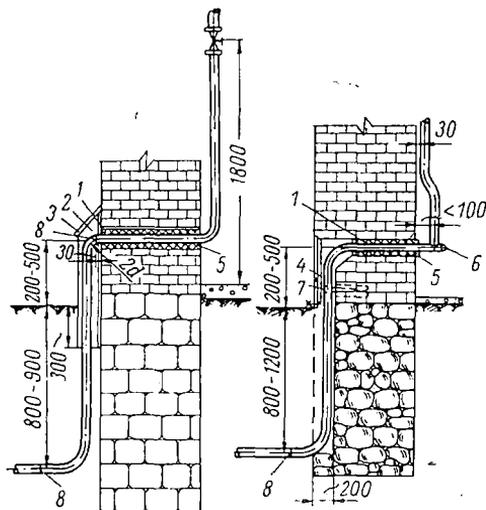


Рис. 68. Вводы газопроводов в здание

1 — стальная гильза; 2 — футляр для наружной части газопровода; 3 — крышка футляра; 4 — дверца люка; 5 — битумное заполнение; 6 — пробка; 7 — крючок; 8 — соединение сваркой

На газопроводах обязательна установка кранов в следующих местах:

- а) на вводах в здания;
- б) на стояке, если от ввода делается два и более стояков;
- в) в квартирах для отключения квартирной газовой сети, если имеется газовый счетчик;
- г) перед каждым газовым прибором.

На рис. 69 показана схема газопроводов, проложенных для газоснабжения шести квартир трехэтажного жилого дома. Потребителями газа являются в первом этаже

кухонные плиты, во втором и третьем — плиты и водонагреватели. Открытая прокладка стояка осуществлена в лестничной клетке. Газовые счетчики, плиты и водонагреватели на рисунке не показаны.

При прокладке газопроводов не допускается пересечение ими дымовых и вентиляционных каналов. В местах пересечения газопровода с другими трубопроводами они не должны соприкасаться: от открыто проложенного электропровода до стенки газопровода должно быть не менее 100 мм. В месте пересечения электропровод заключаются в резиновую или эбонитовую трубку.

Газовые плиты и таганы разрешается устанавливать в кухнях высотой не менее 2,2 м, имеющих окно с форточкой или фрамугой и вентиляционный канал. Объем кухни при отсутствии вытяжного зонга над плитой должен быть не менее: 8 м³ — для плиты на две конфорки; 12 м³ — для плиты на три конфорки; 15 м³ — для плиты на четыре конфорки.

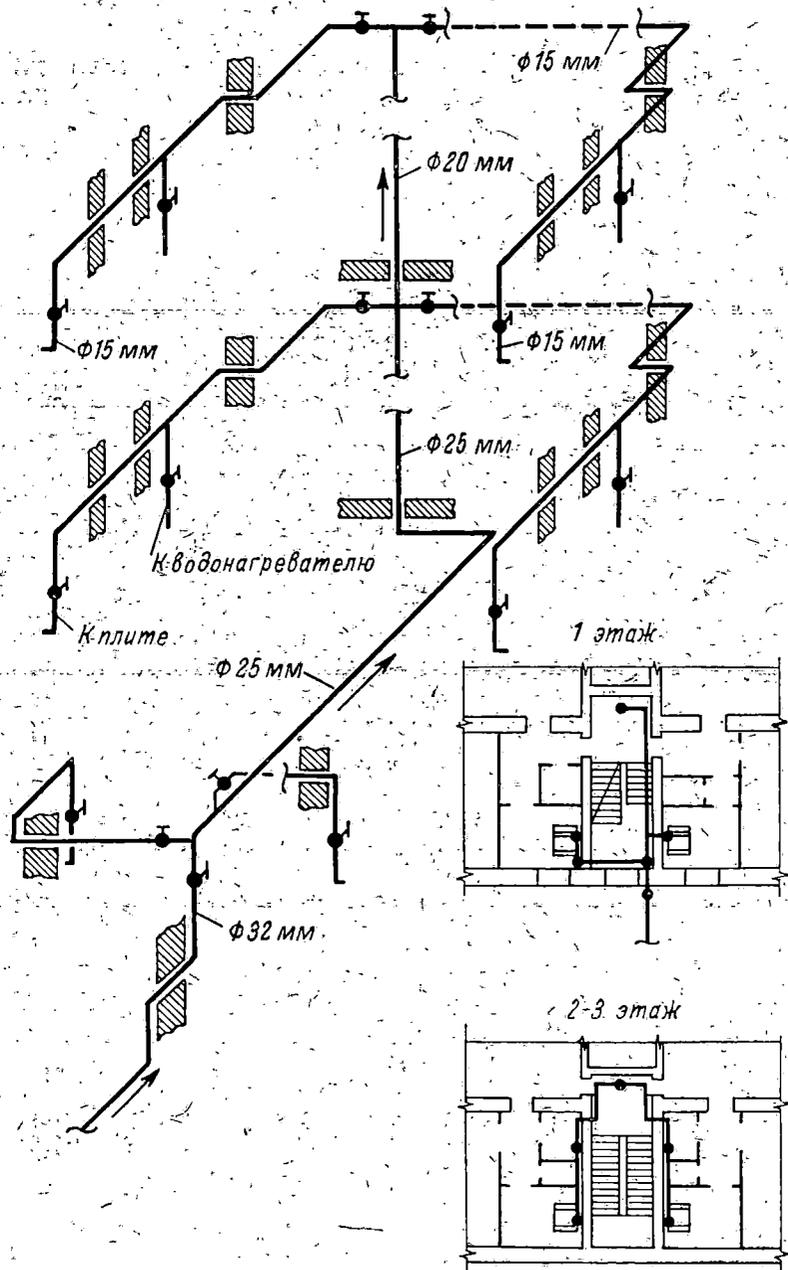


Рис. 69. Схема прокладки газопровода для шести квартир

Газовые водонагреватели с отводом продуктов сгорания в дымоход могут устанавливаться в ванных комнатах, объединенных санитарных узлах и кухнях. Объем ванных комнат и санузлов должен быть не менее $7,5 \text{ м}^3$ при обязательном наличии вентиляционного вытяжного канала.

Расход газа бытовыми приборами жилого здания определяется с учетом одновременности их действия по формуле

$$Q = \Sigma q_0 n a \text{ нм}^3/\text{ч},$$

где q_0 — расчетный расход газа одним прибором при теплотворной способности газа 8000 ккал/нм^3 (см. табл. 4);

n — количество однотипных бытовых приборов;

a — коэффициент одновременности действия приборов (табл. 5).

Таблица 4

Расходы газа для наиболее распространенных газовых приборов и диаметры подводок к ним

Название прибора	Расход природного газа в $\text{нм}^3/\text{ч}$	Диаметр подводки к прибору в мм
Плита двухконфорочная	0,40	15
» » с духовым шкафом	0,75	20
Плита четырехконфорочная	0,80	20
» » с духовым шкафом	1,20	20
Водонагреватель проточный для ванн	2,87—3,37	25

Таблица 5

Значения коэффициента одновременности в зависимости от количества квартир в здании, типа и количества газовых приборов

Количество квартир в здании	Коэффициент одновременности		Тип приборов	
	Двухконфорочная плита	Четырехконфорочная плита	Двухконфорочная плита и проточный водонагреватель	Четырехконфорочная плита и проточный водонагреватель
4	0,59	0,35	0,325	0,31
8	0,32	0,265	0,25	0,24
20	0,23	0,235	0,19	0,181
40	0,213	0,227	0,18	0,172
80	0,204	0,214	0,172	0,163

Давление газа, необходимое для нормального действия бытовых газовых приборов, должно быть не менее $0,013—0,03 \text{ атм}$ (или $130—300 \text{ мм вод. ст.}$). Если известно давление газа на вводе, то легко определить ту разность давления, которую мо-

жно израсходовать на преодоление сопротивлений труб. Определение их диаметров производится по приведенным ранее гидравлическим формулам.

Для ориентировочного определения пропускной способности (в $\text{нм}^3/\text{ч}$) участков газопровода низкого давления используются данные, приведенные в табл. 6.

Таблица 6

Пропускная способность труб в $\text{нм}^3/\text{ч}$ в зависимости от потерь напора

Потеря напора на 1 м длины трубы (включая местные сопротивления) в мм вод. ст.	Диаметр труб в мм					
	15	20	25	32	40	50
0,05	0,25	0,8	1,7	3,6	5,3	10,0
0,20	0,80	2,0	3,8	8,0	11,0	24,0
0,50	1,50	3,4	6,5	14,0	20,0	40,0

§ 21. Газовое отопление

Газовое отопление допускается для зданий коммунального, общественного, жилого, административного и производственного характера. (см. § 4).

Центральное газоздушное отопление в помещениях с пребыванием в них людей не более 8 ч может осуществляться установкой мощных газовых воздухонагревателей. Теплоносителем служит смесь продуктов сгорания природного газа (1 часть) с воздухом (40—50 частей), имеющая температуру 35—45°С. Такое большое разбавление воздухом продуктов сгорания гарантирует минимальное содержание окиси углерода в смеси, подаваемой вентилятором непосредственно в помещение; оно в 8—10 раз меньше предельно допустимой концентрации, поэтому безвредно для здоровья. Подобные установки широкого распространения не получили.

Децентрализованное (местное) газовое отопление осуществляется установкой нетеплоемких нагревательных приборов с непосредственным сжиганием в них газа, подаваемого или от газовой сети здания, или от баллонов с жидким газом.

Существует несколько конструкций газовых отопительных приборов. Для малоэтажных жилых, а также промышленных зданий выпускается газовый конвектор «Огонек» (рис. 70). Он представляет собой чугунный ребристый нагреватель-теплообменник, внутренняя полость которого разделена стальным листом; в нижней его части помещена газовая горелка. Продукты сгорания поднимаются между передней стенкой теплообменника и стальным листом. Перевалив через лист, дымовые газы опускаются вдоль задней стенки нагревателя и, охладившись, выводятся в атмосферу через верхнюю часть бетонного канала

(короба), находящегося в наружной стене здания. Воздух для горения поступает снаружи через нижнюю часть канала. Для предотвращения задувания канала ветром перед бетонной решеткой устанавливается противветровой щиток. Воздух помещения поступает в нижнюю часть прибора, поднимается в полости между теплообменником и съемным кожухом и выходит подогретым до 60—70°С через решетку в отапливаемое помещение, не соприкасаясь на пути с продуктами горения газа. Теплоотдача конвектора регулируется количеством сжигаемого газа

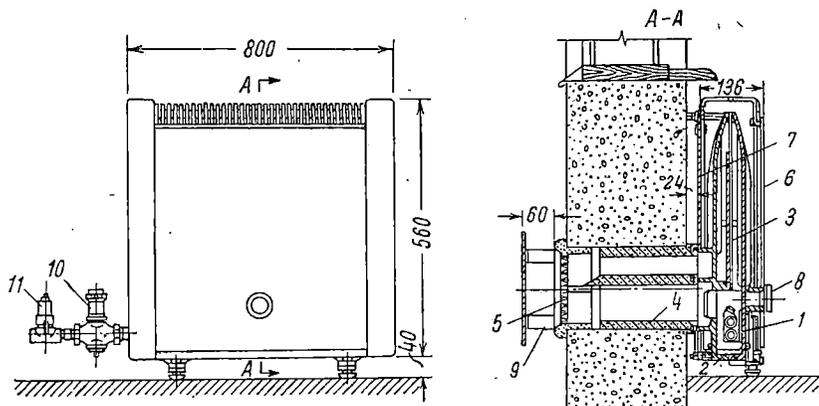


Рис. 70. Воздухонагреватель «Огонек»

1 — горелка; 2 — чугунный нагреватель; 3 — стальной лист; 4 — бетонный короб; 5 — бетонная решетка; 6 — передняя панель кожуха; 7 — задняя панель кожуха; 8 — глазок; 9 — противветровой щиток; 10 — электромагнитный клапан; 11 — регулятор расхода газа

и находится в пределах от 400 до 1600 ккал/ч. Нагревательные приборы этого типа могут быть изготовлены для установки у внутренних стен с забором воздуха для горения непосредственно из отапливаемого помещения и выводом дымовых газов в дымоход.

В последние годы получает распространение децентрализованное газовое отопление с нагревательными приборами инфракрасного излучения. Излучатель состоит из инжектора, горелочной коробки, керамической решетки (плитки с отверстиями), рефлектора и газовой подводки с краном (рис. 71). Газ низкого давления, выходя из сопла, инжектирует в смеситель атмосферный воздух, расходуемый при горении. Газовоздушная смесь поступает в сборную камеру прибора и выходит оттуда через большое количество мелких сквозных отверстий (диаметром 0,7—1,5 мм) керамической плитки, имеющей толщину 10—12 мм. Суммарная площадь, занимаемая отверстиями, составляет около 20—40% площади плитки. Горячая смесь газа и воздуха

образует над плиткой короткое пламя; через 40—50 сек поверхностный слой решетки накаливается до 890—900° С, превращаясь в источник теплового излучения. Процесс горения становится беспламенным, так как газ сгорает полностью, выходя на поверхность плитки.

Прибор отдает направленным излучением до 60% тепла, полученного при сгорании газа. Около 40% тепла поступает в помещение конвекцией и с продуктами полного сгорания. Таким образом, к. п. д. излучателя близок к 100%. Керамическая решетка (плитка) практически не изнашивается. Изготавливается она из массы такого состава: глины — 45%, каолина — 25%, окиси хрома — 5% и талька — 25%. Горелка излучателя комплектуется с различной площадью плиток в зависимости от требуемой теплопроизводительности прибора. Часовая теплоотдача 1 м² излучателя составляет до 100—120 тыс. ккал.

Газовые излучатели обладают ничтожной тепловой инерцией. Их включение обеспечивает получение немедленного теплового эффекта. Это качество

важно для отопления промышленных зданий с большими теплопотерями и малым количеством работающих, особенно при необходимости периодического отапливания как всего помещения, так и отдельных рабочих мест. Отопление газовыми излучателями незаменимо для обогрева открытых строительномонтажных площадок, трибун, отдельных участков тротуара у витрин магазинов, для таяния снега на тротуарах и т. д.

Передвижная установка инфракрасного излучения, применяемая для сушки штукатурки, а также для обогрева рабочих мест при производстве строительных работ, показана на рис. 72, а. Горелка, снабженная газом от баллона, расположена на раме и может изменять положение по высоте. Направление теплового потока, излучаемого горелкой, также меняется с помощью шарнирного соединения.

При устройстве стационарного газового отопления излучатели крепятся к строительным конструкциям (рис. 72, б) на определенном расстоянии друг от друга, зависящем от высоты их установки.

Перевод комнатных отопительных печей на газовое топливо разрешается для зданий любой этажности. Чтобы обеспечить

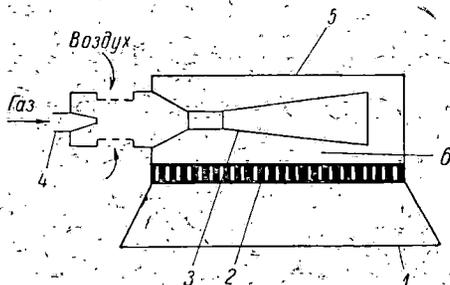
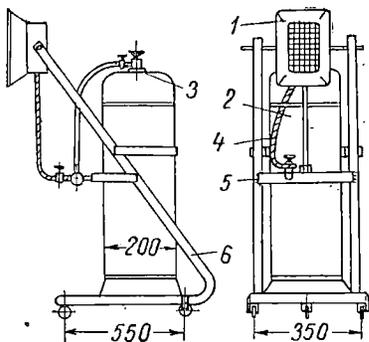


Рис. 71. Схема газовой инжекционной излучающей горелки

1 — рефлектор; 2 — керамическая плитка; 3 — смеситель; 4 — сопло; 5 — корпус; 6 — сборная камера

экономичное и безопасное действие переводимой на газ печи, обычно оказывается необходимым внесение в нее ряда конструктивных изменений, иногда вплоть до перекладки отдельных рядов. Так, в относительно простом случае перевода кирпичной теплоемкой печи на газ (см. рис. 34, в) необходимо сделать в основном следующее:

а)



удалить колосниковую решетку, топочную и зольниковую дверку;

установить во втором ряду кладки регулятор вторичного воздуха;

выложить канал для прохода воздуха из зольника в топливник;

установить рамку газовой горелки;

б)

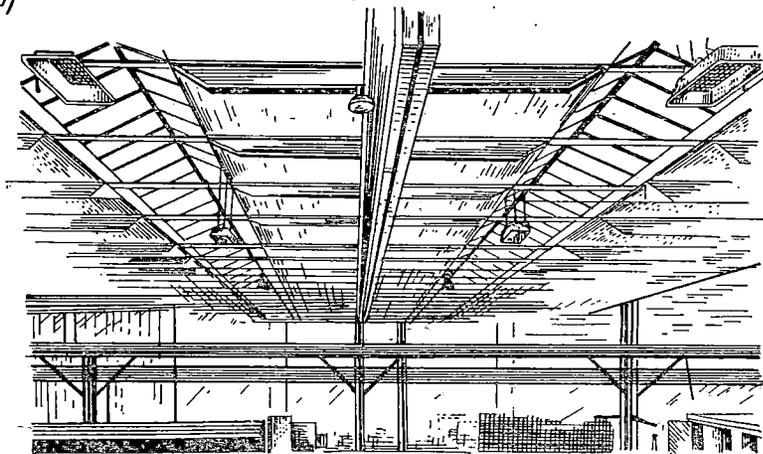


Рис. 72. Газовое отопление

а — установка инфракрасного излучения, работающая на сжиженном газе; 1 — горелка с рефлектором; 2 — баллон со сжиженным газом; 3 — редуктор; 4 — шланг; 5 — газовый коллектор; 6 — рама; б — общий вид цеха, оборудованного газовыми излучателями

установить под задвижкой герметическую дверку; проложить газопровод с установкой регулировочного и запорного кранов и газовой горелки.

Общий вид после выполнения перечисленных работ показан на рис. 73,

Перевод больших многооборотных печей на газ требует производства более сложных работ; в ряде случаев выгоднее, разобрав старую, ставить вновь специальную газовую печь.

Неисправности печей, работающих на газовом топливе, могут привести к тяжелым последствиям, поэтому систематическая проверка печей, дымовых труб и газового оборудования обязательна каждый месяц в течение отопительного периода.

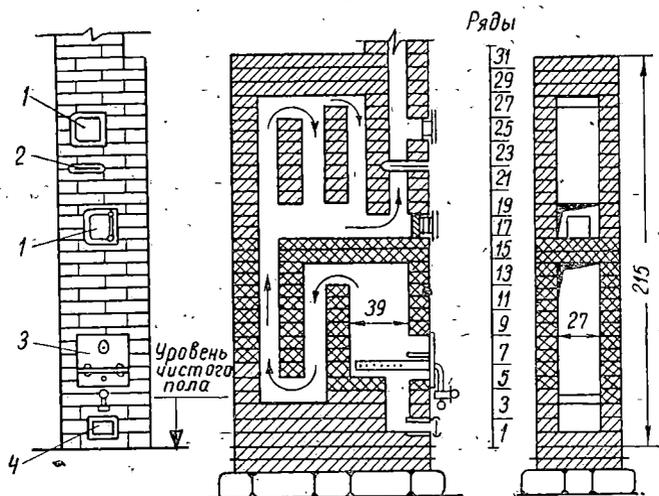


Рис. 73. Теплоемкая кирпичная печь, переоборудованная для сжигания газового топлива

1 — чистка; 2 — шибер 3 — топочная дверца; 4 — поддувальная дверца

Достоинства газового отопления по сравнению с водяным и паровым заключаются в малых капитальных затратах, уменьшенных эксплуатационных расходах и небольшом расходе металла.

Недостатки заключаются в следующем: в токсичности, пожаро- и взрывоопасности газа, а также в конструктивной сложности местных приборов газового отопления (исключая излучатели) из-за необходимости отвода продуктов сгорания в атмосферу. При поступлении их в воздух отапливаемого помещения применение газового отопления резко ограничивается санитарными нормами.

ВОДОСНАБЖЕНИЕ

§ 22. Краткий обзор развития техники водоснабжения

Первые системы водоснабжения были построены для искусственного орошения земель стран Древнего мира и подачи воды в города — центры этих земель. Остатки таких водопроводов на территории Египта, Месопотамии, Индии и Китая датируются IV—III вв. до н. э. Наиболее ранняя система водоснабжения и канализации здания была обнаружена при раскопках дворца в Кноссе (Крит), построенном в начале III в. до н. э.

К началу нашей эры водопроводные сооружения в городах Греции и Рима по своим масштабам, конструктивному оформлению и качеству выполнения строительных работ достигли совершенства, почти непревзойденного в течение последующих двадцати веков.

«... Город Рим далеко превзошел всех величиной водных сооружений, искусностью их устройства и количеством проведенной воды», — так писал в середине XV в. видный итальянский зодчий Леон-Баттиста Альберти. Действительно, еще в I в. н. э. общее протяжение римских водопроводных магистралей равнялось 436 км, из них 66 км акведуков¹ и тоннелей — наиболее дорогих и сложных в инженерном отношении сооружений. В Рим в сутки подавалось около 230 тыс. м³ воды. Он не был исключением, многие города тех времен также имели мощные системы водоснабжения. Последний водопровод Рима прекратил подачу воды в 594 г. н. э. — через 118 лет после падения Римской империи — владычицы античного мира. В громадном когда-то столичном городе осталось меньше десятой части населения, составлявшего в пору его расцвета более полумиллиона человек. Инженерное хозяйство больших городов да и сами города оказались ненужными деревне, получившей над ними преобладание в феодальном обществе. В Западной Европе

¹ Акведук — мост через глубокие овраги, долины, реки, по которому проложен водопровод.

надолго прекратилось строительство водопроводных сооружений. Только Византия, как и страны Арабского Востока, сохранила античные системы водоснабжения своих городов, ведя работы по их расширению и новому строительству.

Малонаселенные и малочисленные города феодальных государств снабжались водой из колодцев или ближайших водоемов, обычно зараженных отбросами и нечистотами из-за повсеместного отсутствия канализации. От вызываемых этим эпидемий, «морового поветрия», не раз вымирало почти целиком население многих средневековых городов. Прimitивные системы водоснабжения, подававшие относительно чистую воду, начали строиться только в пору позднего средневековья в немногих крупных, столичных и торговых городах Западной Европы и России.

Развитие и рост капиталистического способа производства, промышленный переворот, вызванный изобретением паровой машины, повлекли за собой увеличение количества городов и численности их населения. В XVIII в. началось строительство крупных централизованных систем водоснабжения. Водой обеспечивались в первую очередь дворцы, парковые фонтаны, кварталы с жилыми домами привилегированных групп городского населения и промышленные предприятия.

В 1732 г. во Франции была создана первая конструкция центробежного насоса. Через тридцать лет в Лондоне для подачи воды из Темзы была применена паровая машина, приводившая в движение насосы. Тогда же в Петербурге, Петергофе, Москве и других русских городах начались большие работы по строительству централизованных систем водоснабжения. В середине XVIII в. русскими учеными — академиками М. В. Ломоносовым, Даниилом Бернулли и Леонардом Эйлером были созданы начала гидромеханики — науки о движении жидкостей, положенной в основу расчета систем водоснабжения.

В XIX в. в Англии были изданы первые законы по охране источников водоснабжения от загрязнений, построены фильтры для очистки воды, созданы установки, снижающие жесткость воды, расходуемой для котельных установок и производственных целей, применен хлор для обеззараживания воды.

Начиная со второй половины XIX в. благоустройство русских городов стало несколько отставать от западных. Вплоть до Октябрьской революции централизованное водоснабжение было построено только в одной трети русских городов. Расход воды в них обычно не превышал 30 л в сутки на одного жителя. Характерной особенностью дореволюционных водопроводов как у нас, так и на Западе являлось обслуживание ими преимущественно центральных кварталов. Жители окраинных районов были вынуждены брать воду в лучшем случае из малочисленных уличных водоразборных колонок, а в худшем — пользоваться

водой невысокого качества из колодцев или близ расположенных рек, озер и прудов. Расплатой за такое «водоснабжение» были частые эпидемии и пожары — стихийное и обычное бедствие русских деревянных городов.

Советская власть еще в разгаре гражданской войны провела большую работу по оздоровлению населенных мест, охране почвы, воды и воздуха от загрязнений. К 1927 г. было закончено восстановление систем водоснабжения, разрушенных войной, и, кроме того, вновь построены водопроводы во многих городах.

Прерванное Великой Отечественной войной строительство водопроводов было возобновлено после ее окончания и велось в сложных и тяжелых условиях восстановления сотен разрушенных городов. В 1958 г. централизованным водоснабжением уже обслуживалось более половины советских городов и поселков. Общая длина городских водоводов составляла тогда около 60 тыс. км, а ежесуточная подача воды — 21 млн. м³. За 1959—1963 гг. водопроводы были вновь построены еще в нескольких сотнях населенных пунктов. Количество воды, подаваемой системами водоснабжения Советского Союза, возросло только за это время на 45%.

Советская техника водоснабжения не отстает от зарубежной техники, во многом опережая ее. У нас созданы новые конструкции, оборудование и приборы, совершенные методы расчета водопроводных сооружений и трубопроводов, обеспечивающие получение наиболее выгодных решений, найдены и освоены новые методы очистки воды, введены автоматические системы управления, удешевляющие эксплуатацию. При дальнейшем развитии строительства городских водопроводов среднюю норму потребления воды на одного человека предполагается увеличить к 1980 г. более чем вдвое и довести до 350—400 л в сутки.

§ 23. Нормы потребления воды. Системы водоснабжения, водоприемные сооружения, очистные и насосные установки, водонапорные башни

Вода необходима для питья, приготовления пищи, гигиенических и лечебных целей, удовлетворения нужд почти всех современных технологических процессов, тушения пожаров, поливки зеленых насаждений и территории населенных пунктов и т. д. Нормы водопотребления устанавливаются в зависимости от назначения системы водоснабжения.

Нормы хозяйственно-питьевого водопотребления для районов жилой застройки в основном определяют степень их благоустройства и климатическими условиями. При застройке небольшого поселка жилыми домами, не оборудованными внутренним водопроводом и канализацией, а снабжаемых водой из уличных разборных колонок, норма водопотребления на одного

жителя составляет 40—60 л/сут. Если город застроен жилыми зданиями с устройством в них канализации, холодного и горячего централизованного водоснабжения, то норма водопотребления на одного человека повышается до 300—420 л/сут. Меньшие расходы (нижний предел) относятся к местностям с суровым климатом, повышенные (верхний предел) — к теплым районам страны.

Максимальные расходы на поливку улиц принимаются до 1,5 л на 1 м² площади, на поливку зеленых насаждений — до 6 л. Нормы водопотребления в коммунальных зданиях зависят от их назначения. Так, для бань принимается 125—180 л на одного моющегося, в прачечных — 60—90 л на стирку 1 кг белья и т. д.

Расход воды на производственные нужды определяется характером технологического процесса и в общем случае нормируется на единицу, которой измеряется выпускаемая продукция (1 т бумаги, хлеба, металла и т. д.).

Расход воды для тушения пожаров в населенном пункте зависит от количества в нем жителей и характера застройки. В поселке с населением до 5 тыс. человек при его застройке одно-двухэтажными зданиями расчетный расход воды для тушения одного пожара составляет 10 л/сек. В полумиллионном городе при многоэтажной застройке расчетный пожарный расход воды возрастает до 80 л/сек.

Вода расходуется в отдельные часы суток, а также в разные дни недели неравномерно. Отношение максимального часового расхода к среднечасовому называется коэффициентом часовой неравномерности. Значение этого коэффициента при хозяйственно-питьевом водопотреблении находится в диапазоне 1,25—2. При увеличении нормы расхода на одного человека коэффициент часовой неравномерности понижается.

Максимальный суточный хозяйственно-питьевой расход (кроме поливки и производственных нужд) для населенного места

$$Q_{\text{сут}} = q_{\text{н.в.}} n \text{ л/сут.},$$

где $q_{\text{н.в.}}$ — расчетная норма максимального водопотребления на одного жителя в л/сут,

n — число жителей в населенном месте.

Секундный расход воды определяется с учетом коэффициента часовой неравномерности $k_{\text{ч}}$:

$$q_{\text{с}} = \frac{Q_{\text{сут}} k_{\text{ч}}}{24 \times 60 \times 60} \text{ л/сут.}$$

По величине напора, под которым вода подается к потребителям, различаются системы водоснабжения низкого, высокого и постоянно высокого давления.

Системы низкого давления устраиваются обычно в городах и промышленных предприятиях, где во время пожара напор в наиболее удаленной и высокорасположенной точке должен быть равен 10 м (предельный минимум 7 м над поверхностью земли). Необходимый для пожаротушения дополнительный напор обеспечивается передвижными насосами, присоединяемыми к наружным пожарным кранам-гидрантам.

Системы высокого давления сооружаются преимущественно в промышленных предприятиях. В них в обычное время постоянно действующие насосы обеспечивают технологическое и хозяйственное питьевое водопотребление. При пожаре в центральной насосной станции включаются дополнительные насосы, создающие повышенный напор в сети.

В системах постоянно высокого давления в любой точке водопроводной сети постоянно поддерживается давление, достаточное для тушения пожаров непосредственно от пожарных кранов (гидрантов). Системы постоянно высокого давления целесообразно применять в тех населенных пунктах и промышленных предприятиях, где этому благоприятствует рельеф местности.

В населенных местах обычно устраивается система низкого давления с одной водопроводной сетью. В промышленных предприятиях может быть одна, две и даже три самостоятельных водопроводных сети: одна сеть для подачи воды на хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные цели; две сети различных давлений — одна из них для удовлетворения хозяйственно-питьевых и производственных нужд, а вторая для тушения пожара.

Современное водоснабжение населенного пункта или промышленного предприятия представляет собой ряд связанных в одну систему специальных инженерных сооружений и сети трубопроводов, осуществляющих:

забор воды из природных поверхностных или подземных источников; поверхностные источники — реки, озера и искусственные водохранилища; подземные источники — грунтовые, ключевые и артезианские воды;

подъем воды, если естественный уровень воды в источнике или при выходе из него находится ниже снабжаемого водой потребителя;

очистку и умягчение воды, если ее качество не соответствует требованиям, предъявляемым потребителями;

создание запаса воды, позволяющего удовлетворить ее потребление в часы максимального водоразбора;

поддержание постоянного напора воды; подачу воды к потребителям и ее распределение.

На рис. 74 показана схема хозяйственно-питьевого водоснабжения с питанием из открытого водоема, характерная для

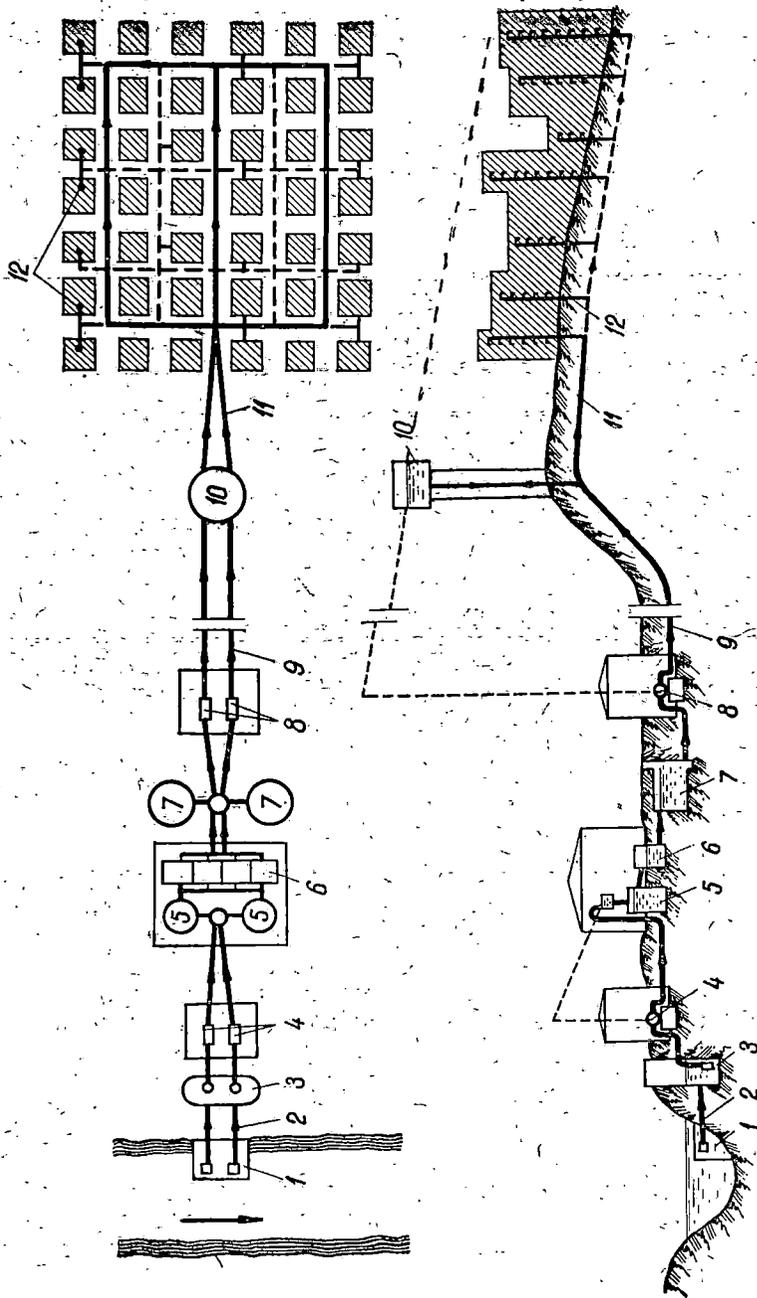
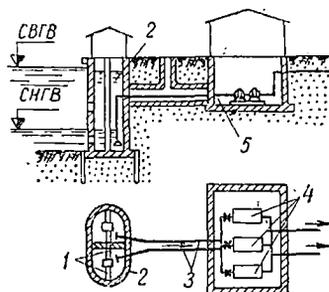


Рис. 74. Схема хозяйственно-питьевого водоснабжения города

1 — водоприемник; 2 — самонтежная труба; 3 — береговая колодезь; 4 — насосы 1-го подъема; 5 — отстойники; 6 — фильтры; 7 — запасные резервуары; 8 — насосы 2-го подъема; 9 — магистральные водоводы; 10 — водонапорная башня; 11 — магистральные трубопроводы; 12 — распределительные трубопроводы.

большинства городов Советского Союза, расположенных на берегах рек. Русловый водоприемник 1 размещается, как правило, выше (по течению реки) населенных пунктов и предприятий, загрязняющих воду. Вода через оголовки водоприемника поступает в водоприемный колодец 3 по самотечным трубам 2, из колодца насосами первого подъема 4 подается в отстойники 5 и далее самотеком идет в фильтры 6 для очистки. Также по самотечной линии вода из фильтров поступает в запасные резервуары 7, откуда насосами второго подъема 8 по водоводам 9 подается в водонапорную башню 10 и по магистральным и распределительным

а)



б)

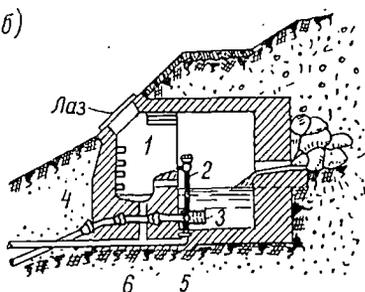


Рис. 75. Схемы водоприемников

а — береговой раздельный водоприемник: 1 — плоские сетки; 2 — водоприемник; 3 — всасывающие трубы; 4 — насосы с электроприводом; 5 — насосная станция 1-го подъема; б — ключевой водоприемник: 1 — смотровая камера; 2 — шток для регулирования спуска воды; 3 — приемный клапан; 4 — переливная труба; 5 — грязевая труба; 6 — всасывающая труба

тельным трубам 11, 12 через домовые вводы 13 поступает к потребителям 14. Пунктирной линией (см. рис. 74) показана линия свободных напоров, под которыми находится вода в различных точках сети водоводов.

В ряде случаев часть сооружений может оказаться ненужной. Так, если вода в источнике (некоторые подземные воды) отвечает всем предъявленным к ней требованиям, то нет необходимости в строительстве очистных сооружений.

Тип водоприемного сооружения выбирается в зависимости от источника питания системы водоснабжения, ее назначения и мощности. Распространенными типами водозаборных устройств, сооружаемых на реках, являются: русловый водоприемник, показанный на рис. 74, и при достаточной глубине у берега — береговой раздельный речной водоприемник (рис. 75, а), состоящий из четырехсекционной шахты с крытой надземной частью. Расположенная вблизи водоприемника насосная станция первого подъема, подающая воду на очистные сооружения, забирает воду из шахты водоприемника по двум параллельным всасывающим трубопроводам.

Для получения некоторого представления о разнообразии типов водоприемных устройств на рис. 75, б показано еще одно такое сооружение, предназначенное для приема воды нисходящего ключа (каптаж ключа).

Вода обладает различными физическими, химическими и бактериологическими показателями в зависимости от характера источника. Особенностью обычно прозрачных подземных вод является содержание растворенных солей, а более мутной речной воде свойственно наличие взвешенных и коллоидных веществ, а также бактерий, вызывающих желудочно-кишечные эпидемические заболевания: брюшной тиф, холеру, дизентерию и т. д.

К качеству питьевой воды предъявляются очень строгие требования. Ее температура должна быть в пределах $7-12^{\circ}\text{C}$. Мутность, измеряемая в миллиграммах взвешенных веществ, не должна превышать 1 мг/л в среднем из многих определений, взятых за год.

Количество кишечных палочек — показателей фекального загрязнения — допускается не более трех на 1 л воды. Кроме того, питьевая вода должна отвечать стандартным требованиям по цвету, запаху, привкусу, жесткости, окисляемости и прочим признакам и свойствам.

Различные требования, предъявляемые к качеству технической воды, зависят от ее назначения. Так, вода, идущая на охлаждение доменных печей или приточного воздуха, должна иметь низкую постоянную температуру; в воде, подаваемой для питания котельных установок, должно быть минимальное количество растворенных солей кальция, магния и т. д.

Если вода источника не отвечает предъявляемым требованиям, то она подвергается очистке. Степень полноты и способы очистки определяются назначением воды и ее природными качествами. Очистные сооружения обычно располагаются вблизи насосной станции первого подъема.

Достаточно характерной является схема очистки, применяемая в системах хозяйственно-питьевого водоснабжения (рис. 76). Центробежные насосы 1 подают воду в смеситель 2, где она смешивается с коагулянтами (реагентами), поступающими из баков 3. Коагулянты — безвредные соли алюминия или железа — вводятся в воду в виде раствора, и при реакции их с солями воды образуются хлопья, способствующие осаждению взвешенных веществ. Из смесителя вода самотеком поступает в центральную трубу (камера реакций) вертикального отстойника 5, в котором находится около 2 ч. Осветленная вода, двигаясь снизу вверх, также самотеком через желоба отстойника 4 переходит в фильтр 6, где пропускается через слой зернистого материала (кварцевого песка) и поступает в резервуар чистой воды 7. Скорость движения воды через фильтр достигает 6 м/ч

и более. Промывка фильтра от осадка осуществляется обратным током воды, подаваемой из напорного бака 10.

В отстойнике и фильтрах задерживается до 98—99% бактерий, поэтому вода после фильтрования должна быть дополнительно обеззаражена. Для этого в трубопровод, идущий от фильтров к резервуару чистой воды, вводится хлорная вода из

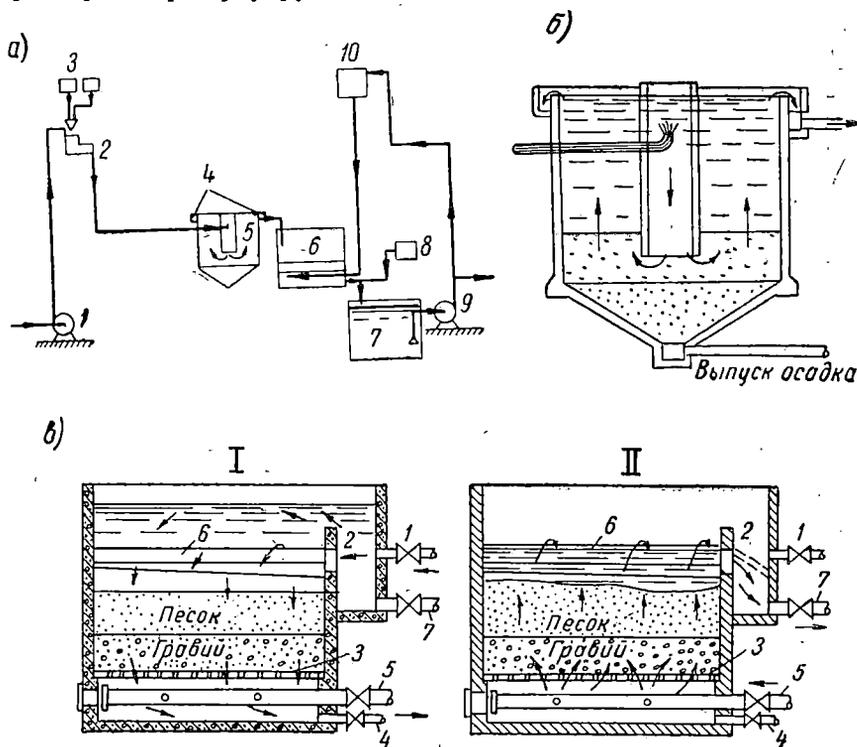


Рис. 76. Очистка воды в системе хозяйственно-питьевого водоснабжения
 а — общая схема очистки: 1 — центробежный насос 1-го подъема; 2 — смеситель; 3 — баки для коагулянта; 4 — желоба отстойника; 5 — вертикальный отстойник; 6 — фильтр; 7 — резервуар чистой воды; 8 — хлоратор; 9 — насос 2-го подъема; 10 — напорный бак для промывки; б — схема вертикального отстойника; в — схема самотечного скорого фильтра: 1 — трубопровод, идущий из отстойника; 2 — лоток; 3 — дырчатое днище; 4 — трубопровод, идущий в резервуар чистой воды; 5 — трубопровод для промывки; 6 — распределительные желоба; 7 — труба, идущая к водостоку; 1 — движение воды при фильтровании; 11 — движение воды при промывке фильтра

хлоратора 8, и только после этого насосами второго подъема 9 чистая вода подается в магистральный водовод системы водоснабжения.

Конструкции и размеры отстойников и фильтров разнообразны, поэтому ниже приведены только наиболее простые их типы.

Вертикальный отстойник — резервуар, круглый или квадратный в плане, с коническим или пирамидальным днищем (рис. 76, б). Малая скорость движения воды в отстойниках — около 0,5—0,6 м/сек — обеспечивает выпадение периодически удаляемого осадка.

В настоящее время большое распространение получили осветлители, работающие со значительно большим эффектом, чем отстойники. Основное отличие осветлителей от отстойников состоит в том, что в них используется для осветления воды взвешенный осадок, образующийся из взвеси, содержащейся в исходной воде, и хлопьев коагулянта. Вода проходит через осадок, в котором задерживаются взвешенные вещества.

Вода на самотечный фильтр простейшей конструкции (рис. 76, в) поступает из отстойника по трубопроводу 1 в лоток 2, откуда она через распределительные желоба 6 заполняет фильтр и идет через фильтрующий слой (кварцевый песок) и поддерживающий его слой гравия, лежащий на дырчатом днище 3, и отводится по трубе 4 в резервуары чистой воды. Вода для промывки фильтра поступает по трубе 5, проходит фильтрующий слой и взмучивает его. Загрязнения отлипают от песка, и грязная вода отводится в водосток по трубе 7. Песчаный слой фильтра делается толщиной не более чем 2 м, гравийный слой не превышает 0,7 м.

Во всех точках водопроводной наружной сети должен поддерживаться напор, который создается насосами и водонапорной башней, значительно реже — специальной пневматической установкой и в очень немногих случаях — водонапорными резервуарами. Заданная величина свободного напора должна быть обеспечена на поверхности земли в наиболее высоких точках наружной сети, максимально удаленных от насосов, водонапорной башни или резервуара.

Свободный напор в хозяйственно-питьевом водопроводе принимается при одноэтажной застройке и у разборных уличных колонок 10 м, при двухэтажной застройке — 12 м, далее на каждый этаж сверх двух добавляется по 4 м. В производственном водопроводе величина свободного напора определяется технологическими требованиями.

Насосные станции, создающие напор, подразделяются на станции первого и второго подъема, совмещенные станции и станции подкачки.

Станции первого подъема при поверхностных источниках водоснабжения в хозяйственно-питьевых системах водоснабжения подают воду из водозаборных устройств в очистные сооружения. Если нет необходимости в устройстве очистных сооружений, то насосная станция первого подъема окажется единственной станцией в системе, подающей воду непосредственно в сеть или же в промежуточные запасные резервуары.

Станции второго подъема подают очищенную воду в сеть и далее к потребителю под напором, позволяющим преодолеть гидравлические сопротивления наружной сети и внутреннего водопровода здания. Кроме того, величина остаточного напора должна обеспечить излив воды в наиболее высоко и далеко расположенной от насосов водоразборной точке здания.

Совмещенные станции выполняют функции станций первого и второго подъема.

Станции подкачки устраиваются в пределах населенного пункта при большой его протяженности или при неблагоприятном пересеченном рельефе местности.

Напор воды, создаваемый насосами (обычно центробежными) в станциях первого подъема, редко превышает 20 м, в станциях второго подъема он увеличивается до 50—60 м.

Количество воды, подаваемое насосами ночью, обычно превышает ее расход, а днем насосы не всегда могут его обеспечить. Для безотказного снабжения потребителей водой необходимо иметь ее запас, что достигается сооружением водонапорной башни с баком. В него поступает вода, не использованная в часы минимального расхода.

Созданный резерв воды поступает в сеть днем в часы максимального расхода. Напор, необходимый

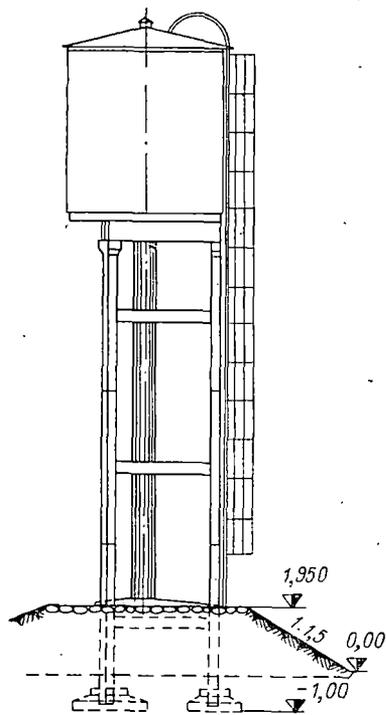


Рис. 77. Водонапорная железобетонная башня

для обеспечения водой потребителей, создается за счет высоты положения бака над поверхностью земли.

В зависимости от высоты, емкости бака и принятого конструктивного решения водонапорные башни строятся из кирпича, металла, железобетона и в редких случаях из дерева. Баки выполняются из металла, железобетона и в малых установках делаются деревянными. Высота водонапорной башни доходит до 30—40 м, емкость бака достигает нескольких тысяч кубических метров в зависимости от рельефа местности, протяженности системы водоснабжения, этажности и характера застройки и размеров населенного пункта.

На рис. 77 показана железобетонная башня высотой 12—16 м с металлическим баком емкостью 25—50 м³, предназначенная для хозяйственно-питьевого водоснабжения небольшого поселка, совхоза или колхоза. Цилиндрический бак башни утеплен деревянной обшивкой; трубопроводы находятся в коробе с малотеплопроводными стенками и предохранены от замерзания установкой отопительной печи. Дымовые газы проходят по трубе, находящейся внутри водопроводной трубы. Фундамент башни — железобетонные башмаки под тремя вертикальными стойками с ригелями.

Если на территории населенного места имеется возвышенность, то на ней выгодно возвести напорную башню, тогда уменьшится высота башни (экономия за счет высоты холма). В отдельных случаях возможна замена башни водонапорным резервуаром, сооруженным на высоком холме из железобетонных сборных элементов. Для предохранения от замерзания резервуар изолируется земляной засыпкой.

Для защиты от загрязнения источников водоснабжения, территории, занятой водозаборными и водоочистными сооружениями, насосными станциями и резервуарами чистой воды установлена защитная зона санитарной охраны, состоящая из трех поясов. В первом из них (зона строгого режима), охватывающем место водозабора, территорию насосной станции, фильтров и резервуаров, запрещается какое-либо постороннее строительство и проживание людей, не исключая и работающих по обслуживанию системы водоснабжения. Зона строгого режима ограждается забором, отстоящим от ограждений водопроводных сооружений на 30 м, защищается полосой зеленых насаждений и обеспечивается постоянной охраной. Во втором поясе (зона ограничения) обязательны мероприятия, предохраняющие почву от загрязнения. Зона ограничения охватывает бассейн питания источника воды и его притоков с границами по водоразделам. В третьем поясе (зона наблюдения) находятся все населенные места, железнодорожные станции, пристани и промышленные предприятия, расположенные на территории, смежной со вторым поясом. В третьем поясе должны быть предусмотрены мероприятия, исключающие распространение инфекционных заболеваний.

Режим, установленный в защитной зоне санитарной охраны, соответствует требованиям Закона об охране природы в РСФСР от 27 октября 1960 г.

§ 24. Наружная водопроводная сеть

Стоимость водопроводной сети населенного места достигает 60% от общей стоимости системы водоснабжения. По планировочной схеме магистральные водопроводные линии могут быть кольцевыми, комбинированными и тупиковыми (рис. 78).

Наименьшая суммарная длина магистральных трубопроводов (следовательно, и стоимость) окажется при тупиковой схеме, максимальная — при кольцевой. Однако при последней в отличие от тупиковой можно гарантировать бесперебойную подачу воды при аварии на любом участке, поэтому при хозяйственно-противопожарном водопроводе сеть, как правило, делается кольцевой.

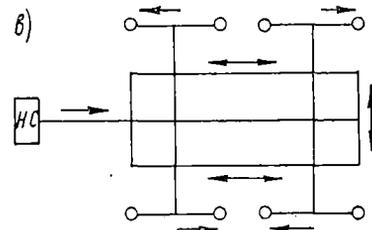
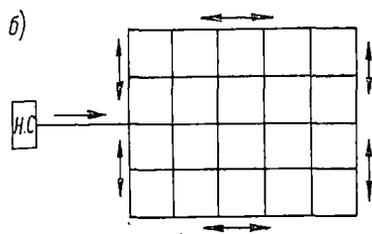
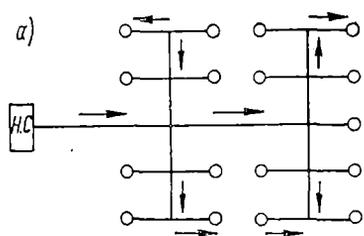


Рис. 78. Принципиальные схемы трассировки магистральных водоводов населенного места
 а — тупиковая схема; б — кольцевая схема; в — комбинированная схема

нении со стальными и слабое сопротивление динамическим нагрузкам.

Стальные трубы большого диаметра, соединяемые на сварке или фланцах, применяются при рабочем давлении воды свыше 10 ат, наличии значительных динамических нагрузок, испытываемых магистралями, и при работе их на изгиб. Это может быть при проходе труб под дорогами, при прокладке их в сейсмических местностях и т. д. Для предохранения от

вопожарном водопроводе сеть, как правило, делается кольцевой. Для устройства наружных водопроводных сетей используются стальные, асбестоцементные, железобетонные, пластмассовые и преимущественно чугунные напорные асфальтированные трубы, мало подверженные коррозии.

Чугунные трубы выпускаются диаметром от 50 до 1200 мм, длиной 2—7 м; в зависимости от толщины стенок (7,5—30 мм) они выдерживают давление до 10 ат (нормальные трубы) и 16 ат (трубы усиленные). Один конец такой трубы представляет собой гладкий цилиндр, второй — раструб (расширенный конец). Это позволяет соединять трубы, вставляя гладкий конец одной трубы в раструб другой, законопатив затем пространство между ними смоленной пряжкой с последующей плотной зачеканкой раструба асбестоцементом (рис. 79, а). При изменении диаметра магистрали, устройстве ответвления или повороте применяются различные соединительные и фасонные части: переходные муфты, тройники, крестовины, колена и др. Недостатком чугунных труб является их большой вес в срав-

коррозии стальные трубы покрываются изнутри и снаружи изоляцией.

Относительно хрупкие асбестоцементные трубы антикоррозионны, дешевле металлических и не подвергаются в отличие от них разрушающему действию блуждающих электрических токов. Они изготавливаются диаметром от 50 до 500 мм и выдерживают давление до 12 ат.

Включение, отключение и регулирование расходов в наружных магистралях и ответвлениях осуществляется с помощью задвижек различных типов. Задвижки, пожарные гидранты и ответвления от магистралей размещаются в колодцах, размеры которых зависят от диаметра трубопровода, глубины его заложения, типа и количества арматуры и фасонных частей. Колодцы выполняются из сборных железобетонных элементов (рис. 79, б), реже из кирпича. Внутренний диаметр типового колодца принимается от 0,7 до 1,5 м.

Минимальный диаметр труб наружных сетей 100 мм. Скорость движения воды по трубам принимается (по экономическим соображениям) 0,7—1 м/сек при хозяйственных расходах воды, до 2 м/сек и больше — при суммарном противопожарно-хозяйственном и противопожарном расходах.

Наименьшая глубина заложения водопроводных труб (считая от верха трубы) диаметром 300 мм и менее принимается ниже глубины промерзания грунта на 0,2 м. При больших диаметрах прокладка разрешается выше глубины промерзания на 0,25—0,5 величины диаметра труб.

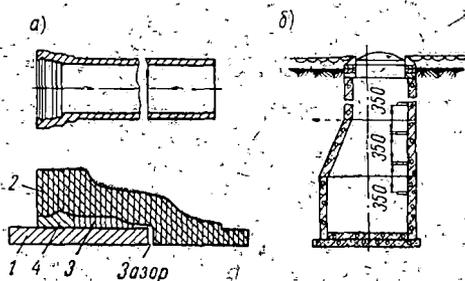


Рис. 79. Детали водопроводной сети
а — соединение чугунных раструбных водопроводных труб: 1 — гладкий конец; 2 — раструб; 3, 4 — уплотнитель; б — колодец из сборного железобетона для водопроводной сети

§ 25. Водопроводная сеть зданий

Внутренняя водопроводная сеть служит для подачи воды от наружных водоводов к месту ее потребления в зданиях. По назначению внутренние водопроводы бывают: хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные.

В зависимости от вида водопотребления в зданиях устраиваются отдельные или объединенные системы водопроводов. Так, канализованные жилые и общественные здания независимо

от их назначения, оборудуются хозяйственно-питьевым водопроводом и противопожарным (если он необходим) или же совмещенным хозяйственно-питьевым-противопожарным. Устройство внутреннего противопожарного водопровода обязательно в жилых домах квартирного типа высотой более 11 этажей, в общежитиях, гостиницах, школах-интернатах и ряде других зданий.

В промышленных зданиях может быть как отдельная производственная система водоснабжения, так и объединенная в том или ином сочетании с перечисленными выше системами.

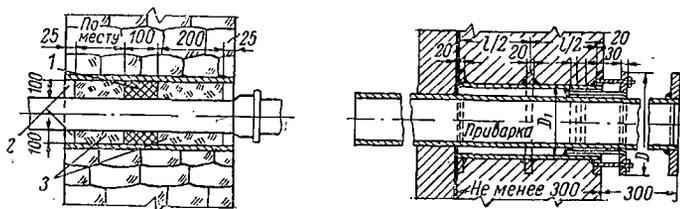


Рис. 80. Ввод в здание в сальнике

1 — бутобетон или бетонный раствор; 2 — кирпичная кладка; 3 — гидроизоляция

Для питания внутреннего водопровода устраивается ввод в здание. В месте присоединения ввода к уличной магистрали ставится колодец с установкой в нем задвижки на ответвлении.

Ввод прокладывается под прямым углом к зданию в подвальное помещение или техническое подполье, доступные для осмотра.

Вводы делают из стальных оцинкованных труб диаметром до 50 мм, из чугунных труб диаметром 50 мм и больше. Для прокладки ввода в фундаменте здания оставляется над трубой зазор в 0,1 м для заполнения отверстия при сухих грунтах водонепроницаемым эластичным материалом (обычно глиной); при мокрых грунтах обязательно устройство сальников (рис. 80); то или другое делается во избежание повреждения трубы при осадке здания.

Для учета расхода воды применяются водомеры различных конструкций. Все они основаны на законе пропорциональности количества протекающей воды скорости ее движения. На рис. 81, а показан водомер, применяемый для измерения расходов воды. Его турбинка вращается проходящим потоком и соединена передаточным устройством со счетным механизмом (на рисунке не показаны), на циферблатах которого стрелки показывают количество прошедшей воды.

Водомерные узлы устраиваются с обводной линией (рис. 81, б) и без нее. Обводная линия делается для пропуска увеличенного расхода воды в здание при пожаре. Вентили (или задвижки) устанавливаются для отключения водомера и внутренней сети.

В зависимости от величины напора в магистрали, питающей здание, внутренний водопровод выполняется по одной из следующих схем.

без насосов и напорных баков, если напор в наружной сети достаточен для подачи воды ко всем водозаборным точкам здания (рис. 82, а);

с напорным баком при достаточном напоре в наружной сети

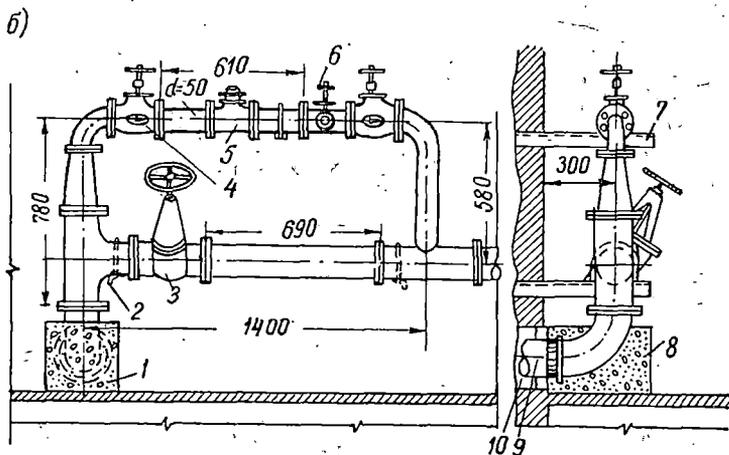
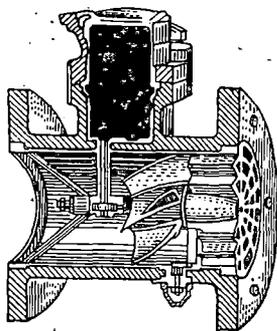


Рис. 81. Водомерный узел

а — водомер для измерения расходов воды; б — водомерный узел с обводной линией: 1 — упор из бетона; 2 — кронштейн; 3 — задвижка; 4 — вентиль; 5 — водомер; 6 — кран для спуска воды; 7 — кронштейн; 8 — упор из бетона; 9 — ввод водопровода; 10 — гильза

только: в некоторые часы суток; наполнение бака осуществляется через поплавковый клапан, установленный на трубе, соединяющей бак с системой и пропускающей воду только в одном направлении от бака к системе (рис. 82, б).

с насосами производительностью, равной расчетному расходу, действующими в часы, когда не хватает напора, и повышающими его на разность максимального (расчетного) и минимального давления в наружной магистрали; включение насоса

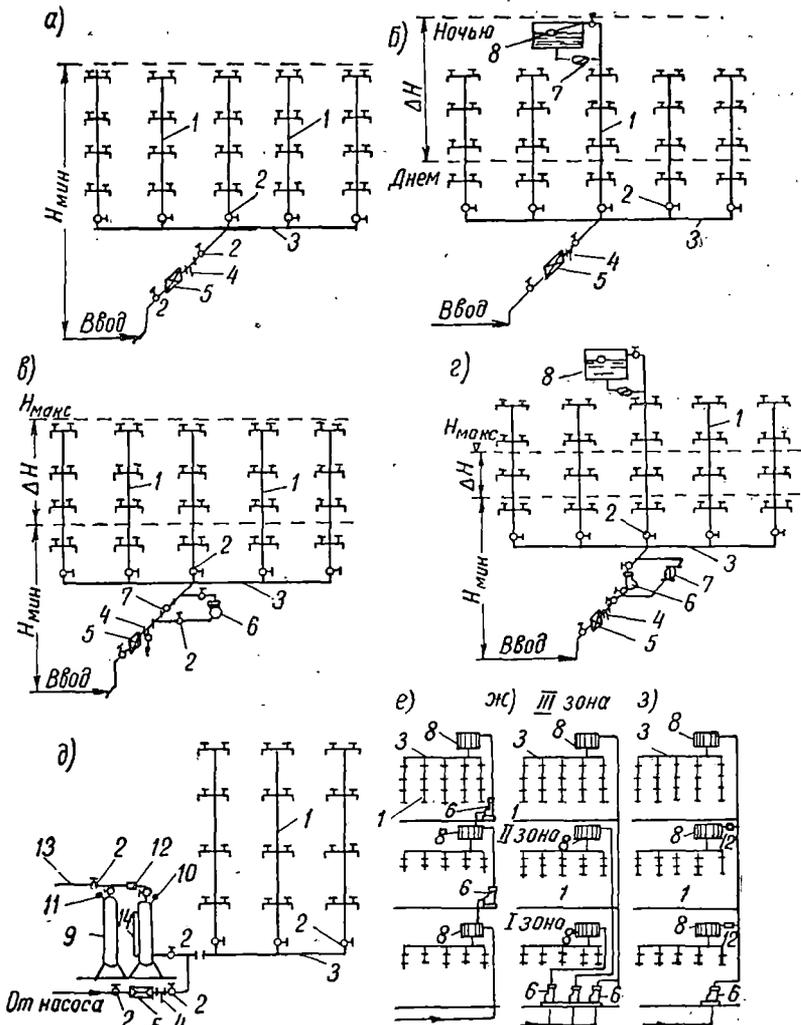


Рис. 82. Схемы внутренних водопроводов

а — при постоянном достаточном напоре; б — при периодическом достаточном напоре с баком и без насоса; в — при периодическом недостаточном напоре, с насосом и баком; г — при постоянном недостаточном напоре с пневматической установкой; е — для многоэтажных зданий при последовательной подаче воды; жс — то же, при параллельной подаче воды; з — то же, при подаче воды одним насосом во все зоны; 1 — стояки с ответвлениями к водоразборным точкам; 2 — запорные краны; 3 — магистральные трубы; 4 — спускной кран; 5 — водомер; 6 — насос; 7 — обратный клапан; 8 — бак водный; 9 — бак воздушный; 10 — воздухо-спускной кран; 11 — предохранительный клапан; 12 — редукционный (понижающий давление) клапан; 13 — сжатый воздух от компрессора; 14 — водомерное стекло

производится автоматически при недостатке напора в наружной сети (рис. 82, в);

с напорным баком и периодически действующими насосами, если напор в наружной сети постоянно недостаточен; насосы работают периодически, обеспечивая подачу воды в бак и ко всем водоразборным точкам; при остановке насосов питание сети производится из бака (рис. 82, в);

с насосами и пневматической установкой (рис. 82, д), заменяющей напорный бак (при невозможности его установки).

Водопроводы высотных зданий (более 50—60 м) строятся по зональной схеме; как и системы комбинированного отопления; чтобы исключить высокое давление воды в трубопроводах (рис. 82, е—з).

Сети внутреннего водопровода, как и системы водяного отопления, могут быть построены с нижней разводкой или значительно реже — с верхней. Нижняя разводка с прокладкой магистральной линии в техническом подполье или подвале применяется преимущественно в жилых и общественных зданиях. Разводка в чердачном или верхнем помещении применяется в банях, прачечных и некоторых производственных зданиях.

В жилых зданиях обычной этажности проектируются тупиковые сети, требующие меньшего расхода труб, в производственных и общественно-коммунальных зданиях для более надежной работы применяется кольцевая схема. При необходимости устройства противопожарного водопровода сеть делается также кольцевой. К магистральным линиям присоединяются вертикальные стояки, идущие преимущественно в санитарных узлах.

Трубы внутренней водопроводной сети прокладываются или открыто, что упрощает и удешевляет монтаж и эксплуатацию, или скрыто в оставленных во внутренних стенах бороздах и каналах, а также в специальных шахтах, блоках и панелях. При скрытой, более дорогой прокладке должен обеспечиваться доступ к трубам. Для этого во всех местах, где поставлена арматура или имеется соединение (а также ответвление), делаются смотровые отверстия с дверками.

Горизонтальные трубопроводы прокладываются с уклоном 0,002—0,005. Для обеспечения полного опорожнения всех труб внутренней сети этот уклон дается в сторону к вводу и к стоякам и в сторону водоразборных краёв.

Для выключения отдельных участков водопроводной сети, что требуется при ремонте или смене арматуры и санитарных приборов, устанавливаются вентили на стояках (у магистрали) и на ответвлениях в каждую квартиру жилого дома.

Для устройства внутренней сети систем холодного и горячего водоснабжения применяются оцинкованные стальные водопроводные трубы с резьбовыми соединениями (так же, как в отоплении). Сварные соединения разрешаются только в том случае,

когда процесс сваривания происходит в углекислотной среде. Неоцинкованные (черные) трубы не следует применять для хозяйственно-питьевого и, в отдельных случаях, даже для производственного водопроводов, так как вода, идущая по подверженному коррозии неоцинкованному трубопроводу, приобретает желтовато-коричневатый цвет. Это сказывается на ее вкусе («ржавая» вода), кроме того, на белой поверхности санитарных приборов неизбежно появление потеков и пятен.

Нравне со стальными трубами для монтажа внутридомовых систем холодного водоснабжения все шире используются виниловые и полиэтиленовые трубы с фасонными частями и арматурой из этих же материалов.

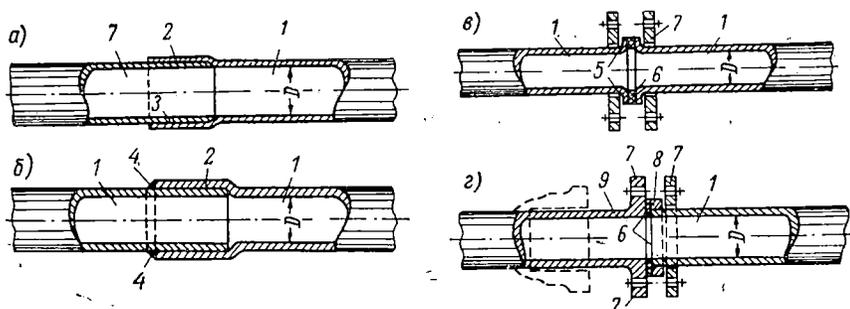


Рис. 83. Соединение труб из полимерных материалов

а — растробом на склейке; *б* — растробом на сварке; *в* — фланцами на отбортовке; *г* — соединение с металлической трубой; 1 — виниловая труба; 2 — растроб; 3 — склейка; 4 — сварка; 5 — отбортовка; 6 — резиновая прокладка; 7 — фланцы; 8 — приваренный борт; 9 — металлическая труба

Виниловые трубы, выдерживающие давление до 6 ат, выпускаются прямыми участками длиной 5—8 м, диаметром от 6 до 150 мм.

Полиэтиленовые трубы диаметром до 50 мм наматываются отрезками не менее 25 м на кабельные катушки или свертываются в бухты, диаметром более 50 мм выпускаются прямыми отрезками длиной 6—12 м. Виниловые трубы соединяются при помощи растробов и муфт, на клею, на фланцах и свариваются горячим воздухом ($t=220 \div 240^\circ \text{C}$), полиэтиленовые — на сварке и фланцах (рис. 83). Эти трубы обладают большой химической стойкостью, эластичны, не подвергаются коррозии, но имеют большой по сравнению с металлическими трубами коэффициент линейного расширения, поэтому при их прокладке необходимо предусматривать компенсацию тепловых удлинений и давать им свободный проход через стены, перегородки и перекрытия без заземления.

Температура воды и, следовательно, температура поверхности неизолированной трубы почти всегда ниже точки росы воздуха кухни и ванной комнаты, поэтому в таких помещениях жилых домов обычно постоянное отпотевание водопроводных труб. Мокрая поверхность трубы покрывается ржавчиной, стекающая с нее вода смачивает стену и пол, из-за чего, отсыревая, портится окраска и штукатурный слой. Для предотвращения конденсации водяного пара на поверхности трубы следует вентилировать помещения кухни и санитарного узла, чтобы понизить влагосодержание воздуха, а также изолировать трубы.

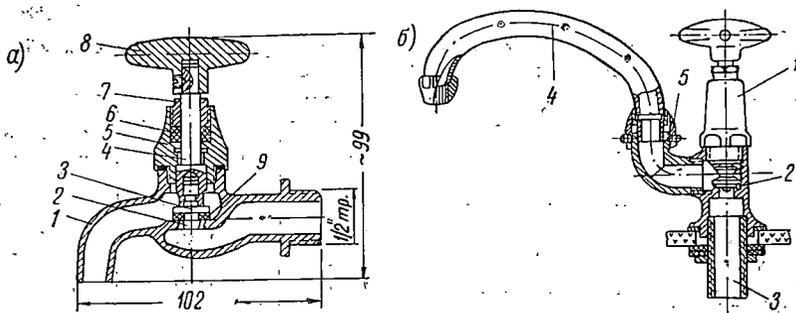


Рис. 84. Водоразборная арматура

а — водоразборный кран ТК-1: 1 — корпус; 2 — седло; 3 — золотник; 4 — шток; 5 — крышка; 6 — сальниковая набивка; 7 — сальниковая втулка; 8 — рукоятка; 9 — уплотнительная прокладка; б — кран поворотный туалетный: 1 — вентиляльная головка; 2 — седло; 3 — штуцер; 4 — излив; 5 — соединительная гайка

Изоляция труб позволяет увеличить температуру ее поверхности; когда она оказывается выше точки росы, то конденсация водяного пара прекращается. Изоляция водопроводных труб производится так же, как и труб отопления. Водопроводные трубы, прокладываемые в неотапливаемых помещениях, где температура воздуха может быть отрицательной, изолируются для защиты от замерзания.

Во внутренних водопроводных сетях применяется разнообразная водоразборная и запорная арматура, последняя вентиляного и золотникового типа, одинаковая по конструкции с применяющейся в системах водяного отопления. У санитарных приборов устанавливаются водоразборные, туалетные и писсуарные краны, смесительные краны для умывальников, моек, душевых и ванн и другие специальные краны.

Арматура, предназначенная для подачи к санитарным приборам холодной и горячей воды, изготавливается из латуни, бронзы и пластмассы.

Из многочисленных типов водоразборных и туалетных кранов вентиляного типа на рис. 84 показаны водоразборный и

поворотный туалетный краны, устанавливаемые на задней полочке умывальника.

Расчетный расход воды в здании определяется в зависимости от числа и назначения водоразборных точек. Чтобы сопоставить расходы воды через различные санитарные приборы, существует понятие — эквивалентный расход, за который принимается расход в 0,2 л/сек из водоразборного крана (диаметром 15 мм), установленного у раковины.

Величины эквивалентов, расчетные расходы воды и диаметры подводок к некоторым санитарным приборам жилых домов имеют значения, приведенные в табл. 7.

Таблица 7

Эквиваленты, расчетные расходы воды и диаметры подводок к наиболее распространенным санитарным приборам

Приборы	Эквивалент	Расход воды в л/сек	Диаметр подводки в мм
Кран у раковины	1,0	0,20	15
» у умывальника	0,33	0,07	10—15
Смывной бачок	0,50	0,10	10—15
Смеситель у ванны с центральным горячим водоснабжением	1,50	0,30	15
Квартирный душ	0,67	0,14	15

Расчетный расход воды в жилых домах

$$q = 0,2 \sqrt[a]{N} + kN \text{ л/сек,}$$

где N — общее число эквивалентных единиц в жилом доме или на расчетном участке;

a — показатель корня, зависящий от нормы суточного водопотребления на одного человека в л;

k — коэффициент, зависящий от числа эквивалентных единиц.

Таблица 8

Диаметры участков водопроводной сети здания в зависимости от суммы эквивалентных единиц

Сумма эквивалентных единиц установленных приборов	Расчетный расход в л/сек	Диаметр трубы в мм	
		стальной	виниловый, полиэтиленовый
1	0,2	10	10
3	0,35—0,40	15	10
6	0,47—0,52	20	15
12	0,64—0,72	25	20
20	0,83—0,97	32	25

Предварительно перед расчетом по табл. 8 намечаются диаметры подводящих труб в зависимости от суммы эквивалентных единиц.

В стальных трубах систем внутреннего водопровода допускается максимальная скорость: в магистралях и стояках — до 1,5 м/сек, в подводках к водоразборным точкам — 2,5 м/сек; в полиэтиленовых трубах эти предельные скорости повышаются соответственно до 2 и 4 м/сек.

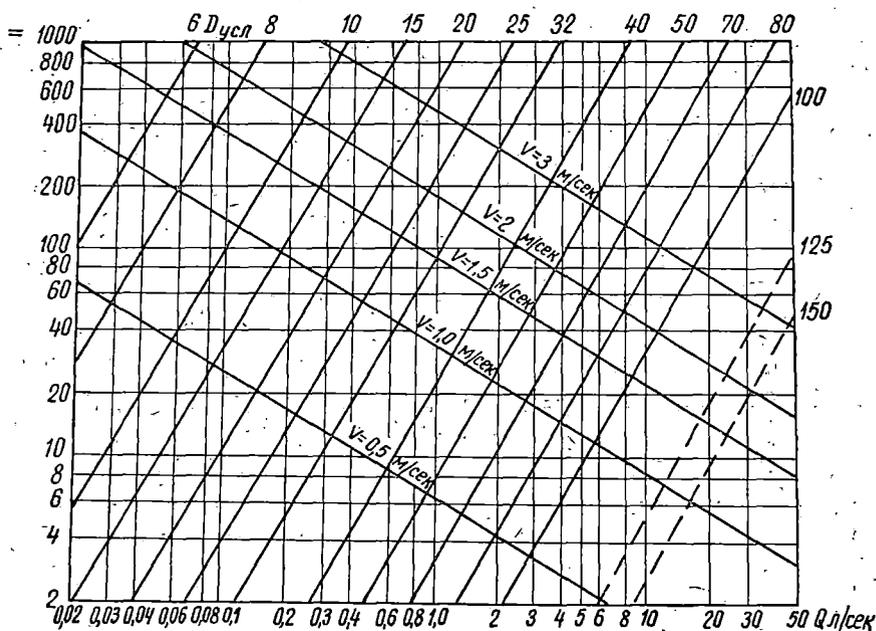


Рис. 85. Номограмма для гидравлического расчета труб из полиэтилена

Определение потерь напора на трение в трубах внутренних водопроводных сетей производится по специальным таблицам, номограммам или по формуле

$$i = Aq^2,$$

где i — гидравлический уклон, т. е. потери напора на трение на 1 пог. м в м вод. ст.;

A — модуль сопротивления для трубы данного диаметра;

q — расход воды в л/сек.

Номограмма для гидравлического расчета винипластовых и полиэтиленовых труб приведена на рис. 85.

Потери напора на местные сопротивления не рассчитываются отдельно, как это делается в системе отопления, а принимаются

в размере 30% от потерь напора по длине при хозяйственно-питьевом водопроводе, 20% — при объединенном хозяйственно-питьевом и противопожарном и 10% — в противопожарном водопроводе.

Гидравлический расчет трубопроводов должен производиться так, чтобы после преодоления сопротивления сети оставался постоянный свободный напор величиной не менее 2 м у водопроводных кранов и смесителей, 4 м — у газовых водонагревателей и 5—7 м — у смывных кранов унитазов.

Наряду с хозяйственно-питьевым расходом в ряде зданий необходимо предусматривать пожарные расходы через специальные краны, устанавливаемые на площадках лестничных клеток, у выходов из помещений, в вестибюлях, коридорах и проходах. Пожарные краны ставятся на высоте 1,35 м от пола в шкафчике, расположенном в нише (рис. 86). В шкафчике размещается накрученный на катушку пожарный брезентовый рукав диаметром 50—70 мм и брандспойт с наконечником диаметром 13—22 мм.

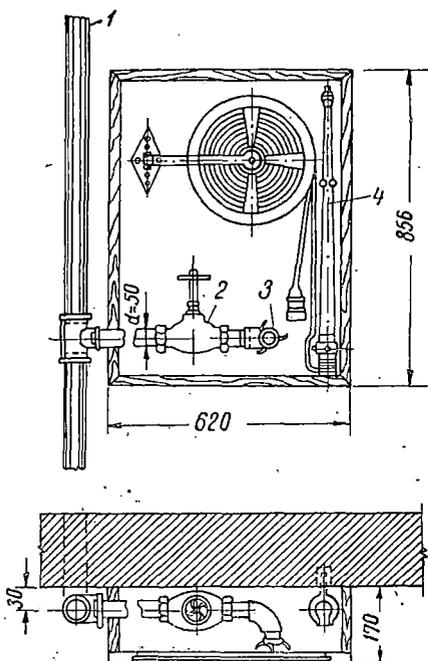


Рис. 86. Установка пожарного крана в шкафчике

1 — стояк; 2 — пожарный кран; 3 — соединительная полугайка; 4 — брандспойт

Расчетный расход воды для тушения пожара определяется в зависимости от назначения и размеров здания. Например, для кинотеатров, клубов и домов культуры с количеством мест в зале более 300 он составляет 10 л/сек (две струи по 5 л/сек). В особо ответственных зданиях промышленного и общественного назначения, кроме противопожарных водопроводов, для тушения пожара применяются специальные спринклерные установки.

Они состоят из водопитателей, магистральных трубопроводов, подающих воду от водопитателей к сигнальным клапанам, питающих трубопроводов, несущих спринклерные головки и прокладываемых под потолком помещений.

Спринклерная система действует автоматически. При повышении температуры в помещении в спринклерных головках (рис. 87) расплавляется замок, и вода, разбрызгиваемая через ро-

зетку, гасит пожар. Вода подается в сеть водопитателями через сигнальные клапаны. При движении воды через них начинают действовать звуковой и световой сигналы. Таким образом, спринклерные системы туша пожар, сигнализируют о нем. Спринклерные головки рассчитаны на температуру плавления 72, 93 и 141° С.

Для тушения пожара также применяются дренчерные системы, состоящие из сети труб с дренчерными головками типа спринклерных (без замков). Дренчерные устройства по способу включения в действие делятся на неавтоматические и автоматические. В неавтоматических установках подача воды к дренчерам производится открытием на магистрали задвижки. Эти системы используются для орошения пожарных занавесей в театрах и создания водяных завес для ограждения проемов, где устанавливается трубопровод с дренчерными головками, включаемыми в действие дистанционно при открытии задвижки, находящейся в пожарном посту.

В системах автоматического действия каждая группа дренчеров обслуживается одним плавящимся замком, который устанавливается на распределительном трубопроводе, соединенном с питающим. В автоматических дренчерных системах на питающем трубопроводе устанавливаются сигнальные спринклерные клапаны.

Для поливки улиц и зеленых насаждений прокладываются поливочные водопроводы в виде самостоятельных сетей с поливочными кранами, которые могут быть присоединены и непосредственно к домовой сети.

Для питья непосредственно из водопровода устраиваются питьевые фонтанчики. Они питаются от наружного городского или специального питьевого водопровода и устанавливаются в парках, вокзалах, больницах, школах, коммунальных зданиях и в промышленных предприятиях (обязательно в горячих цехах).

Питьевые фонтанчики могут быть периодически включаемыми и постоянно действующими, устанавливаемыми в местах массового скопления народа. Водопроводный и канализационный стояки подводятся в пустотелую тумбу или стойку фонтанчика.

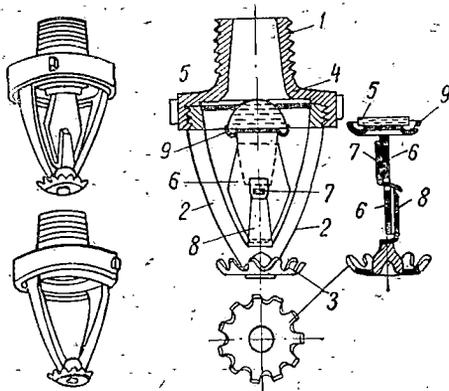


Рис. 87. Спринклерная головка.

1 — бронзовый корпус; 2 — рама; 3 — розетка;
4 — диафрагма; 5 — стеклянный клапан; 6, 7, 8 —
замок; 9 — розетка

§ 26. Горячее водоснабжение

Горячая вода расходуется на хозяйственно-бытовые и производственные нужды в жилых, общественных и промышленных зданиях.

На одного человека норма расхода горячей воды с температурой 65°C составляет в сутки 40 л, если он живет в общежитии с общими душевыми; эта норма возрастает до 160—200 л при проживании его в гостинице с ванными в каждом номере. На одного посетителя ванной кабины в бане расход воды достигает 275 л при температуре 70°C . Для стирки 1 кг белья в механизированной прачечной расходуется 20—25 л горячей воды такой же температуры. В гараже при ручной мойке автомашин требуется 250—350 л горячей воды на один автобус. Трудно найти производственное предприятие, не нуждающееся в горячей воде, так как даже при отсутствии потребности в ней на технические надобности в любом из цехов всегда имеются душевые с расходом горячей воды на одну душевую сетку в размере 270 л/ч.

Часовой расход тепла на подогрев воды для наиболее многочисленных ее потребителей — жилых зданий

$$Q = \frac{Kna(t_r - t_x)}{24} \text{ ккал/ч,}$$

где K — коэффициент часовой неравномерности потребления горячей воды, колеблющийся в пределах от 2 до 4,5; он находится в обратной зависимости от количества людей, живущих в здании;

n — число живущих в здании;

a — норма потребления горячей воды за сутки на одного человека в л;

t_r — расчетная температура горячей воды, принимаемая равной 65°C ;

t_x — температура холодной воды, поступающей из сети хозяйственно-питьевого водоснабжения, принимаемая 5°C .

Годовой расход тепла на горячее водоснабжение жилых и общественных зданий благоустроенного современного города составляет до $2 \cdot 10^6$ ккал в год, или от 50 до 180% годового расхода тепла на отопление и вентиляцию тех же зданий. Чем мягче климат, тем большим становится относительный расход на горячее водоснабжение.

Системы горячего водоснабжения делятся на центральные — с подогревом воды в одном месте и последующим ее распределением по потребителям и местные — с подогревом воды непосредственно у места ее расхода.

Вновь строящиеся и реконструируемые жилые и коммунально-общественные здания оборудуются центральными системами

горячего водоснабжения. Генератором тепла для них являются ТЭЦ, районные и квартальные или в редких случаях домовые котельные.

Местное приготовление горячей воды в жилых зданиях устраивается обычно или с газовыми водонагревателями при любом количестве этажей или с водогрейными колонками, работающими на твердом топливе, в домах с числом этажей не более пяти.

Надежность работы центральных систем горячего водоснабжения, котельных установок и тепловых сетей с непосредственным водоразбором во многом зависит от степени жесткости исходной воды. При ее нагревании неизбежно выделение из раствора в труднорастворимый осадок известковых солей кальция и магния. Отложения осадка — малотеплопроводной накипи на стенках котлов и подогревателей — снижают их теплопроизводительность и вызывают перегрев, вредный для прочности металла. Неизбежная очистка от накипи выводит на время из строя котлы и подогреватели, укорачивает срок их службы. Существует ряд способов умягчения воды, требующий устройства специальных установок. Так, при одном из них — катионировании — вода пропускается через фильтрующий слой из катионита — материала, способного удерживать катионы (положительно заряженные частицы растворенных солей жесткости). Катионитом обычно служит сульфоуголь — каменный коксующийся уголь, обработанный серной кислотой.

Коррозия внутренней поверхности труб вызывается растворенными в воде газами: кислородом, углекислотой, сероводородом и хлором. Удаление из воды воздуха — деаэрация — производится нагреванием воды. Удаление только кислорода — обескислороживание — чаще всего обеспечивается введением в воду соединяющихся с кислородом веществ (обычно сульфита натрия). Отсюда и название такого метода обескислороживания — сульфитирование.

Питание тепловых сетей сырой водой, не прошедшей нужной обработки, воспрещается.

Системы горячего водоснабжения, питающиеся от тепловой сети, устраиваются с непосредственным отбором из сети горячей воды или с использованием горячей воды как теплоносителя для подогрева расходуемой воды в скоростных или емкостных подогревателях.

В скоростном водоподогревателе малой емкости необходимо обеспечить большую скорость движения греющей и подогреваемой воды для получения меньших размеров теплопередающей поверхности и, следовательно, самого подогревателя. Водоподогреватель собирается из нескольких секций, состоящих из стальной трубы, имеющей диаметр до 325 мм, внутри которой находится пучок из малоподверженных коррозии латунных трубок

диаметром 15 мм. Концы трубок ввальцованы в трубные решетки, зажатые по периметру между фланцами секций. Подогреваемая вода имеет обычно больше механических примесей, солей жесткости и растворенного воздуха по сравнению с греющей водой, поступающей из тепловой сети. Так как трубки легче очищать от накипи и осадков изнутри, то подогреваемая вода и проводится внутри, а греющая омывает их снаружи. Прямые секции соединяются между собой двойными отводами. На рис. 88, а изображен четырехсекционный водоводяной подогреватель с линзовыми упругими компенсаторами, воспринимающими тепловые удлинения секций.

Поверхность нагрева трубок подогревателя

$$F = \frac{Q}{k\Delta t},$$

где F — поверхность нагрева трубок подогревателя в m^2 ;

Q — расчетный часовой расход тепла в $kкал/ч$;

k — коэффициент теплопередачи в $kкал/м^2 \cdot град \cdot ч$ через стенки трубок;

Δt — расчетная разность средних температур теплоносителя и нагреваемой воды:

$$\Delta t = \left(\frac{T_n + T_k}{2} - \frac{t_r + t_k}{2} \right).$$

Здесь T_n и T_k — начальная и конечная температуры теплоносителя;

t_r и t_k — температуры воды, выходящей и входящей из подогревателя.

При неравномерном расходе горячей воды и необходимости создания ее запаса следует или устанавливать запасный бак, или же применять емкий водоподогреватель, представляющий собой цилиндрический стальной корпус с днищами сферической формы. Заполняющая его вода нагревается теплоносителем (пар или вода), поступающим в змеевик. Холодная вода вводится через нижний штуцер и выходит нагретой через верхний (рис. 88, б).

Сеть горячего водоснабжения в жилых домах проектируется предпочтительно с нижней разводкой. Верхняя разводка трубопроводов осуществляется обычно в банях и прачечных прокладкой магистральных линий в чердачном помещении или над ним. В жилых домах, больницах, поликлиниках, гостиницах и ряде других зданий необходимо подавать воду с заданной температурой в любое время суток. Тогда система трубопроводов строится с циркуляцией воды в магистралях и стояках. Постоянная циркуляция воды в трубах при отсутствии водоразбора

I-I

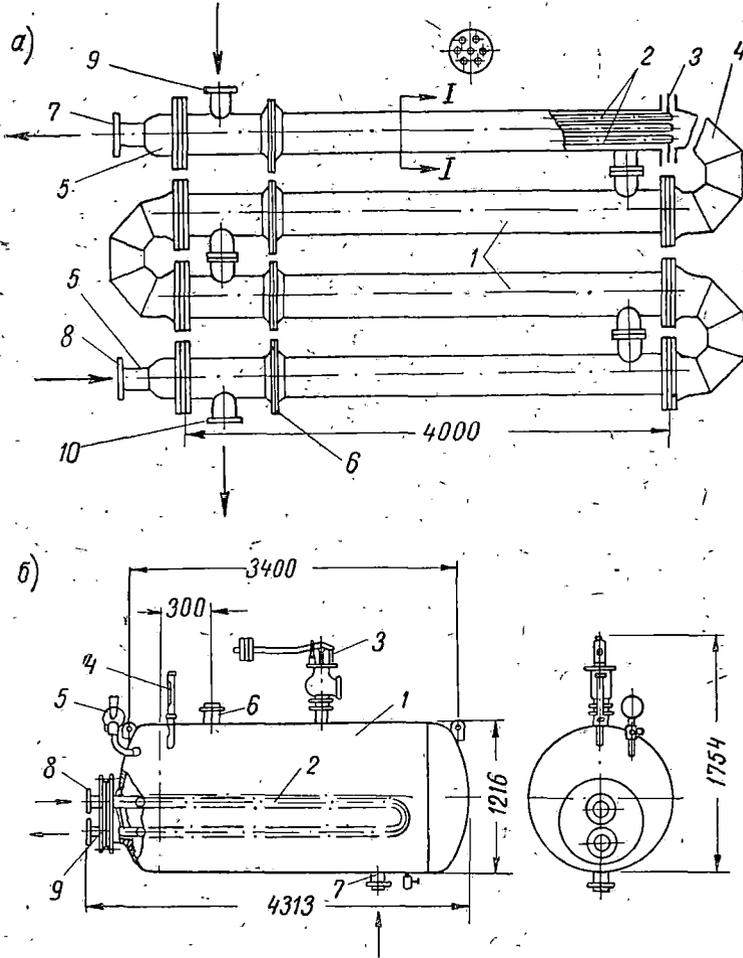


Рис. 88. Водонагреватели

a — водоводяной секционный подогреватель: 1 — корпус секций; 2 — трубки поверхности нагрева; 3 — трубная решетка; 4 — переходный калач; 5 — входная и выходная камеры; 6 — линзовый компенсатор; 7 — выход горячей воды; 8 — вход холодной воды; 9 — вход горячей воды из теплосети; 10 — выход воды (охлажденной) в теплосеть; *б* — водонагреватель емкостью 4000 л: 1 — корпус бойлера; 2 — змеевик; 3 — предохранительный клапан; 4 — термометр; 5 — манометр; 6 — выход горячей воды; 7 — вход холодной воды; 8 — вход горячей воды из теплосети (или пара); 9 — выход охлажденной воды (или конденсата)

обеспечивается или за счет гравитационного давления, или за счет действия центробежного насоса, как в системе водяного отопления. Периодическая циркуляция может осуществляться также циркуляционными насосами (когда они имеются), включаемыми за 10—15 мин до начала разбора горячей воды, если система работает в определенные часы. В жилых домах не выше четырех этажей можно ограничиться устройством циркуляции только

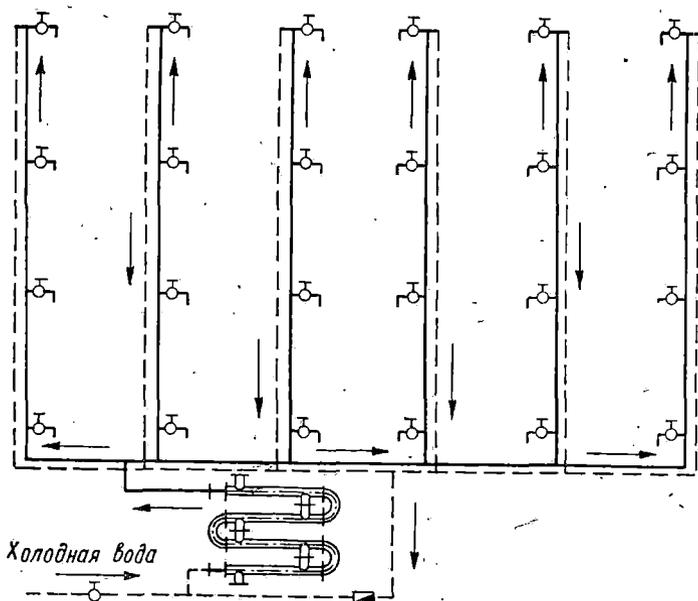


Рис. 89. Схема закрытой системы горячего водоснабжения с нижней разводкой и гравитационной циркуляцией в магистрали и стояках

в магистралях. При непрерывном расходе горячей воды циркуляционная сеть не делается. На рис. 89 показана схема циркуляционной системы горячего водоснабжения с подогревом воды в скоростном теплообменнике.

Гидравлический расчет трубопроводов горячего водоснабжения не отличается от расчета труб системы холодного водоснабжения.

Для устройства местного горячего водоснабжения обычно используются газовые водонагреватели (см. рис. 67) и водогрейные колонки, работающие на твердом или газовом топливе (рис. 90).

Водогрейная колонка для твердого топлива состоит из чугунного топливника (постамент) с кирпичной футеровкой и стального цилиндрического вертикального бака с внутренним дымо-

ходом. Емкость колонки составляет 90—100 л, что достаточно для наполнения ванны (в смеси с холодной водой). Колонка находится под давлением воды, величина которого определяется высотой колонки. Коэффициент полезного действия колонок не превышает 40%. Их разрешается устанавливать в тех жилых домах, где нельзя устроить центральной системы горячего водоснабжения, а также при невозможности газоснабжения здания.

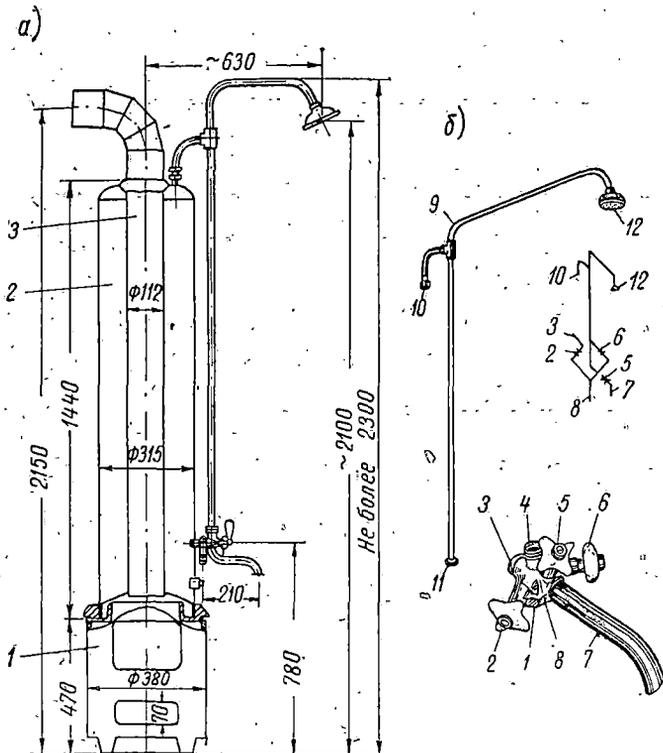


Рис. 90. Водогрейная колонка для твердого топлива
а — колонка с душем: 1 — топливник; 2 — стальной резервуар; 3 — дымовая труба; 4 — смеситель для водогрейной колонки; 5 — корпус; 6 — вентиль для горячей воды; 7, 8 — штуцера; 9 — вентиль для переключения; 10 — вентиль для холодной воды; 11 — изливной носик; 12 — муфта; 9 — душевая трубка; 10, 11 — гайка; 12 — душевая сетка

Для кипячения питьевой воды применяются кипяtilьники, работающие на твердом топливе и газе, в редких случаях для них используется электроэнергия, если ее применение экономически оправдано. На рис. 91 показан кипяtilьник непрерывного действия, работающий на твердом топливе, производительностью 220 л/ч. Вода из холодного водопровода поступает в питательный бачок с шаровым краном, обеспечивающим ее постоянный уровень. Из бачка по мере разбора воды из кипяtilьника

она поступает в кольцевое пространство водяной- рубашки топки, далее в водонагревательную камеру, где начинает закипать, и выбрасывается в смеси с паром по трубе подачи кипятка в сборник кипяченой воды с водоразборным краном. Пар, обра-

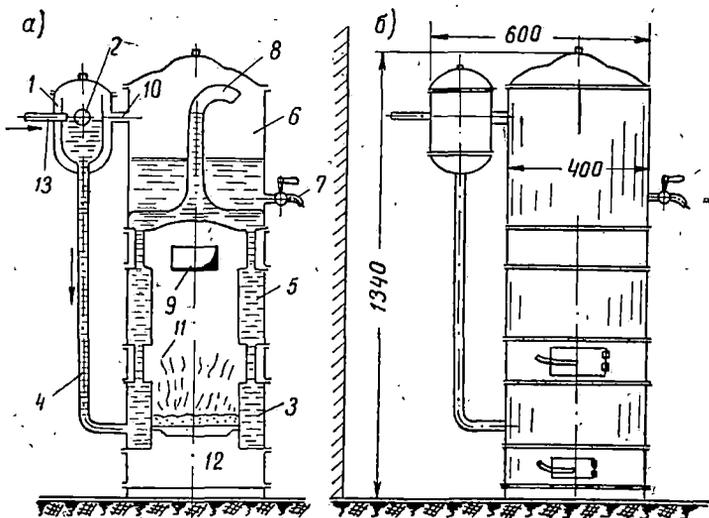


Рис. 91. Кипятильник непрерывного действия на твердом топливе

a — разрез: 1 — бачок; 2 — поплавковый клапан; 3 — водяная рубашка топки; 4 — соединительная трубка; 5 — водонагревательная камера; 6 — водосборник; 7 — водоразборный кран; 8 — труба подачи кипятка; 9 — отверстие для удаления дымовых газов; 10 — пароводная труба; 11 — топка; 12 — зольник; 13 — водопровод; *б* — общий вид

зующийся при кипении, поступает в питательный бачок и конденсируется, подогревая холодную воду, находящуюся в нем. При порче шарового крана вода, переполняющая бачок, будет выводиться из него по переливной трубе (на чертеже она скрыта за соединительной трубой).

КАНАЛИЗАЦИЯ И МУСОРОУДАЛЕНИЕ

§ 27. Краткий обзор развития техники канализации

Наиболее ранние канализационные установки были построены в городах стран Древнего мира несколько позже водопроводных устройств. Раскопки в городах долины Инда (Пакистан) показали, что в III в. до н. э. в них существовали системы городских водостоков (канализационная сеть), куда по глиняным трубам производится отвод сточных вод из ваннных комнат и уборных двух-трехэтажных зданий. В домах Двуречья*, построенных в середине III в. до н. э., также были ваннные и уборные, сточные трубы из которых выводились в каналы, проходящие через поселок (город). Аналогичные устройства были найдены при раскопках более поздних по времени возникновения населенных мест.

Остатки систем канализации обнаружены в ряде городов Римской империи и Древней Греции. Канализационная сеть Рима, построенная в IV—III вв. до н. э., безотказно действовала в сохранившихся своих частях вплоть до ее реконструкции в конце XIX в. Основная масса сточных вод Рима сплавлялась в реку Тибр по центральному подземному коллектору (площадью поперечного сечения 12 м²), носившему название «клоака максима», т. е. «наибольший канал» (коллектор) для отвода нечистот.

В эпоху феодализма города были ужасающе загрязнены. Системы канализации, как и системы водоснабжения античного мира, были забыты в странах Западной Европы. Леон-Баттиста Альберти так характеризовал состояние благоустройства основной массы средневековых городов на примере итальянского города Сиены со сплошной каменной застройкой: «...он много теряет в великолепии из-за отсутствия клоак. Именно поэтому весь город издает зловоние не только в первую и последнюю ночную стражу, когда сосуды с накопившимися нечистотами

* Долина между реками Тигр и Ефрат на территории современного Ирака.

выливаются в окна; но и в другие часы бывает отвратителен и сильно загрязнен».

Уместно отметить, что города России не знали такого состояния. В Новгороде XI в. для отвода даже сточных атмосферных вод уже применялись каналы.

Антисанитарное состояние городов и поселков Запада — центров эпидемических заболеваний — было почти неизменным до начала капиталистической индустриализации. Развитие канализационной техники, начавшееся в Англии в XIX в., было вызвано и обусловлено весьма серьезными причинами. Достаточно сказать, что реки Англии, превращенные уже в конце XVIII в. в своеобразные канализационные коллекторы, были так загрязнены к началу второй половины XIX в., что из-за издаваемого ими зловония однажды пришлось прервать заседание парламента, здание которого находится в центре Лондона на берегу полноводной Темзы. Холера, уносившая десятки тысяч жизней, повторялась тогда в Лондоне через каждые 5—10 лет, что и заставило парламент принять ряд законов об улучшении санитарного состояния городов Англии и в первую очередь ее столицы.

Для очистки сточных вод в Англии раньше других стран начали применять поля орошения (биологическая очистка в естественных условиях). Положительный опыт их эксплуатации был позже использован в Париже (1867 г.), Берлине (1870 г.), Одессе (1887 г.), Киеве (1894 г.) и многих других городах. Поля орошения требовали для своего устройства больших территорий в непосредственной близости к городу и поэтому дорогих. Более экономичным по размерам территории оказался способ очистки сточных вод в биологических фильтрах и аэротенках (очистка в искусственных условиях), построенных впервые в Англии в конце XIX в.

За первые десять лет существования Советской власти были восстановлены системы канализации, разрушенные в годы мировой и гражданской войн, и сооружены вновь в нескольких десятках городов.

Несмотря на тяжелый ущерб, нанесенный советским городам и городским инженерным сетям войной 1941—1945 гг., уровень обслуживания канализацией населенных пунктов, достигнутый в 1941 г., был перекрыт к 1951 г. В 1958 г. около четверти городов и поселков имели канализацию. Общая протяженность наружных канализационных трубопроводов этих систем составляла около 20 тыс. км, среднесуточный пропуск сточных вод ими близок к 13 млн. м³.

Закон об охране природы 1960 г. и правительственные правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами, изданные в 1961 г., стимулируют дальнейшее развитие строительства канализационных систем, в особенности сооружений для очистки сточных вод.

§ 28. Системы и оборудование канализационной сети зданий

Вода, поданная системой водоснабжения в здания и сооружения, после использования загрязняется и выводится с территории населенных мест и промышленных предприятий в виде сточной жидкости.

Достаточное разжижение нечистот, позволяющее сплавлять их по трубам и каналам, достигается при норме потребления воды на одного человека не менее 60 л в сутки. Только при выполнении этого условия возможно сооружение центральной системы канализации, состоящей из сети трубопроводов в зданиях, наружной подземной сети труб, сооружений для очистки и обезвреживания сточных вод и выпуска их в водоем.

В зависимости от характера загрязнения сточные воды делятся на бытовые, атмосферные и производственные.

Бытовыми называются воды, поступающие от раковин, умывальников, ванн, а также вод от поливки и мытья улиц, фонтанов и сточных вод коммунальных предприятий.

Атмосферными называются воды, образующиеся в результате выпадения дождя, таянья снега и льда.

Производственными называются сточные воды, получаемые от использования в промышленности чистой водопроводной воды. Эти воды делятся на условно чистые (получаемые, например, от охлаждения компрессоров) и загрязненные.

В соответствии с принятой системой наружной канализации выполняется и внутренняя система канализации по одному из следующих типов:

бытовая, принимающая стоки от санитарных приборов;

производственная, отводящая из промышленных предприятий отработанные воды, которые могут быть грязными, ядовитыми, щелочными, жирными, нефтяными и др.;

бытовая, объединенная с производственной, отводящая бытовые и производственные условно чистые сточные воды;

ливневая (внутренние водостоки), отводящая с крышждевую воду;

ливнево-производственная, принимающая дождевые и условно чистые производственные воды. Возможны также и другие сочетания в зависимости от принятой системы наружной канализации и характера сточных вод.

Элементами внутренней и дворовой канализации являются: приемники сточной жидкости с гидравлическими затворами, промывные приборы, сеть труб в здании и на прилегающем к нему дворовом участке, колодцы для доступа к подземному трубопроводу и в отдельных случаях установки для обработки сточных вод перед выпуском их в уличную сеть.

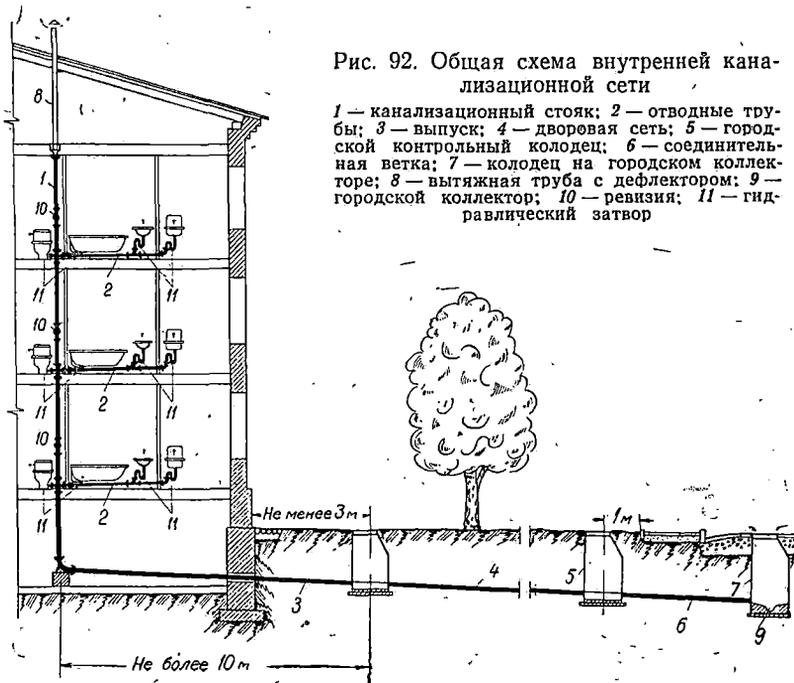
Границей внутренней канализационной сети является первый смотровой колодец дворовой сети (рис. 92).

В зависимости от характера стоков для их приема с последующим удалением по внутренней канализационной сети служат:

а) для бытовых сточных вод — унитазы, напольные клозетные чаши, настенные, напольные и лотковые писсуары, умывальники, раковины, ванны, душевые поддоны, биде и трапы;

б) для производственных стоков — воронки, сливы, трапы, лотки, поддоны и т. п.;

в) для атмосферных осадков — водосточные воронки.



В санитарном узле и кухне жилого здания устанавливаются приборы следующих типов: умывальники, раковины и мойки, ванны, полуванны и душевые поддоны, унитазы со смывным устройством.

Умывальники изготавливаются из керамики (фаянс, полуфарфор), пластмасс и стального листа, имеют прямоугольную, полукруглую, выгнутую и иную форму в плане, выполняются со спинкой и без спинки. В санитарных узлах жилых зданий устанавливаются индивидуальные фаянсовые и полуфарфоровые умывальники, в промышленных зданиях — металлические эмалированные умывальники группового пользования. Для парикмахерских и лечебных учреждений применяются умывальники

специальной конструкции. На рис. 93, а показан прямоугольный фаянсовый умывальник со спинкой (такой же полуфарфоровый).

Такие умывальники имеют длину 600—650 мм, ширину 400—550 мм, глубину чаши 135—170 мм.

Умывальник оборудуется выпуском диаметром 32 мм, снабженным водяным затвором — сифоном (рис. 93, б). Назначение сифона — создание водяного затвора, предотвращающего про-

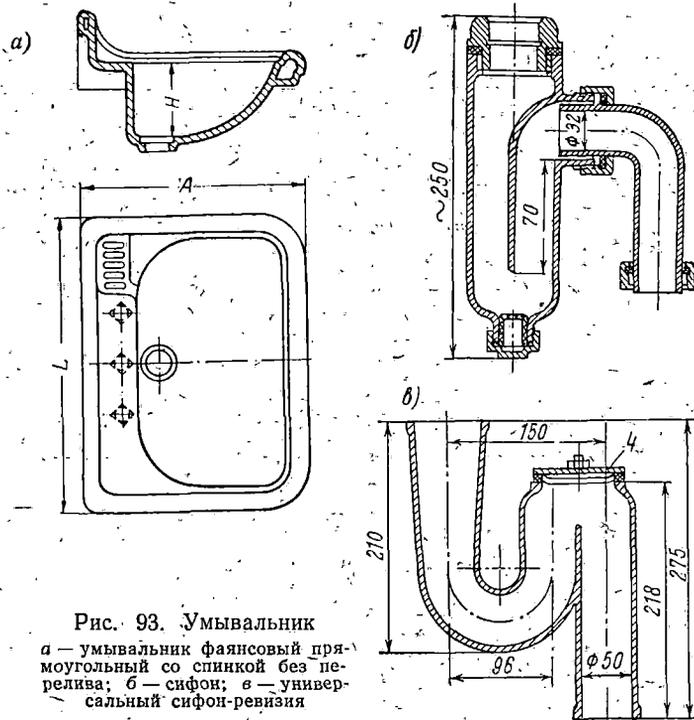


Рис. 93. Умывальник

а — умывальник фаянсовый прямоугольный со спинкой без перелива; б — сифон; в — универсальный сифон-ревизия

никновение газов из канализационной сети в помещение. Сифон устанавливается обязательно после каждого приемника сточных вод или группы таких приемников. Для раковин и моек применяются универсальные сифоны — ревизии, имеющие сверху отверстие для прочистки, закрываемое крышкой на резиновой прокладке (рис. 93, в).

Раковины и мойки (рис. 94) предназначены для приема хозяйственных сточных вод и изготавливаются из чугуна или стали с эмалированной поверхностью. Раковины выпускаются с цельноотлитой спинкой длиной 600 мм, шириной 400—450 мм, глубиной чаши 140—150 мм.

Мойки изготавливаются нескольких типов: с одним отделением, с одним отделением и со сливной полочкой, с двумя

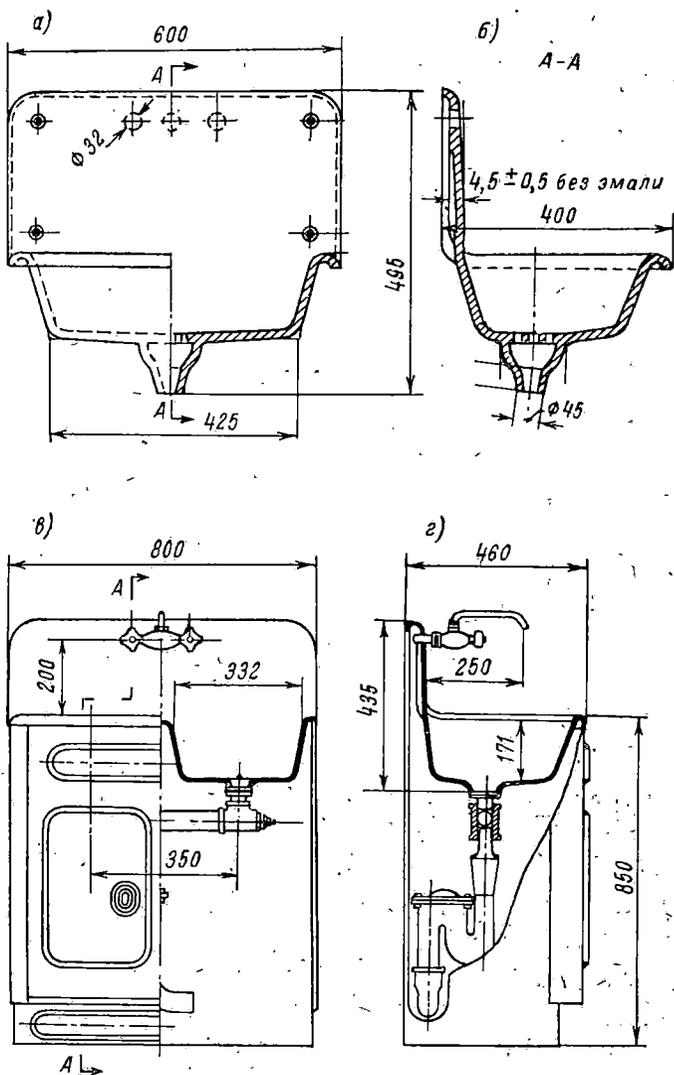


Рис. 94. Раковины и мойки

а — раковина чугунная эмалированная (вид спереди с разрезом);
 б — разрез; в — мойка чугунная эмалированная малой модели со
 шкафчиком (вид спереди с разрезом); г — разрез

отделениями и т. д. Максимальная длина моек 800—1000 мм, ширина 600 мм, глубина 200 мм. Для установки моек применяются специальные подстоля — шкафчики, сделанные из дерева, стали или пластмассы.

В жилых домах применяются чугунные и стальные эмалированные изнутри ванны, в водолечебницах при применении аг-

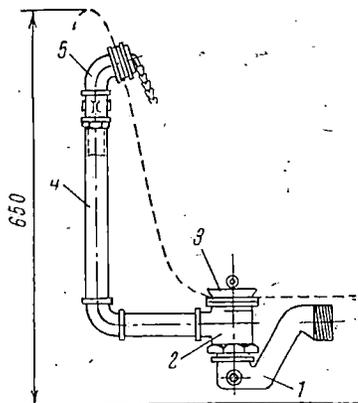
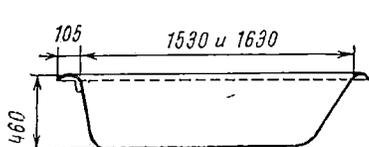


Рис. 95. Ванна купальная.
1 — напольный сифон; 2 — тройник; 3 — выпуск из ванны; 4 — переливная труба; 5 — перелив

рессивных вод — керамические. Ванны изготавливаются также из пластмассы. По типам они делятся на купальные и сидячие. По форме бортов — на круглобортные и прямобортные. Емкость купальной ванны (рис. 95) до уровня перелива составляет

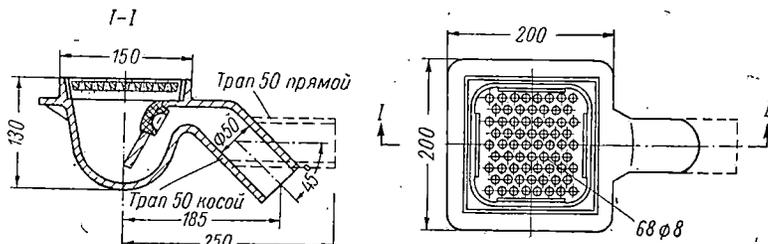


Рис. 96. Трап чугунный

200—250 л за вычетом вытесненного телом объема. К канализационной сети ванна присоединяется через специальный выпуск, находящийся в ее днище и закрываемый пробкой на цепочке. Для предотвращения переполнения ванны служит переливное отверстие с трубой, выведенной к напольному сифону.

Вода в банях, прачечных, душевых и ряде других мокрых помещений с поверхности водонепроницаемого пола стекает к пониженным точкам, где устанавливаются чугунные трапы, откуда она отводится в канализационную сеть. На рис. 96 показан

чугунный трап с прямым (вариант — с косым) отводом, предназначенный для приема и удаления сточных неагрессивных вод.

Настенные писсуары любой конструкции снабжены смывным патрубком, присоединенным к водопроводу. Выпускным патрубком (после сифона) писсуар соединяется с канализаци-

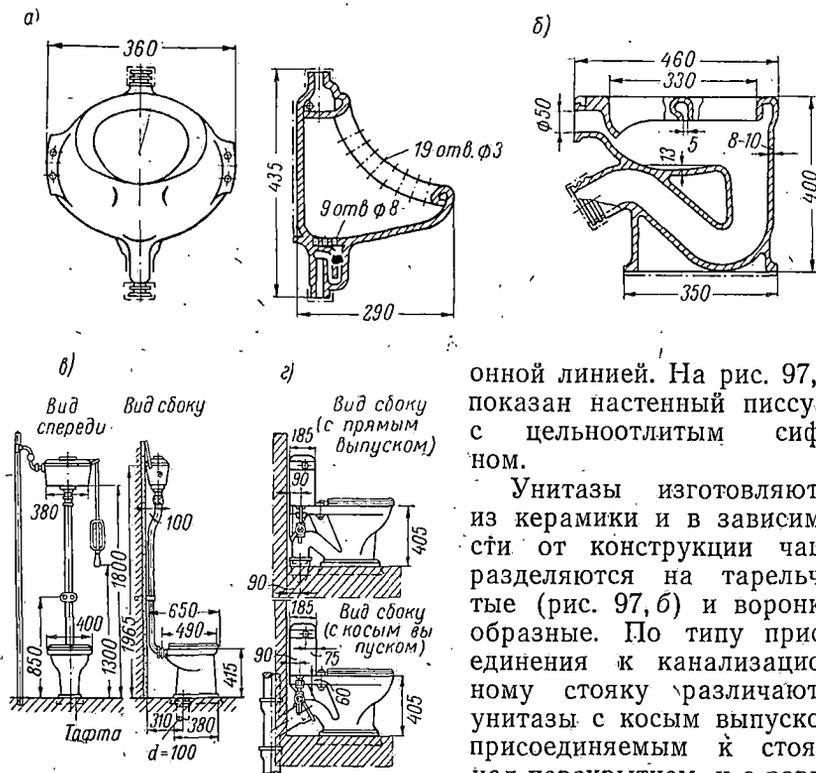


Рис. 97. Санитарные приборы для уборных

а — настенный писсуар с цельноотлитым сифоном; *б* — тарельчатый унитаз с выпуском под углом 30°; *в* — унитаз с высокораспологаемым бачком; *г* — унитаз с низкораспологаемым бачком.

на высоте 1,8 м, считая от уровня пола, или из бачка, находящегося непосредственно над унитазом «Компакт» (рис. 97, в).

Смывные приборы — бачок и кран — после нажатия на пусковое устройство должны обеспечить разовую подачу воды в количестве 6,5—7,5 л при расходе не менее 1,6 л/сек. Поплавковый клапан смывного бачка наполняет бачок не более чем за 2 мин.

Смывной бачок, расположенный наверху (рис. 98), имеет чугунный, фаянсовый или пластмассовый корпус емкостью 7,5 л. Включение бачка в действие производится рычагом с помощью цепочки. Им поднимается спускной клапан, после чего вода поступает в устье смывной трубы, создавая разрежение в сифоне, который высасывает воду из бачка. После опорожнения бачка поплавков опускается, открывается поплавковый клапан и вода поступает в бачок по наполнительной трубке. По мере наполнения бачка пластмассовый поплавок, поднимаясь, замедляет и, наконец, прекращает подачу воды нажимом рычага на стержень клапана. Чтобы обеспечить зарядку сифона, смывная труба делается не короче 1 м. Ее обычно принимают длиной 1,4 м (с запасом) при диаметре 32 мм.

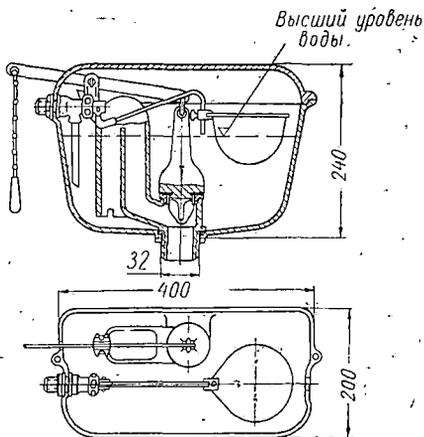


Рис. 98. Смывной бачок «Экономия-3»

Канализационная сеть здания монтируется обычно из чугунных раструбных асфальтированных труб диаметром 50, 100 и 150 мм, длиной 0,25—2,0 м и также чугунных соединительных фасонных частей. Стенки безнапорных чугунных канализационных (фановых) труб имеют небольшую толщину от 4 до 5 мм. Заделка соединений раструбных труб производится конопаткой просмоленной пеньковой пряжью с последующей зачеканкой асбестоцементом, цементом или расплавленной природной серой.

Асфальтированные стальные трубы, соединяемые сваркой или на резьбе, применяются только для устройства отводных линий от умывальников и ванн.

Пластмассовые трубы обладают большими преимуществами над металлическими и поэтому все чаще используются для устройства внутренней канализации, если температура сточной воды не превышает 60° С. Особенно выгодно в эксплуатационном отношении применение стойких пластмассовых труб для транспортирования агрессивных сточных вод, разрушающих в короткое время металлические трубы.

Винипластовые и полиэтиленовые трубы, используемые в канализации, выпускаются диаметром 40, 100 и 150 мм.

Канализационные трубопроводы могут прокладываться открыто с креплением к стенам и к потолкам или скрыто в конструкции перекрытий и под полами в земле, блоках, кабинах, а также в бороздах и коробах с устройством смотровых люков

с дверками против ревизий на трубах. Ревизии устанавливаются на высоте 1 м от пола и не менее чем на 150 мм выше борта приемника сточной воды.

В простейшем случае в жилом здании положение отводных труб и стояков определяется положением и планировкой санитарных узлов. Канализационные стояки должны иметь по всей высоте одинаковый диаметр не менее 50 мм, вытяжная часть стояка выводится выше кровли здания на 0,7 м и снабжается дефлектором. Воздух, удаляемый из стояков, содержит большое количество вредных газов и имеет высокую относительную влажность. Температура внутренней поверхности вытяжной трубы в холодное время года значительно ниже точки росы, поэтому сечение трубы частично заполняется наросшим слоем инея. Этот процесс прекращается, когда толщина слоя достигает 20—30 мм, поэтому диаметр вытяжной трубы принимается на 50 мм больше диаметра канализационного стояка. В местностях южнее 44—46-ой параллели со средней температурой самого холодного месяца выше -2°C увеличение диаметра вытяжной трубы не требуется. Взамен воздуха, извлекаемого из канализационной сети, воздух поступает извне через неплотности крышек канализационных колодцев.

Величина уклона горизонтальных участков хозяйственно-фекальной канализации находится в обратной зависимости от диаметра труб, составляя от 5 до 25 мм на 1 м длины (т. е. 0,005—0,025), наибольший уклон не должен превышать 0,15, за исключением коротких ответвлений от приборов.

В современном жилом строительстве широко используются изготовленные на домостроительных комбинатах укрупненные санитарно-технические элементы — блоки и объемные кабины.

Санитарно-технический блок представляет собой конструктивный железобетонный элемент здания, в котором находятся трубы систем газоснабжения, водопровода (горячего и холодного) и канализации. Высота блока принимается обычно равной высоте этажа. Такие блоки последовательно устанавливаются в многоэтажном здании один над другим, обеспечивая прилегающие кухни и санитарные узлы газом и водой. Один из многочисленных типов санитарно-технических блоков показан на рис. 99. Блоки следует применять только при очень мягкой воде во избежание зарастания водопроводных труб и вследствие этого выхода их из строя. Замена трубы в блоке невозможна без его разрушения.

Более прогрессивная конструкция — объемная кабина заводского изготовления — представляет собой готовый санитарный узел, т. е. ванную (или душевую) комнату и уборную со всеми ограждениями и внутренней отделкой, трубопроводами, санитарными приборами вплоть до туалетной гарнитуры. В стенах кабины размещены вентиляционные и дымовые каналы и скрытая

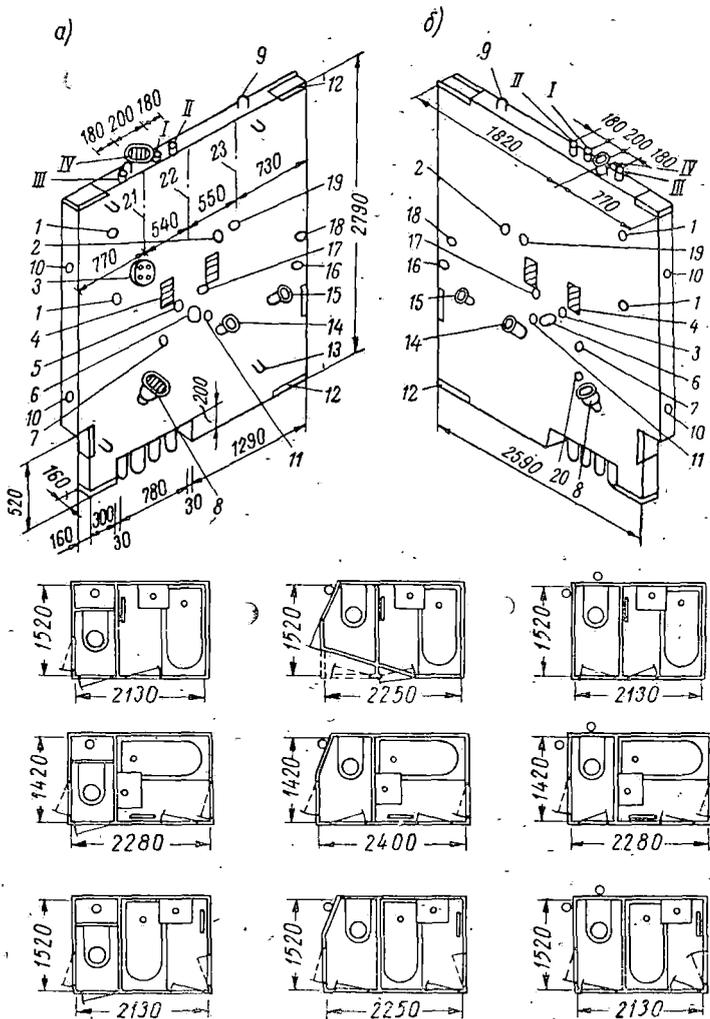


Рис. 99. Санитарно-технический блок и планы кабин санитарных узлов

a — правый фасад; *б* — левый фасад блока; 1 — стояк холодной воды; II — стояк горячей воды; III — циркуляционный стояк горячей воды; IV — канализационный стояк; 1 — присоединение полотенцесушителя; 2 — подводка холодной воды к смесителю; 3 — ревизия; 4 — деревянная пробка для крепления умывальника; 5 — подводка к запорному вентилю горячей воды; 6 — присоединение выпуска от умывальника; 7 — подводка к запорному вентилю холодной воды и бачку унитаза; 8 — присоединение выпуска от унитаза; 9 — петля для подъема блока при монтаже; 10 — деревянная пробка для крепления дверной коробки; 11 — присоединение выпуска холодной воды; 12 — закладная пластина для сварки; 13 — петля для подъема блока из опалубки; 14 — присоединение выпуска от ванны; 15 — присоединение выпуска от мойки; 16 — подводка холодной воды к смесителю мойки; 17 — подводка к запорному вентилю холодной воды; 18 — подводка горячей воды к смесителю мойки; 19 — подводка горячей воды к смесителю; 20 — подводка холодной воды к бачку унитаза; 21 — ось унитаза; 22 — ось умывальника; 23 — ось ванны; *в* — планы кабин санитарных узлов

электропроводка. В объемную санитарно-техническую кабину может быть включена и кухня с полным оборудованием.

После установки блоков или кабин на место производится соединение между собой труб, каналов и заделка мест соединения.

Блоки и объемные кабины изготавливаются для определенных планировочных решений санитарных узлов, некоторые из них приведены на рис. 99.

Диаметры трубы внутренней канализационной сети определяются в зависимости от количества обслуживаемых санитарных приборов и расхода сточной жидкости. За эквивалентный расход принимается количество сточной жидкости от одной раковины, равное 0,33 л/сек (превышающее в 1,65 раз водопроводный эквивалент).

Величины эквивалентов, нормы водоотведения, диаметры и уклоны отводных труб для санитарных приборов жилого дома приведены в табл. 9.

Таблица 9

Эквиваленты, нормы водоотведения и диаметры отводных труб наиболее распространенных типов приемников сточных вод

Приборы	Эквивалент	Водоотведение в л/сек	Диаметр отводной трубы в мм	Наименьший уклон отводной трубы
Раковина	1	0,33	50	0,025
Умывальник	0,2	0,07	40—50	0,02
Унитаз с бачком смывным	4,5	1,5	100	0,012
Ванна	2	0,67	50	0,02
Душ с трапом	0,6	0,2	50	0,025

Расчетное количество сточной жидкости на выпусках внутренних канализационных сетей жилых и общественных зданий определяется по формуле

$$q = q_v + q_{пр}$$

где q_v — расчетный расход в водопроводной сети здания в л/сек;

$q_{пр}$ — расчетный расход прибора с максимальной величиной водоотведения в л/сек.

Заполнение канализационных труб, отводящих хозяйственно-фекальные воды, принимается не более 80%.

Внутренняя дождевая канализация, т. е. отвод атмосферной воды с крыш, для ряда зданий обеспечивается устройством водоспусков — труб, укрепленных на наружных стенах. Для мно-

гопролетных промышленных зданий, зданий с плоскими кровлями и кровлями, имеющими уклон во внутреннюю сторону от наружных стен, отвод воды обычно осуществляется системой внутренних водостоков.

В такой системе дождевая и талая воды стекают по крыше к водосточным воронкам. В зависимости от интенсивности дождя на 400—600 м² площади крыши устанавливается одна воронка. Длина пути, который должна пройти вода, стекая к воронке, не должна превышать 48 м при наклонной кровле. Для таких кровель, а также плоских кровель, на которых не предусмотрено пребывание людей, применяются водосточные чугунные воронки шатрового типа. Воронка соединяется отводной трубой с водосточным стояком диаметром 150 мм. Стояки прокладываются вертикально и присоединяются к подпольной водосточной сети (рис. 100, а), которая имеет один или несколько самостоятельных выпусков в наружную сеть.

Открытые водосточные сети выполняются из чугунных или стальных труб, подпольная сборная сеть и коллекторы — из асбестоцементных, железобетонных или керамических труб с максимальным диаметром 600 мм. На отводных линиях и стояках устанавливаются ревизии и прочистки. На подпольной сети, прокладываемой с минимальной глубиной заложения 0,5—0,6 м, ставятся смотровые колодцы, размещаемые с учетом расположения производственного оборудования и трубопроводов другого назначения. Колодцы ставятся на прямых участках при взаимном расстоянии до 40—50 м, в местах изменения диаметров и уклонов труб, на поворотах и ответвлениях.

Внутренние водостоки жилых зданий устраиваются или с выпуском во внутренний дождевой коллектор, или при его отсутствии в открытый лоток, как и для обычных наружных водосточных труб (рис. 108, в). В последнем случае на отводящей трубе должен быть поставлен гидравлический затвор, предохраняющий зимой систему водостоков от поступления холодного воздуха. Диаметр стояков в жилых зданиях обычно не превышает 100 мм.

Сточные воды, выводимые из зданий, в ряде случаев не могут быть выпущены в наружную сеть без предварительной очистки от загрязнений. Для этого в здании или около него предусматриваются на выпуске местные очистные установки: решетки, песколовки, ловители горючих жидкостей, жирословители и отстойники для осветления сточных вод. Так, в автохозяйстве обязательна установка грязеотстойника и бензоуловителя, в фабрике-кухне или мясокомбинате неизбежно сооружение песколовки и жирословителя и т. д. Действие этих устройств предохраняет наружную канализационную сеть от большого количества осадков, позволяя выделить из производственных сточных вод ценные компоненты загрязнений, как, например,

жиры, которые после соответствующей обработки используются для технических нужд.

Наиболее часто применяемые в канализационной технике местные очистные устройства — песколовки, грязеотстойники, бензо-жироуловители — представляют собой проточные резер-

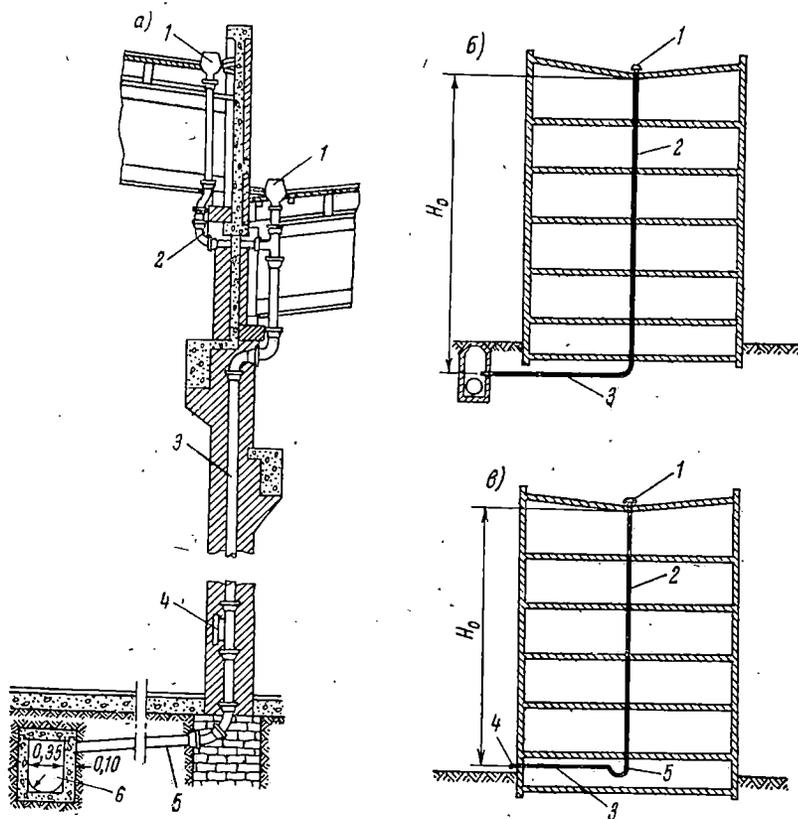


Рис. 100. Схемы водостоков

а — внутренние водостоки: 1 — водосточная воронка; 2 — отводящая труба; 3 — стояк; 4 — ревизия; 5 — подземная часть трубы; 6 — наружный водосток;
б — схема внутренних водостоков в жилых зданиях с выпуском в наружную водосточную сеть; *в* — схема внутренних водостоков с открытым выпуском: 1 — водосточная воронка; 2 — стояк; 3 — отводный трубопровод; 4 — открытый выпуск; 5 — гидравлический затвор

вуары, прямоугольные в плане, построенные из железобетона, бетона и кирпича (редко из металла). Из потока сточной воды, медленно движущейся в резервуаре в горизонтальном или вертикальном направлениях, выпадают, как и в пылеотстойной камере, под влиянием сил тяжести, опускаясь вниз, тяжелые при-

меси (песок, грязь) и всплывают вверх легкие вещества (жир, бензин, нефть и пр.). На рис. 101 показаны простейшие типы песколовки, грязеотстойника и жируловителя. Для получения необходимого эффекта очистки сточная вода должна проходить песколовку со скоростью $0,1-0,3$ м/сек, находясь в ней не менее

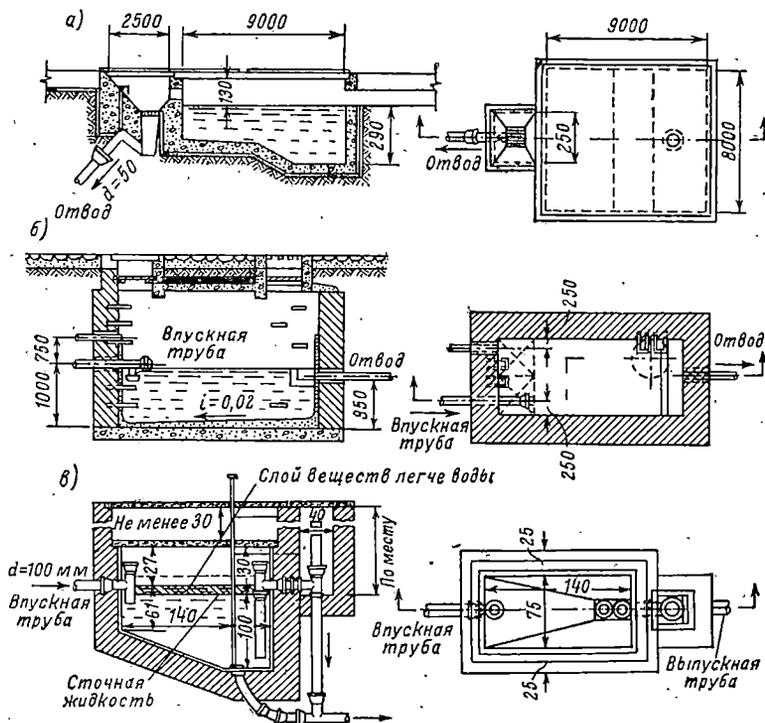


Рис 101. Местные очистные установки
 а — песколовка; б — грязеотстойник; в — жируловитель

30 сек. Время прохода стоков через грязеотстойник принимается 10—15 мин при скорости движения $0,003-0,005$ м/сек, для жируловителя скорость движения должна быть не более $0,005$ м/сек и т. д. Приведенные цифры позволяют определить длину соответствующего очистного устройства. Так, длина песколовки при скорости движения сточной воды $0,3$ м/сек должна составлять 9 м.

Если приемники сточных вод находятся ниже трубопроводов наружной канализационной сети (станции метро, подвалы), то необходимо устройство насосной станции для перекачки сточной жидкости с емким приемным резервуаром.

§ 29. Наружная канализационная сеть

Удаление сточных вод осуществляется общесплавной, раздельной или полураздельной системами канализации (рис. 102). Для крупных городов, отдельные районы которых различаются рельефом местности, плотностью и этажностью застройки, применяется комбинированная система канализации.

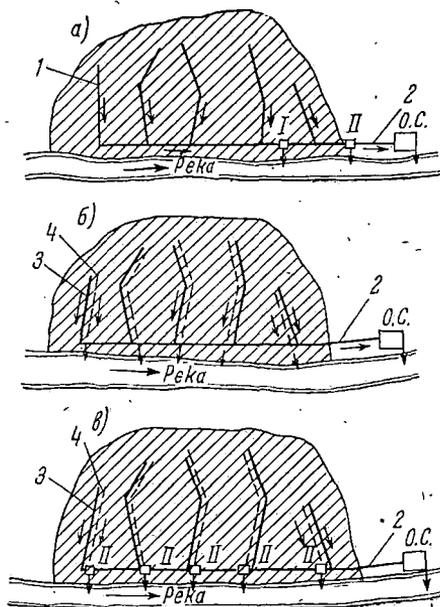


Рис. 102. Схема систем канализации
а — общесплавная; б — раздельная; в — полураздельная; I — ливневые выпуски; II — соединительные камеры; I — сеть хозяйственно-фекальных, производственных и атмосферных вод; 2 — береговой коллектор; 3 — сеть хозяйственно-фекальных и грязно-производственных вод; 4 — сеть атмосферных вод

Раздельные системы канализации — полная раздельная система — состоит из двух обособленных сетей труб и коллекторов: одна для отведения бытовых и производственных сточных вод, другая для отведения дождевых и условно чистых производственных вод. Первая сеть называется бытовой, вторая — ливневой или дождевой. Неполная раздельная система состоит из подземной сети, по которой отводятся только бытовые воды, а ливневые удаляются открытыми каналами.

Полураздельная система канализации, состоящая

* Канализационные линии диаметром до 250 мм, прокладываемые по улицам, называются уличной сетью, диаметром 300—400 мм — уличными магистралями, 500 мм и более — коллекторами.

также из двух сетей с соединительными камерами, позволяет автоматически сбрасывать первые потоки грязных дождевых вод в хозяйственно-фекальную сеть, а последующую массу ливневых вод направлять после механической очистки в водоем. Строительство канализации в населенных местах может проводиться в две очереди. Вначале строится неполная раздельная канализация, т. е. бытовая сеть, и устраиваются открытые канавы (лотки) для удаления дождевой воды. Позже сооружается вторая подземная сеть для отвода дождевых вод. В производственных предприятиях обе сети осуществляются одновременно.

Сточные воды, поступающие в наружную сеть, должны иметь температуру не выше 40°C , пройти в местных установках предварительную очистку от песка, грязи, жира, бензина и в отдельных случаях подвергнуться хлорированию (больницы и пр.). В канализацию запрещается сбрасывать ряд жидких и твердых загрязнений: смолы, уголь, щебень, золу, стружки, тряпки и бинты, битую посуду, кислоты и едкие щелочи в больших количествах, яды, осадки, образовавшиеся при обезвреживании радиоактивных сточных вод и т. д. Сплав домашнего мусора разрешается только после его измельчения Максимальный размер частиц мусора не должен превышать 10 мм. Сплав чистого снега по сети общесплавной и бытовой канализации допустим, если это не влияет отрицательно на процессы обезвреживания сточных вод.

Промышленные предприятия в ряде случаев должны иметь собственные канализационные системы, поскольку сбрасываемые ими сточные воды не всегда могут быть обезврежены на общих городских очистных сооружениях.

Выбор системы канализации производится после технико-экономического сравнения вариантов.

Линии канализационных труб необходимо трассировать таким образом, чтобы сточные воды отводились кратчайшим путем на очистные сооружения или в водоем. Сборные коллекторы отдельных канализационных площадей должны прокладываться в пониженной их части. Главный коллектор, в который впадают сборные коллекторы, прокладываются также по наиболее пониженным участкам территории. Сети должны трассироваться с учетом естественного уклона местности для уменьшения объема земляных работ.

При неблагоприятном рельефе местности сооружаются автоматически работающие главные насосные станции для перекачки всей массы сточных вод из магистрального самотечного коллектора на очистные сооружения. В насосной станции с приемным емким резервуаром сточной жидкости размещается машинное отделение с насосами, всасывающими и нагнетательными трубопроводами и прочими вспомогательными устройствами и оборудованием (рис. 103, а).

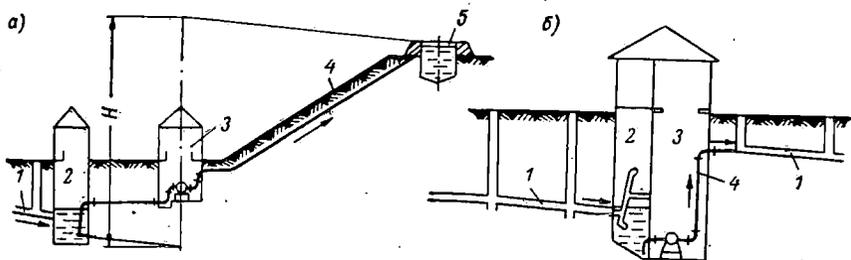


Рис. 103. Схема перекачки сточных вод

a — на очистные сооружения; *б* — из заглубленного коллектора в вышележащий; 1 — самотечный коллектор; 2 — приемный резервуар с решетками; 3 — машинное отделение; 4 — напорный водовод; 5 — очистные сооружения

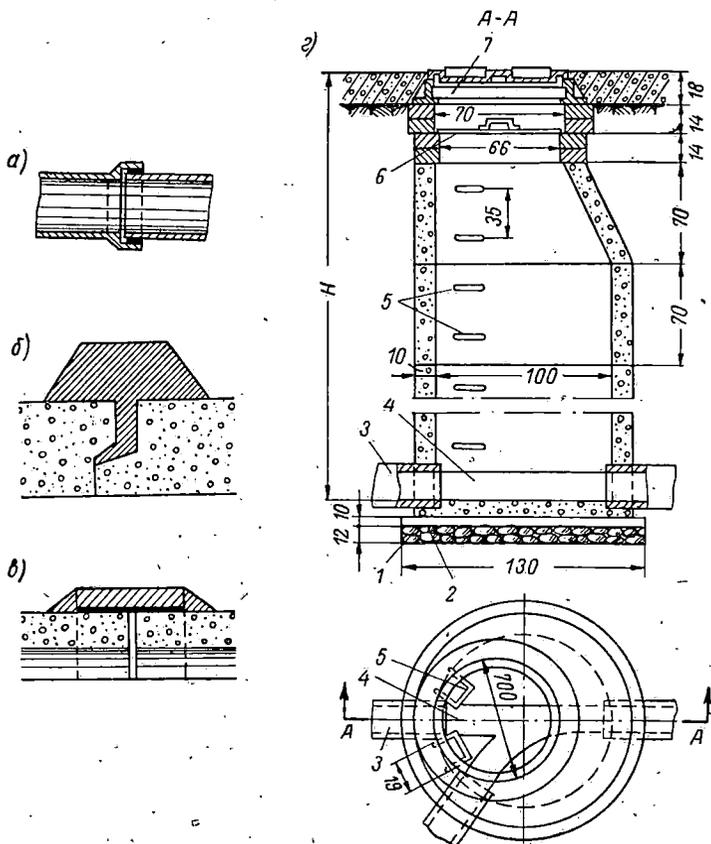


Рис. 104. Соединения канализационных труб и смотровой колодец
a — раструбный стык; *б* — фальцевое соединение с песком; *в* — соедине-
 ние с помощью муфты; *г* — круглый колодец из стандартных железобетон-
 ных элементов: 1 — подготовка; 2 — основание; 3 — труба; 4 — откры-
 тый лоток; 5 — скобы; 6 — нижняя крышка; 7 — люк с крышкой

Для городов с плоским рельефом местности во избежание очень большой глубины заложения (более 5—6 м) канализационных труб устраиваются районные насосные станции, перекачивающие сточную жидкость из коллектора с глубоким заложением в следующий участок коллектора мелкого заложения (рис. 103, б).

Наружные самотечные канализационные сети сооружаются из труб: керамических раструбных диаметром 125—600 мм, бетонных и железобетонных раструбных (300—2500 мм) и асбестоцементных с гладкими концами (50—500 мм). Соединение труб производится раструбным стыком, фальцевым соединением с пояском и с помощью муфты (рис. 104). Раструбный стык заделывается просмоленным канатиком и асфальтовой мастикой. Более жесткая заделка получается при замене мастики асбестоцементом или цементом. Фальцевые соединения заделываются мастикой или цементом.

Напорные внешние канализационные трубопроводы строятся из железобетонных, асбестоцементных, стальных и чугунных труб. Металлические трубы применяются также и при проходе под железнодорожными путями, в зыбких грунтах, при пересечении водоемов и т. д. Центральные коллекторы больших размеров круглого, прямоугольного и трапецеидального поперечного сечений сооружаются из железобетона, реже из кирпича. Форма сечения коллектора выбирается в зависимости от количества и свойств сточной жидкости, условий ее транспортирования, особенностей прокладки магистралей и т. д.

При укладке канализационных труб в скальных, водонасыщенных грунтах с просадочными свойствами и плывунах под трубы устраиваются основания: песчаные, щебеночные, бетонные и свайные. В плотных и сухих грунтах трубы укладываются непосредственно на дно траншеи в специально подготовленное ложе. При устройстве хозяйственно-фекальной канализации минимальный диаметр труб внутриквартальной сети принимается 150 мм, уличной — 200 мм. Для ливневой и общесплавной канализации берется соответственно 200 и 250 мм.

При отведении бытовых сточных вод диаметр трубы выбирается таким, чтобы было обеспечено наличие над текущей жидкостью свободного пространства, нужного для удаления вредных газов (вентиляции сети).

При отведении бытовых стоков глубина потока (расчетное наполнение) для труб диаметром 150—300 мм принимается 60% от диаметра трубы, для труб диаметром 350—450 мм расчетное наполнение повышается до 70% и т. д.

Трубы ливневой и общесплавной канализации рассчитываются на наполнение, равное 100%.

Наименьший уклон, обеспечивающий самотечное движение жидкости, допускается для канализационных магистралей,

отводящих бытовые стоки, и принимается 0,007 при диаметре 150 мм, и 0,05 — при диаметре 200 мм, понижаясь при увеличении диаметра.

Скорость движения сточной жидкости принимается равной самоочищающей, т. е. такой, чтобы выпавшие в сети взвешенные частицы сплавлялись вместе с водой и чтобы в то же время стенки труб преждевременно не изнашивались от истирания их твердыми частицами, увлекаемыми потоком. Для труб хозяйственно-фекальной канализации диаметром от 150 до 1200 мм скорость движения сточной воды принимается соответственно от 0,7 до 1,15 м/сек.

Расстояния в плане от канализационных труб до ближайших построек, сооружений и других инженерных сетей не являются произвольными и нормируются.

Наименьшая глубина укладки канализационных труб разрешается при диаметре их до 500 мм выше глубины промерзания на 0,3 м, считая от верха трубы до планировочной отметки дорожного покрытия или открытой поверхности земли.

Для контроля над действием канализационной сети и возможности прочистки труб на ней устанавливаются смотровые колодцы: в местах присоединений ответвлений; в местах, где изменяется направление канализационной линии, ее уклон или диаметр; на прямых участках. В последнем случае расстояние между колодцами составляет 50—150 м.

На рис. 104, б показан круглый в плане смотровый колодец, выполненный из стандартных сборных железобетонных элементов, применяемых и для устройства колодцев на наружных сетях водоснабжения. Колодцы такого типа устанавливаются на линиях диаметром до 500 мм. В пределах колодца труба не прокладывается, а заменяется открытым лотком, позволяющим контролировать течение жидкости.

При диаметре трубы более 500 мм применяются прямоугольные колодцы.

§ 30. Понятие об очистке сточных вод

В сточных водах в зависимости от их происхождения содержатся органические, неорганические (минеральные) и бактериальные загрязнения.

К органическим загрязнениям относятся выделения людей и животных, отбросы пищи, бумага, тряпки и т. п.

Неорганическими загрязнениями являются песок, растворы солей, щелочи, кислоты и т. д.

Бактериальные загрязнения состоят из плесневых, дрожжевых грибков, безвредных и болезнетворных бактерий и кишечных палочек. Наличие кишечной палочки свидетельствует о вероятности содержания в воде болезнетворных бактерий. К ним

относятся брюшнотифозные, дизентерийные бактерии, холерные вибрионы и т. п. Наличие загрязнений в сточной воде требует ее очистки и обезвреживания перед выпуском в водоем.

Очистка сточных вод производится механическим, механо-химическим и биологическим способами.

Механические способы применяются для задержания нерастворенных органических и минеральных веществ процеживанием сточной воды через решетки и сита и осаждением взвешенных примесей в песколовках и отстойниках.

Редко применяемые вследствие их высокой стоимости механо-химические способы заключаются в использовании химических растворов, которые, входя в реакцию с находящимися в воде растворенными и нерастворенными веществами, способствуют их осаждению, обесцвечиванию стока и его нейтрализации.

Биологические методы очистки основаны на использовании для минерализации органических загрязнений аэробных и анаэробных микроорганизмов. Аэробные микроорганизмы живут и размножаются при наличии свободного кислорода, а анаэробные — без доступа кислорода. Аэробные процессы очистки, происходящие при активном участии аэробных бактерий, заключаются в окислении органических веществ; в результате чего они подвергаются минерализации.

Анаэробные процессы, протекающие при активном участии анаэробных бактерий, сопровождаются выделением метана и других газов и заканчиваются также минерализацией органических веществ.

Минерализация является последним этапом, которым заканчивается процесс очистки сточной жидкости. Биологическая очистка может осуществляться в близких к естественным условиям и в созданных искусственно. К сооружениям, работающим в условиях близких к естественным, относятся поля орошения, поля фильтрации и биологические пруды. В искусственных условиях очистка проводится в специальных сооружениях — биофильтрах и аэротенках.

В биологических фильтрах вода проходит через фильтрационный слой (котельный шлак, щебень, гравий), соприкасается с воздухом, вследствие чего протекает аэробный процесс, обеспечивающий минерализацию находящихся в воде органических веществ. Далее в отстойнике осуществляется контакт хлора со сточной водой и как следствие этого — обеззараживание ее.

В аэротенках для ускорения процесса минерализации используется активный ил, хлопья которого содержат аэробные микроорганизмы, обеспечивающие быстрое окисление органических веществ при постоянном вдувании воздуха в воду.

На рис. 105 приведена схема простейшей биологической очистки сточных вод. Крупные взвешенные вещества задерживаются решеткой, а мелкие осаждаются в песколовке и

отстойнике. После отстойников вода направляется на поля орошения или на поля фильтрации, или в биологические пруды, в которых протекают аэробные процессы, и как следствие этого — минерализация органических веществ. Песок из песколовки периодически убирается и удаляется на свалки и засыпки низин. Осадок (ил) из отстойников поступает на открытые иловые площадки, где подсушивается и используется для удобрения.

Выбор способа очистки, состава и размеров очистных сооружений производится в зависимости от количества сточной жидкости, вида ее загрязнения и характера водоема.

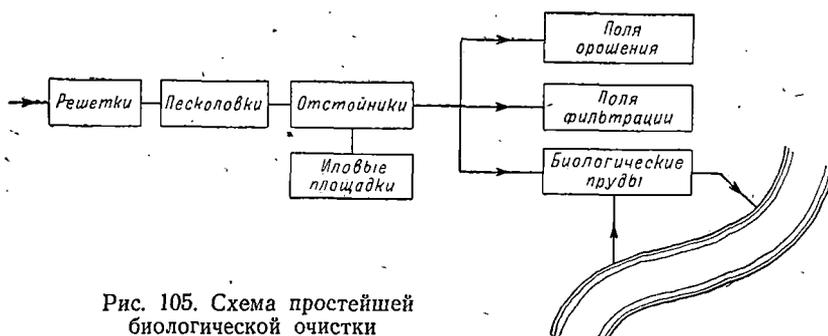


Рис. 105. Схема простейшей биологической очистки

Очистные сооружения следует располагать с подветренной стороны по отношению к ближайшей застроенной площадке. Участок, отведенный для очистных сооружений, должен находиться ниже водозаборных сооружений, считая по течению грунтовых или поверхностных вод. Санитарно-защитные разрывы между очистными сооружениями и кварталами населенного места или его производственными предприятиями составляют от 200 до 1000 м и назначаются в зависимости от характера сооружений и количества очищаемых сточных вод.

§ 31. Удаление мусора из зданий и с дворовых участков

Домовым, или бытовым, мусором называется смесь кухонных отходов, квартирного сора, бумаги, тряпья, консервных банок, битого стекла и т. д. В условиях большого города количество бытового мусора при организованном его сборе составляет от одного жителя около 200 кг/год. Объемный вес мусора близок к 500 кг/м³, влажность — к 50%.

Регулярное удаление мусора из домов осуществляется выносом его (в специальных ведрах) в контейнеры, стоящие на дворе, или сбросом его из квартир в сухие мусоропроводы, нашедшие у нас преимущественное применение. Мусоропроводы

надлежит устраивать в жилых зданиях, имеющих шесть и более этажей при отметке пола верхнего этажа над уровнем тротуара (или отмостки) 13 м и более.

Мусоропровод состоит из вертикального трубного ствола с приемными клапанами, короба очистки ствола, вытяжных труб

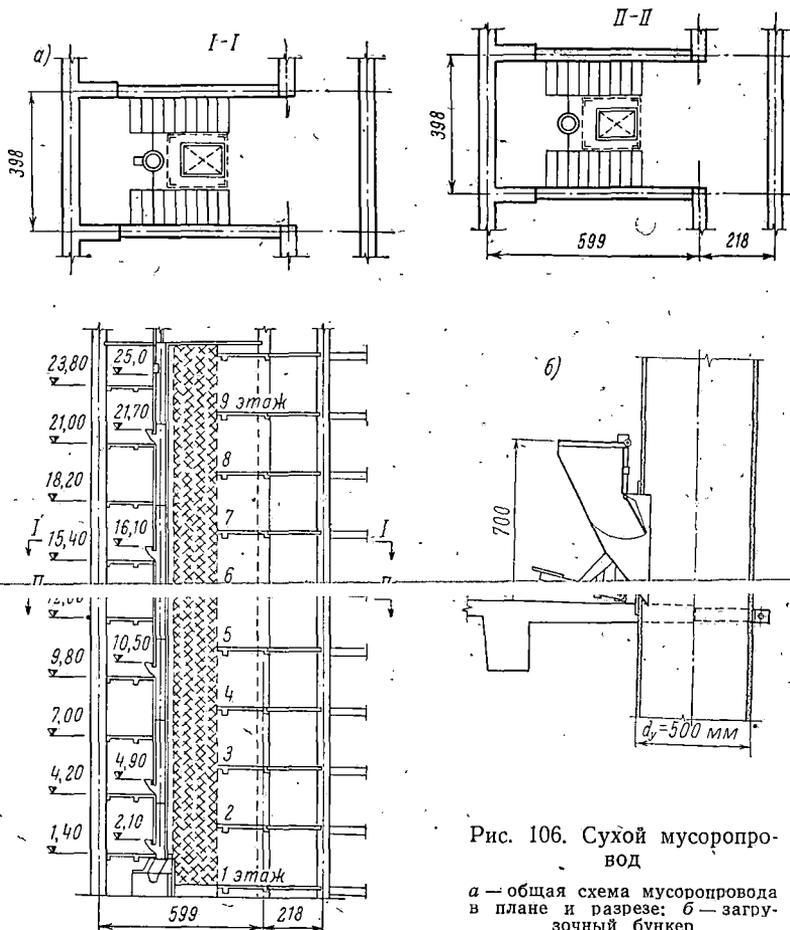


Рис. 106. Сухой мусоропровод

a — общая схема мусоропровода в плане и разрезе; *б* — загрузочный бункер

и мусоросборной камеры с бункером, установленной в подвальной этаже.

Ствол мусоропровода обычно выполняется из асбестоцементных или железобетонных труб диаметром 400 и 500 мм и блоков.

В одном из типовых решений ствол мусоропровода располагается в лестничной клетке между маршами, рядом с шахтой подъемника (рис. 106). Приемный клапан состоит из кожуха,

прикрепляемого к стволу хомутами и вращающегося в кожухе ковша, соединенного с выведенной из кожуха педалью. При нажатии на педаль вращающийся ковш открывает приемное отверстие кожуха и одновременно закрывает в кожухе отверстие, примыкающее к отверстию ствола. После загрузки мусора в кожух и освобождения педали ковш занимает первоначальное положение, крышка закрывает приемное отверстие клапана и мусор проваливается в ствол, а из него в мусороприемный бункер.

Промывка мусоропровода производится через окно на уровне верхней площадки лестничной клетки, куда подводится водопровод. Здесь же находится прочистное устройство, состоящее из катушки и ерша с гирей (в мусоропроводе).

Вентиляция мусоропровода — естественная с забором воздуха в мусороприемной камере. В помещении камеры для этого предусматривается отверстие с жалюзийной решеткой. Вентиляционная труба мусоропровода диаметром 300 мм выводится на крышу здания и заканчивается дефлектором, отметка низа которого должна быть на 1 м выше конька.

Помещение мусоропроводной камеры снабжается трапом для стока воды. Поверхность пола и стен камеры делается гладкой, водостойкой, легко промываемой. Помещение камеры изолируется от подвала, имея самостоятельный вход извне. Площадь камеры принимается равной 3—5 м², ее высота — в пределах 2,2—2,5 м.

Ежедневно очищаемый мусороприемный бункер емкостью до 1 м³ устанавливается в камере на высоте 0,85—0,9 м от пола (до дна).

Удаление собранного в здании и на дворах мусора производится мусоровозами различных типов. Мусор, вывезенный за пределы города на свалку, может быть переработан в удобрения (компостирование мусора) или частично сожжен в печах мусоросжигательной станции. Возможно удаление части мусора по канализационной сети после его измельчения дробилками, установленными во дворах или в специальных сортировочно-дробильных станциях. Этот метод мусороудаления у нас широкого применения не получил.

Следствием процессов, совершающихся в помещениях, является выделение пыли, частично удаляемой вытяжной вентиляцией. Остающаяся в помещении пыль, особенно при временном бездействии вентиляции, оседает на поверхности строительных ограждений, конструктивных элементов и оборудования. В некоторых производственных цехах количество пыли, осевшей за 1 ч, достигает 20 г на 1 м² горизонтальной поверхности. В общественных и коммунальных зданиях оно меньше в 40—50 раз.

Уборка пыли (разновидности бытового мусора) метлами и щетками малоэффективна. Уборка смыванием применима

только для пола и части стен лишь при положительных температурах воздуха. В этом случае обязательно наличие в помещении водопровода и трапов для приема загрязненной воды.

Более совершенной является система уборки пыли с помощью пылесосов или же стационарных пылесосных установок. Такие установки успешно работают во многих промышленных цехах и в крупных общественных зданиях — библиотеках (книгохранилищах), гостиницах и т. д., где процедура каждодневной обязательной уборки пыли иными способами не обеспечивает необходимых результатов и требует затраты слишком большого количества дорогого рабочего времени.

Стационарная центральная пылесосная установка представляет собой по принципиальной схеме вытяжную вентиляционную установку периодического действия. Она состоит обычно из вакуум-насоса, или центробежного вентилятора высокого давления с электродвигателем, и фильтра пылеотделителя, проходя через который воздух выходит наружу очищенным. К вентилятору подводится горизонтальная магистраль, объединяющая ряд вертикальных стояков — стальных труб диаметром 25—50 мм. На их концах и промежуточных ответвлениях, выводимых в помещения, устанавливаются герметические клапаны, открывающиеся при уборке помещений для присоединения резиновых армированных шлангов длиной 5—15 м, с щетками-пылеуловителями, удаляющими всю пыль с любой поверхности на любой высоте и отсасывающими мелкий мусор с пола. Такая установка позволяет очистить за 1 ч одним только приемником до 300 м² площади пола.

В зимнее время с дворовых участков должен удаляться снег. Снег, убранный с очищаемой территории механическим путем, или вывозится в специально для этого выделенные места (свалки), или после таяния в снеготаялках выводится в канализацию, или при соблюдении определенных условий удаляется без предварительного таяния сплавом по канализационной сети. В последнем варианте таяние снега происходит за счет теплосохранения сточных вод.

Уборка только что выпавшего снега — работа, легко поддающаяся механизации, удаление же уплотненного, слежавшегося снега со льдом или наледи возможно только вручную. При этом неизбежно разрушение ударами лома слоя асфальтового покрытия двора или тротуара, поскольку сила, разрушающая лед, равна силе, разрушающей асфальт.

Проблема снегоуборки тротуаров разрешается применением тепловой установки для таяния снега непосредственно на поверхности асфальтового покрытия. Такая установка осуществляется закладкой в слой бетонной подготовки под асфальтовое покрытие змеевика или регистра из труб диаметром 25—38 мм с расстоянием между отдельными трубами 0,15—0,30 м. В трубах

циркулирует незамерзающий при низкой температуре раствор хлористого кальция (возможны и иные теплоносители). В специальном теплообменнике (в теплоцентре здания) этот раствор подогревается теплоносителем, используемым в системе отопления дома. Тепловое включение системы змеевиков, замоналиченных в тротуарах, производится автоматически в начале снегопада. Система удаления снега таянием на месте не требует увеличения расчетной тепловой мощности системы отопления здания, поскольку снегопады чаще всего бывают при температурах, близких к 0°C . Такая установка была осуществлена в 1964 г. для тротуара у входа в здание Рижского автовокзала.

Возможны и иные конструктивные решения устройств для таяния снега, в частности подогревом тротуара горячим воздухом. Тогда тротуар устраивается из специальных ребристых бетонных или железобетонных плит, покрытых слоем асфальтобетона. Промежутки между ребрами образуют каналы для прохода воздуха — теплоносителя, обеспечивающего положительную температуру поверхности тротуара и следствие этого — таяние снега.

Воздушный подогрев действует эффективнее замоналиченных змеевиков, обеспечивая более равномерную температуру поверхности тротуара.

Таяние лежащего на тротуаре слоя снега требует расхода тепла на подогрев снега до 0° и его последующее плавление; таяние снега, падающего на еще чистую поверхность тротуара, обычно связано с дополнительным расходом тепла и на испарение талой воды.

В большинстве наших городов за зиму приходится удалять с 1 м^2 тротуара до 100 кг снега. Установки для его таяния непосредственно на поверхности тротуара позволяют освободить от тяжелой физической работы десятки тысяч человек при тех же денежных затратах; покрытие тротуара при этом оказывается значительно более долговечным.

Таяние снега как собранного на дворе, так и сброшенного с крыш экономичнее всего проводить в специальных снеготаялках — бетонных бункерах, закрытых съёмными щитами с греющими змеевиками, замоналиченными в дно бункера.

**ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОИЗВОДСТВО
САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ**

**§ 32. Основные принципы индустриализации
санитарно-технических работ**

Основой строительно-монтажных работ является индустриализация строительства, т. е. превращение его в механизированный процесс возведения зданий из крупноразмерных элементов заводского изготовления. Для этого главными условиями являются: комплексная механизация и автоматизация процессов, заводское изготовление конструктивных элементов здания и точные методы их монтажа на строительной площадке. Осуществление этих задач для типового строительства ведется на базе крупных производственных предприятий (домостроительных комбинатов — ДСК), выполняющих как изготовление крупно-сборных элементов, так и их монтаж.

Индустриальные методы производства уже давно ликвидировали сезонность в строительстве и обеспечили ведение в зимнее время основных видов строительных и специальных работ.

Индустриализация санитарно-технических работ заключается в отделении заготовительных работ от монтажных и перенесении их в условия промышленного производства. Большое значение при этом имеет увязка проектных решений с производством заготовительных и монтажных работ. Применение нормализованных деталей и типовых конструкций, а также унификация отдельных установок позволяют использовать все преимущества серийного заводского производства.

Индустриализация санитарно-технических работ и повышение степени монтажности систем происходит также за счет применения типовых строительных крупноразмерных деталей или блоков со встроенными в них элементами санитарно-технических устройств, поэтому объемно-планировочные и конструктивные решения направлены на широкое использование совмещенных конструкций.

К санитарно-техническим работам, осуществляемым в зданиях, относятся работы по устройству систем центрального

отопления, вентиляции, газоснабжения, внутреннего водопровода, горячего водоснабжения, канализации, а также оборудования отопительных котельных.

Удельный вес работ по монтажу санитарно-технических устройств в общем объеме строительно-монтажных работ составляет около 6%. При этом удельный вес каждого из видов санитарно-технических работ в общем объеме не является постоянным и колеблется в зависимости от назначения сооружения в широких пределах.

Так, за последние годы (1960—1965 гг.) можно привести следующие удельные объемы отдельных видов санитарно-технических работ, взятых в процентах к общему объему:

центральное отопление	29
внутренний водопровод, горячее водоснабжение и канализация	28
вентиляция	20
газоснабжение	8
наружные сети (дворовые и квартальные)	15
Итого	100

Санитарно-технические устройства монтируются на основании проектной и сметной документации.

При двухстадийном проектировании, что имеет место при проектировании санитарно-технических устройств, разрабатываются только проектное задание и рабочие чертежи. Однако в случае изготовления узлов, деталей и нестандартного оборудования в заготовительных предприятиях необходима дополнительная техническая документация, которая выполняется, как правило, в монтажной организации и носит название монтажного проекта.

Такой проект разрабатывается на основе рабочих строительных чертежей, планировки размещения технологического оборудования и увязывается с конструкциями, влияющими на размеры заготовки санитарно-технических устройств.

Как правило, монтажное проектирование ведется до начала строительства, и, таким образом, заготовка деталей и узлов санитарно-технических систем выполняется заранее. При этом необходимо, чтобы при производстве общестроительных работ отклонение натуральных размеров от проекта не превышало следующих пределов (в мм):

по высоте этажа	от ± 10 до ± 15
по расстоянию между осями оконных проемов	от ± 10 до ± 20
по отклонению осей отверстий в пере- крытиях для прохода трубопроводов от общей вертикальной оси	± 10

Монтажное проектирование ведется с учетом этих отклонений путем применения в отдельных частях системы специально удлиненных элементов (стаканчиков, длинных резьб), используемых для подгонки длин, осуществляемой в случае необходимости путем их подрезки.

Таким образом, благодаря учету отклонения размеров строительных конструкций путем введения компенсирующих элементов представляется возможным производить беззамерную заготовку на основе монтажного проекта.

Монтажный проект сводит всю техническую документацию к двум видам чертежей:

монтажной схеме для сборочных работ;

чертежам отдельных деталей с указанием их количества для заказа в центральной мастерской или монтажном заводе.

При нетиповом строительстве подготовка документации для централизованной заготовки производится в большинстве своем на основе замеров с натуры (замерная заготовка). Для этого на объекте строительства производится разбивка будущих санитарно-технических устройств. После этого замеряются необходимые длины и составляется эскиз, на основании которого производится заготовка системы. Замер производится только тех частей здания, от которых зависят размеры монтажных узлов. Работа по замерам и составлению эскизов осуществляется высококвалифицированными рабочими (замерщиками), находящимися в распоряжении монтажных организаций.

Кроме перечисленной документации, даются общие схемы и поэтажные планы, на которых размещается санитарно-техническое оборудование.

На одном экземпляре чертежей поэтажных планов указываются отверстия, их размеры, отметки и дается привязка к строительным конструкциям для прокладки трубопроводов. Одновременно с этим составляется перечень общестроительных работ, связанных с монтажом санитарно-технических систем: устройство каналов, борозд, траншей, фундаментов и площадок под оборудование, а также перегородок.

Строительство гражданских и промышленных зданий, а также производство специальных работ осуществляются преимущественно подрядными организациями, специализированными по отраслям строительства и видам работ: отделочным, санитарно-техническим, монтажу энергетического оборудования и др.

Все строительно-монтажные организации имеют трехступенчатую структуру управления.

Первой ступенью является трест, руководящий производственными управлениями и предприятиями; второй ступенью — строительно-монтажное управление (СМУ) или управление начальника работ (УНР), представляющие первичную строительную

организацию; третьей ступенью — монтажные участки, непосредственно ведущие все строительные и монтажные работы.

Монтажный участок возглавляется начальником участка или производителем работ, в распоряжении которого находятся мастера, руководящие бригадами рабочих.

Возведение зданий и сооружений индустриальным методом допускает одновременное производство отдельных видов работ.

Одновременное ведение общестроительных и специальных работ носит название параллельного метода и широко используется при многоэтажном кирпичном и блочном строительстве. Кроме параллельного, существует последовательный метод (панельное строительство), при котором производство санитарно-

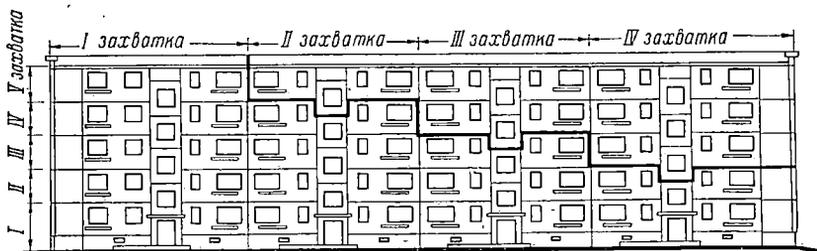


Рис. 107. Разбивка здания по захваткам

технических работ внутри здания допускается по правилам техники безопасности только после окончания основных строительных работ в одной секции. Это не относится к строительству зданий, где одновременное ведение работ обеспечивается совмещением в строительной конструкции санитарно-технических устройств (санитарно-технические кабины, панельное отопление, санитарно-технические блоки и др.). Последовательный способ ведения строительно-монтажных работ находит применение также в случае малоэтажного жилищного строительства, возведения небольших промышленных зданий и при капитальном ремонте зданий.

Наиболее прогрессивной формой производства работ при большом их объеме является поточный метод. Его сущность заключается в том, что весь объект строительства разбивается на отдельные части — захватки — примерно одинаковой трудоемкости. В свою очередь весь объем строительно-монтажных работ на одной захватке делится на отдельные процессы, последовательно выполняемые специализированными бригадами. При этом на каждой захватке выполняется одновременно только какой-либо один производственный процесс.

Таким образом, разбивка на захватки позволяет вести весь объект строительства в целом параллельным методом, а в пределах захватки — последовательным. За захватку может быть

принят один этаж многоэтажного здания при кирпичном и блочном строительстве, секция здания при панельном строительстве или небольшое повторяющееся несколько раз на строительной площадке однотипное здание.

На рис. 107 показаны возможные варианты деления многоэтажного здания на захватки: первый вариант — по вертикали (захватка — одна секция); второй вариант — по горизонтали (захватка — этаж). Жирной линией показана последовательность производства работ при вертикальном делении на захватки.

Равномерность движения бригад друг за другом достигается разбивкой фронта работ таким образом, чтобы затраты труда в каждой из них были одинаковыми.

Одной из важнейших задач индустриализации строительномонтажных работ является увеличение степени сборности здания и сооружений, достигаемое на основе укрупнения конструкций и деталей. Увеличение сборности обеспечивается широким внедрением укрупненных элементов несущих и ограждающих конструкций зданий и сооружений с смонтированными в них санитарно-техническими и электротехническими устройствами.

§ 33. Прокладка наружных трубопроводов систем тепло-газоснабжения, водоснабжения и канализации

Прокладка наружных сетей тепло-газоснабжения, водоснабжения и канализации представляет собой комплекс строительномонтажных процессов, состоящих из земляных, бетонных, плотничных, сварочно-монтажных, такелажных, изоляционных и транспортных работ. Все работы по прокладке подземных наружных сетей относятся к нулевому циклу; их поручают специальным строительномонтажным организациям, выполняющим все подземные работы. В отдельных случаях, когда газо- и теплопроводы прокладываются вне здания — по специальным опорам или по стенам на кронштейнах, то эти работы носят название надземной прокладки.

Подземная прокладка трубопроводов связана с производством земляных работ, составляющих значительный объем по отношению ко всем работам. В целях уменьшения трудозатрат при производстве земляных работ применяется совмещенная прокладка трубопроводов различного назначения в одной траншее. При этом объем земляных работ уменьшается в среднем до 40% по сравнению с вариантом отдельной прокладки. В последнее время стал широко применяться способ прокладки трубопроводов различного назначения в одном коллекторе.

Основным средством, обеспечивающим повышение производительности труда при производстве земляных работ, является

максимальное использование механизмов и приспособлений. Рытье траншей в условиях города производят одноковшовыми экскаваторами на пневматическом ходу с емкостью ковша не более $0,5 \text{ м}^3$ (обычно $0,15 \text{ м}^3$). Быстрота передвижения таких экскаваторов, возможность их прохода под арками проездов, использование их как бульдозеров, а при необходимости — в качестве подъемных кранов обеспечивают маневренное и эффективное их использование.

Траншея при разработке экскаватором должна оставаться несколько недокопанной, чтобы не нарушить плотности грунта — основания трубопровода, поэтому подравнивание и планировка дна траншеи осуществляются вручную.

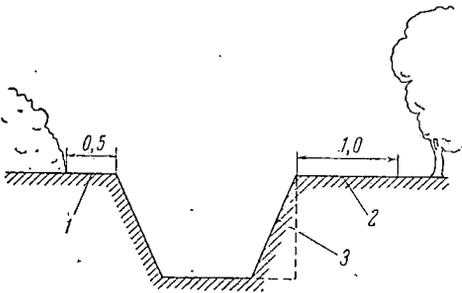


Рис. 108. Поперечный профиль траншей
1 — берма; 2 — бровка; 3 — откос

При прокладке трубопроводов в стесненных условиях населенного пункта вследствие ограничения площади для производства работ приходится делать траншеи с отвесными стенками, что возможно при условии применения специальных креплений.

Монтажными организациями для этого широко применяются инвентарные щитовые крепления с металлическими распорками, а также стальной шпунт специального профиля. Крепления стенок траншей выбираются в зависимости от состояния грунта, так, например, металлический шпунт применяется только в неустойчивых грунтах, обильно насыщенных водой.

На участках трассы, позволяющих обходиться без креплений, необходимо назначать крутизну откосов, обеспечивающую безопасность работы. Допустимая крутизна зависит от глубины выемки и влажности грунта и колеблется от $1 : 1,5$ до $1 : 1$. В зависимости от откоса и глубины заложения определяется поперечный профиль траншеи (рис. 108).

Основной способ прокладки тепловых сетей, который широко применяется во многих городах, — это канальная прокладка с изоляцией трубопроводов минеральной ватой или бесканальная — в железобетонных и асбестоцементных трубах (футлярах) с такой же теплоизоляцией.

В условиях густозастроенных городов оправдала себя бесканальная прокладка с монокрипной пенобетонной теплоизоляцией, выполненной в заводских условиях.

Для этого на очищенные от ржавчины трубы накладывается стальной проволочный каркас, после чего они устанавливаются

в стальную форму, заливаемую пенобетоном. После автоклавной обработки паром и последующей сушки армопенобетон покрывается гидроизоляцией. Изоляция наносится на всю трубу, за исключением концов, которые изолируются на месте укладки после сварки стыков пенобетонными скорлупами.

Следует отметить, что в настоящее время не устраивается тепловая изоляция обратных труб как при канальной, так и при бесканальной прокладке тепловых сетей, что значительно снижает стоимость строительного-монтажных работ.

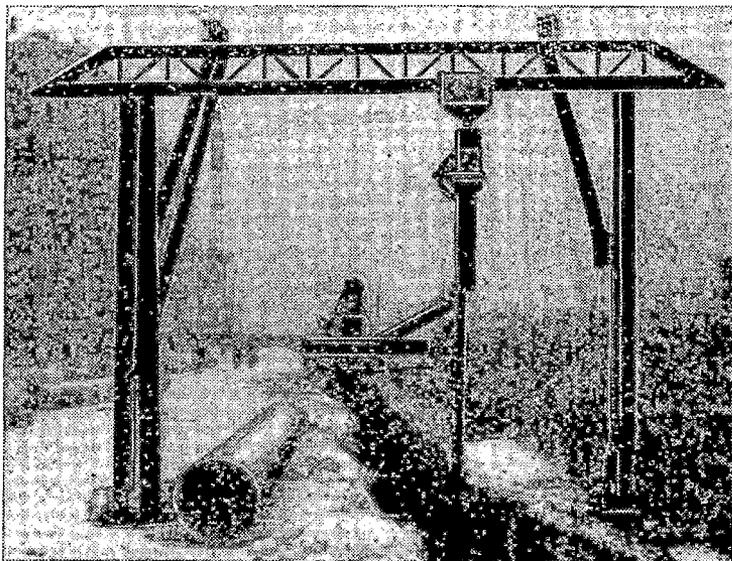


Рис. 109. Козловой кран

При укладке трубопроводов широко применяются монтажные ворота — козловые краны (рис. 109), которые передвигаются вдоль траншей и позволяют производить перемещение труб поперек траншеи как в горизонтальном, так и вертикальном направлениях. Кроме того, монтажные ворота используются для выдергивания шпунта после окончания укладки труб.

Теплопроводы при большой ширине траншей и значительном весе труб с теплоизоляцией укладываются автокранами грузоподъемностью 3,5 и 10 т.

Эти же краны используются и для укладки канализационных и водопроводных чугунных труб больших диаметров.

Так как основным видом соединения труб и узлов тепло- и газопроводов является сварка, то от ее качества зависят

нуля. Глубина заложения зависит от принятого уклона, протяженности участка и рельефа местности.

Для получения уклона на обноске устанавливают пришивные визирки по расчетным отметкам, определяемым с помощью нивелира. Затем ходовой визиркой соответствующей длины при совмещении в одну линию верхнего среза трех визирок определяют положение низа укладываемой трубы.

В комплекс сооружений газовых и тепловых сетей входят строительные конструкции из сборного железобетона, значительно индустриализирующие процесс производства работ.

Если на строительстве газопроводов применение железобетона не превышает в среднем 10 м^3 на 1 км газопровода (2—3% от общей стоимости работ), то на строительстве тепловых сетей использование его доходит до 650 м^3 на 1 км теплопровода (до 24% стоимости всех работ).

В сборном исполнении применяются укрупненные железобетонные конструкции колодцев, плиты для оснований камер распределительных сетей, каналов и неподвижных щитов опор.

При погрузочно-разгрузочных и монтажных операциях используются 5—10-т краны.

Стальные трубы, применяемые для наружных сетей, покрываются битумной гидроизоляцией: для газопровода — снаружи, для водопроводов — изнутри и снаружи.

Покрытие гидроизоляцией производится централизованным путем в заводских условиях и состоит из очистки труб от грязи и ржавчины, грунтовки праймером (раствор битума в бензине), нанесения битумной мастики в горячем состоянии (1—3 раза) и оклейки крафт-бумагой.

После испытания трубопроводов траншеи засыпаются. Как правило, прежде чем приступить к засыпке трубопроводов механизмами, надлежит произвести присыпку грунта на 10—20 см вручную. Это необходимо, чтобы предупредить при засыпке повреждение изоляции тепло- и газопроводов, керамических или асбестоцементных труб. Засыпка траншей производится бульдозерами или экскаваторами.

На рис. 112 показано устройство камеры в месте установки сальниковых компенсаторов теплосети: на рис. 113 изображена прокладка трубопроводов на опорах.

При устройстве трубопроводов под проезжей частью улицы со сложным подземным хозяйством для предотвращения нарушения движения транспорта применяется бестраншейная прокладка труб, которая может осуществляться преимущественно продавливанием или прокалом.

Эти способы заключаются в том, что грунт продавливают или прокалывают трубой-футляром с помощью гидравлических домкратов.

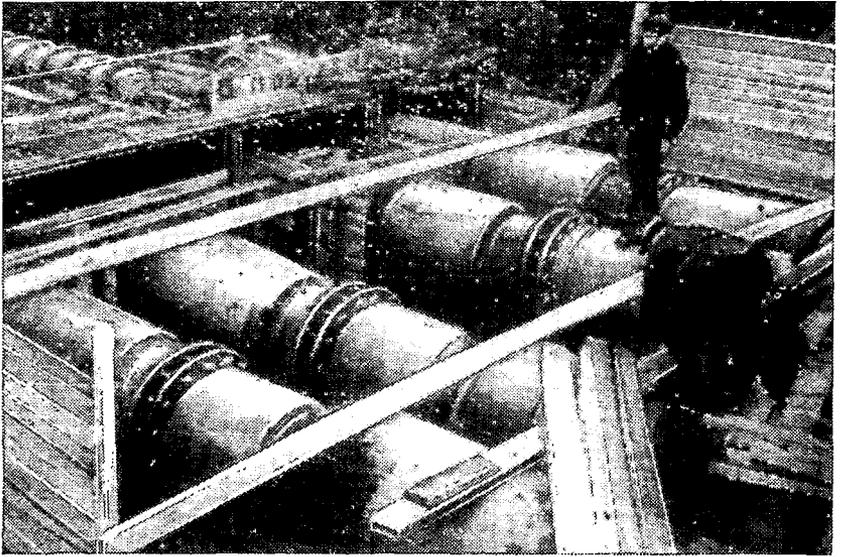


Рис. 112. Устройство камеры на теплотрассе

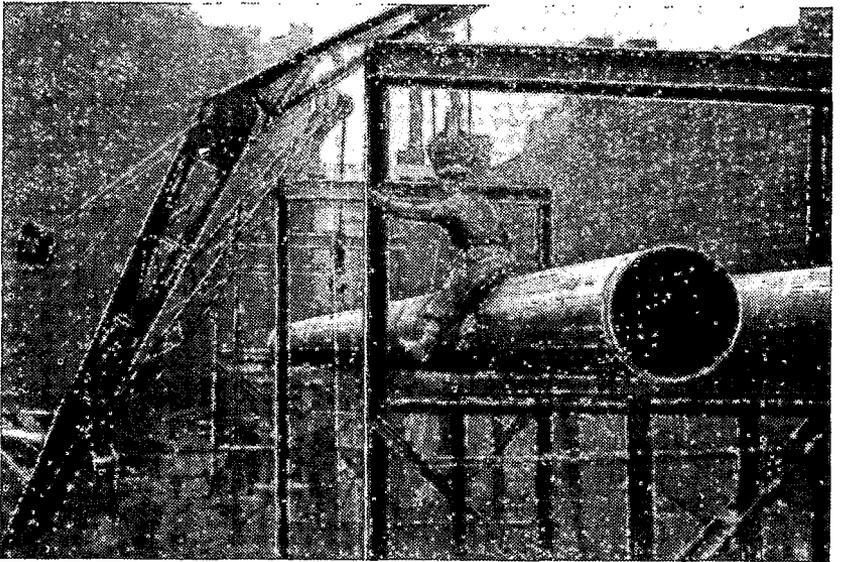


Рис. 113. Прокладка трубопроводов на опорах

После продавливания трубы-футляра через нее протаскивается основной трубопровод. Имеются и другие способы бесшланговой прокладки труб, как-то: способ горизонтального бурения, способ вибровакuumной проходки и т. п., но все эти способы не получили широкого распространения.

§ 34. Организация заготовительно-монтажных работ по устройству санитарно-технических систем здания

Весь процесс организации и производства работ по устройству санитарно-технических систем делится на четыре этапа.

Подготовительный этап состоит из подготовки технической документации для организации и производства заготовительных и монтажных работ.

Заготовительный этап предусматривает организацию централизованной заготовки монтажных узлов и деталей.

Сборочно-монтажный этап включает сборку укрупненных узлов и установку оборудования санитарно-технических систем на объекте.

Сдаточно-пусковой этап предусматривает испытание, наладку и сдачу в эксплуатацию санитарно-технических устройств.

Подготовительные работы по обеспечению технической документацией строительства санитарно-технических систем включают исполнение проекта производства работ.

Для разработки проекта производства работ исходными материалами при заданных календарных сроках начала и окончания отдельных этапов монтажа служат рабочие чертежи и монтажные проекты санитарно-технических устройств.

Для своевременной подготовки фронта работ составляется календарный план монтажа санитарно-технических устройств, который увязывается с графиком производства общестроительных работ. Этот график, носящий название совмещенного и изображающий процесс строительства в виде параллельных полос (лент), показан на рис. 114. Однако ему присущи недостатки, которые не позволяют решить некоторые задачи производственного управления.

Эти графики не отражают взаимосвязи между отдельными видами работ. Для технологической последовательности выполнения работ необходимо фиксировать результат каждого производственного процесса, который должен происходить по схеме «работа — результат — работа» и т. д. Любая работа обязательно должна заканчиваться результатом.

Метод планирования, построенный по схеме, отвечающей этому требованию, носит название сетевого и широко применяется в строительстве. При сетевом методе результат работы носит название «событие», например «кронштейны установлены»,

«стояки приложены» и т. д. В линейном же графике пишется «навеска радиаторов», «прокладка трубопроводов» и т. п. В сетевом графике «работа» связывает события в определенной последовательности. Она рассматривается не только как процесс, имеющий трудоемкость, но в некоторых случаях — и как пауза в процессе производства. Например, твердение бетона, хотя и не требует затраты сил, но длится в течение определенного промежутка времени. Руководствуясь наличными ресурсами, действующими нормативами и опытом, можно определить продолжительность (а не трудоемкость) той или иной работы.

При составлении сетевого графика применяются соответствующие условные обозначения: «событие» — в виде кружка с порядковым номером, «работа» — в виде стрелки.

Графическое изображение, моделирующее процесс, называется «сетью».

Составление сетевого графика начинается с перечня видов работ. В строгой технологической последовательности отдельные работы изображаются векторами со стрелками. Время для производства каждого вида работ в днях надписывается под вектором (рис. 115, а).

Последовательность работ в сети, заключающаяся в прохождении всех событий от начала до конца, называется «путем».

При этом путь, наиболее длинный по времени, носит название критического и изображается жирной линией.

Продолжительность всего строительства равна продолжительности критического пути. Очевидно, сокращение сроков строительства должно быть направлено на сокращение критического пути.

Для составления сетевого графика количество событий может быть многочисленно. При очень большом их количестве оценка времени и выявление критического пути требует применения специальной вычислительной техники.

Сетевой график составляется на весь объем строительства, при этом санитарно-технические работы входят в общую сеть небольшим участком (6—8%). Один из таких участков (фрагмент сетевого графика) представлен на рис. 115, б.

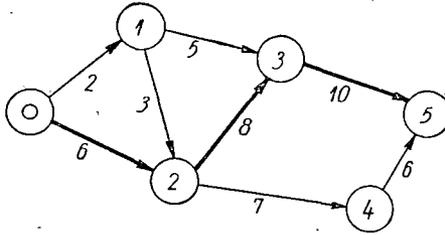
Индустриальные методы выполнения санитарно-технических работ невозможны без организации достаточно мощной и хорошо оснащенной производственной базы.

Организация заготовительного предприятия ведется с учетом преобладающего вида заготовки для тех или иных санитарно-технических систем. Так, заготовительные мастерские — заводы — в зависимости от специализации монтажной организации могут быть ограничены каким-либо одним цехом (трубозаготовительным, жестяницким) или иметь расширенную

Наименование работ	Сроки выполнения работ																	Примечания
	Рабочие дни																	
	1-3	4-6	7-9	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24	25-27	28-30	31-33	34-36	37-39					
Строительно-монтажные работы (надземная часть)	[Горизонтальная линия]																	
Внутренние санитарно-технические работы	[Горизонтальная линия]																	Работы по устройству вентиляции входят в комплекс строительно-монтажных работ
А. Трубопроводные работы в техническом подполье	[Горизонтальная линия]																	
Б. Установка нагревательных приборов, монтаж этажестоек, отопления, газоснабжения, соединения стояков кабин, гидравлические испытания систем	[Горизонтальная линия]																	
В. Установка моек и газ. плит, промывка систем водоснабжения	[Горизонтальная линия]																	
Г. Пуск отопления	[Горизонтальная линия]																	
Д. Изоляционные работы	[Горизонтальная линия]																	
Отделочные работы	[Горизонтальная линия]																	

Рис. 114. Совмещенный график производства общестроительных и санитарно-технических работ

а)



б)

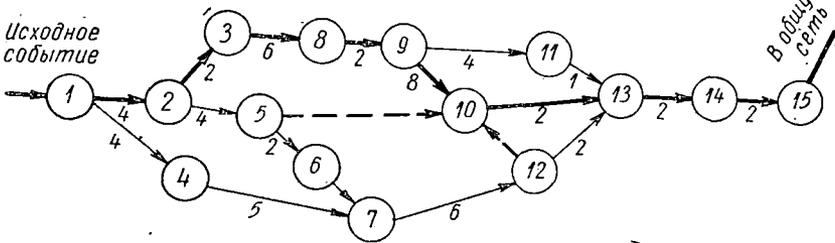


Рис. 115. Сетевые графики

а — общий график; б — график для санитарно-технических работ; 1 — проект выдан в производство; 2 — разметка системы закончена; 3 — сделан заказ на заготовку; 4 — нагревательные приборы доставлены; 5 — отверстия просверлены; 7 — приборы навешены; 8 — трубная заготовка изготовлена; 9 — заготовка доставлена на объект; 10 — стояки проложены; 11 — магистрали закончены; 12 — приборы присоединены; 13 — система испытана; 14 — тепловой центр смонтирован; 15 — система сдана в эксплуатацию

технологии, включая в свой состав литейные цеха, гальванические мастерские и пр. Обычно заготовительные предприятия имеют одни и те же цеха, в основном отличающиеся друг от друга производственной мощностью.

Технология отдельных цехов мало чем отличается от обычной технологии металлообрабатывающих предприятий, за исключением трубозаготовительного цеха, где благодаря специфичности производства имеется возможность применять поточно-операционный метод, характерный для серийного производства. Применение этого метода исключает возвратные и повторные движения деталей и позволяет более рационально использовать оборудование.

Направленность и мощность производственных предприятий определяется специализацией и структурой монтажной организации, которой они подчинены. Так, названия «участковые заготовительные мастерские» (УЗМ), «центральные заготовительные мастерские» (ЦЗМ) «монтажный завод» не только говорят о величине предприятия, но и указывают на административное подчинение их той или иной монтажной организации. Например, УЗМ создается обычно на отдельном монтажном участке, территориально оторванном от производственной базы, когда экономически выгоднее производство заготовки на месте, нежели транспортировка ее издалека; ЦЗМ является основной заготовительной базой УНР, а монтажный завод — базой санитарно-технического монтажного треста. Район обслуживания заводом строек при наличии хороших автомобильных дорог может быть экономически оправдан в радиусе до 300—350 км.

Для производства работ по монтажу санитарно-технических устройств составляются технологические карты на отдельные наиболее сложные процессы либо на отдельные виды работ.

Применение технологических карт при ведении монтажных работ делает их одним из важнейших средств устранения разнороб в методах и организации монтажных процессов. Вместе с тем технологические карты обеспечивают внедрение в строительство новой техники и передовых методов труда.

§ 35. Централизованная заготовка элементов санитарно-технических устройств

Для заказа на изготовление деталей и узлов или целых систем санитарно-технических устройств в заготовительных предприятиях составляются необходимые монтажные чертежи. Во время разработки санитарно-технические системы условно расчленяются на части, удобные для монтажа и транспортирования. Для систем центрального отопления такой частью служит этажестояк.

Основным элементом любой санитарно-технической системы является монтажный узел, который состоит из отдельных трубных деталей, соединенных между собой с помощью фасонных частей (фитингов) и арматуры или в некоторых случаях с применением сварки. Детали, изготавливаемые из труб, могут быть стандартными, типовыми и замерными. Стандартными называются такие трубные детали, которые могут заготавливаться обезличенно (впрок) и имеют постоянными форму и все размеры. Типовые детали характеризуются тем, что имеют постоянную форму, но основной (монтажный) размер у них различный. К замерным деталям относятся детали, носящие индивидуальный характер и требующие для изготовления все необходимые размеры, взятые с натуры.

Монтажный чертеж представляет собой исходный документ (рис. 116), в котором изображается стояк или другая часть системы, состоящая из узлов с указанием всех размеров, необходимых для их изготовления. В свою очередь, каждый узел расчленен на детали, которые изображены с необходимой для их изготовления подробностью. На чертеже указывают номера одинаковых стояков и дается привязка их к строительным конструкциям. На стояке показываются все фасонные части и арматура. Кроме необходимых размеров, для изготовления деталей на чертеже дается их количество. При изображении узлов приводятся строительные длины, т. е. расстояния между центрами фасонных частей, расположенных на концах трубных деталей. Монтажная длина меньше строительной и представляет собой действительную длину трубной детали без повернутой на нее фасонной части или арматуры (рис. 117).

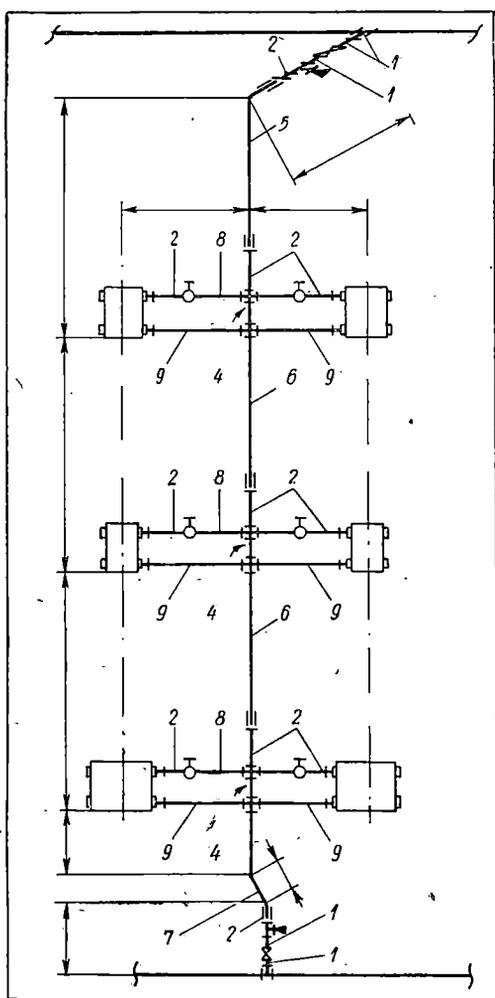
Для гнутых деталей, кроме монтажной длины, указывается заготовительная длина, представляющая собой полную длину прямых отрезков трубы, из которых будет изготовлена деталь.

Изделиями заготовительных предприятий являются предельно укрупненные узлы санитарно-технических систем. Узлом называется соединение нескольких деталей, характерным признаком которого является возможность его сборки обособленно от других элементов. На рис. 118 показан водомерный укрупненный узел (ввод), собранный в ЦЗМ.

Узлы и детали санитарно-технических систем должны быть технологичны при изготовлении, транспортабельны при перевозке, монтажны при сборке.

Технологичность заготовки систем характеризуется количеством стандартных и типовых деталей и узлов. Повторяемость размеров и типов узлов обеспечивает массовое или крупносерийное их производство.

Транспортабельность узлов и деталей санитарно-технических устройств — одно из главных требований, предъявляемых при конструктивной разработке систем.



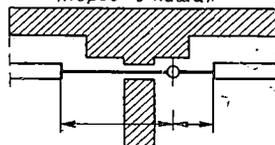
Стандартные детали

1	Бочонок
2	Сгон
3	Компенсирующий сгон
4	Закрывающий участок

Типовые детали

5	Соединение стояка с горячей магистралью
6	Стояк этажный
7	Соединение стояка с обратной магистралью
8	Подводка горячая к прибору
9	Подводка обратная к стояку от прибора

Монтажное положение радиаторов в нишах



Уклон подводов к радиаторам

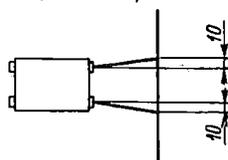


Рис. 116. Монтажный чертеж однотрубного стояка

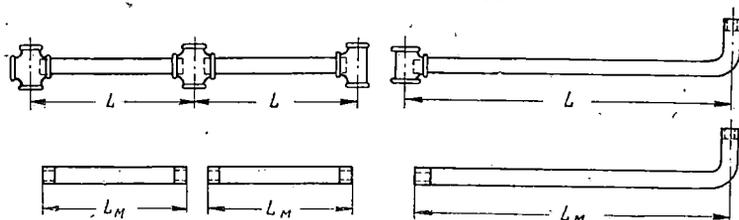


Рис. 117. Трубные детали

Монтажность узлов определяется количеством ручных операций при их сборке на объекте, число которых должно быть минимальным.

При любой технологии изготовления санитарно-технических систем четко различаются два этапа, а именно: заготовка деталей и сборка узлов.

Первый этап — заготовительный, он характеризуется широким применением механизмов и специальной оснастки, способную обеспечить высокую производительность труда и все преимущества массового производства.

Второй этап — сборочный. Он допускает применение ручного труда и не исключает пригоночных работ при сборке.

Процессы обработки труб и стали механизированы, некоторые операции выполняются на автоматических и полуавтоматических механизмах. Так, для нарезки труб применяются резьбонарезные станки, отличающиеся друг от друга некоторыми конструктивными особенностями резьбонарезных головок. Режущим инструментом в такой головке являются плашки. На рис. 119 изображен резьбонарезной станок.

В практике санитарно-технических работ применяются гнутые детали из труб. Для этой операции существуют различного типа станки и приспособления, изгибающие трубы в холодном состоянии. На рис. 120 изображен трубогибочный станок, сконструированный по принципу обкатывания трубы вокруг неподвижного ролика. Отрезка труб диаметром до 50 мм производится с помощью роликов на трубоотрезном станке.

Листовая сталь широко применяется для изготовления воздухопроводов промышленной вентиляции. Для ее обработки имеются всевозможные станки, выполняющие различные операции.

Например, для резки листа имеются ножницы гильотинные, вибрационные, роликовые и др. Для придания воздуховодам

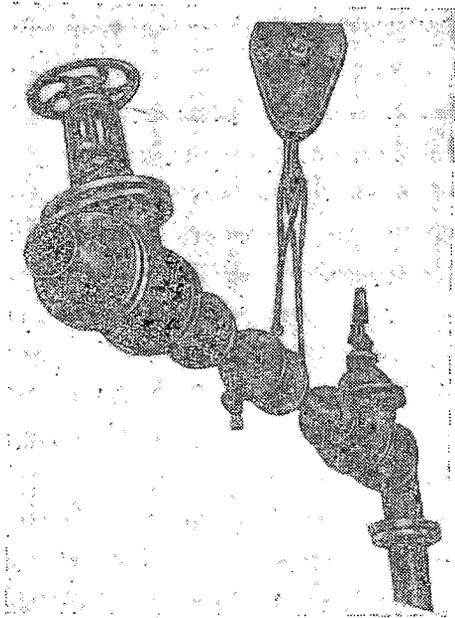


Рис. 118. Водомерный узел

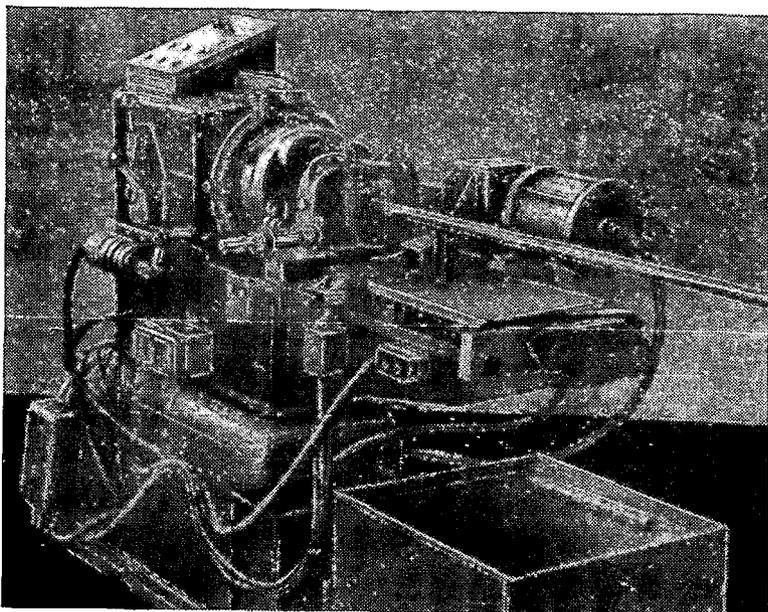


Рис. 119. Резьбонарезной станок

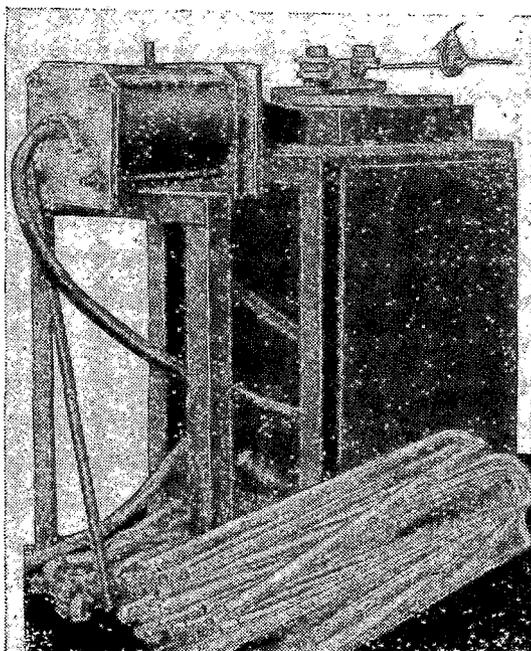


Рис. 120. Трубогибочный станок

объемной формы применяются вальцовки, листогибочные станки и др. (рис. 121). Изготовление замыкающего шва для соединения краев воздуховодов производится сначала на фальце-прокатном станке, а затем на фальцеосадочном. Кроме перечисленных, имеются еще другие машины и приспособления для различных операций по обработке труб и листовой стали.

На некоторых заготовительных заводах, кроме укрупненных узлов, изготавливаются пространственные санитарно-технические кабины (рис. 122). Поскольку при изготовлении кабин объем строительных работ превышает объем санитарно-технических, то, как показал опыт, более эффективным является их поточное производство на домостроительных комбинатах.

В настоящее время при заготовительных предприятиях существует участок по изготовлению вентиляционных воздуховодов и фасонных частей из листовых пластмасс. Пластмассы легко механически обрабатываются, свариваются и, нагретые до температуры 120—130°С, легко формуются.

Листовой винипласт нашел применение для изготовления вентиляционных воздуховодов как круглого, так и прямоугольного сечений. Соединение винипласта производится сваркой. Процесс сварки пластмасс аналогичен сварке металлов. Разница заключается в том, что открытое пламя заменено горячим воздухом с температурой 220—240°С. При этой температуре винипласт переходит в вязко-тягучее состояние и под некоторым давлением сваривается.

На рис. 123 показаны изделия для систем вентиляции, изготовленные из пластмассы.

Повышение уровня индустриализации строительства требует перехода к возведению полносборных зданий из крупноразмерных конструкций и элементов промышленного производства. На строительной площадке производится тогда только монтаж готовых предельно укрупненных элементов — узлов санитарно-технических устройств.

Централизованное изготовление изделий санитарно-технических систем позволяет организовать монтаж отдельных конструкций непосредственно с транспортных средств. Синхронность работы заготовительных заводов и строительной площадки требует, в свою очередь, внедрения контейнеров в транспортный процесс строительства.

Контейнерная доставка материалов и изделий на объект позволяет отказаться от приобъектных складов деталей, узлов и материалов, сократить срок монтажа санитарно-технических устройств и снизить стоимость строительства. Для экономической эффективности строительства контейнерные перевозки имеют огромное значение. Достаточно указать, что транспортные расходы по строительству санитарно-технических устройств составляют до 12% от общих затрат.

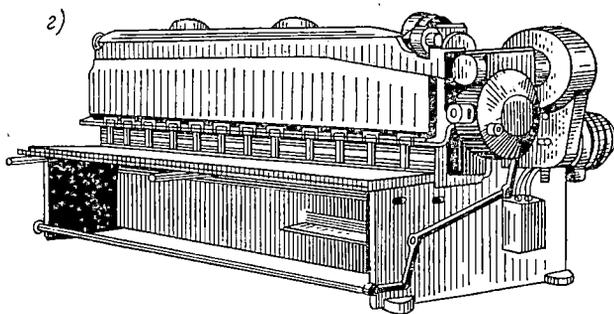
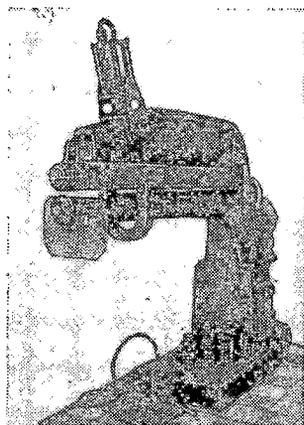
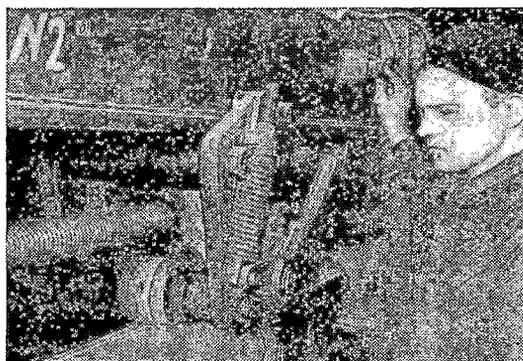
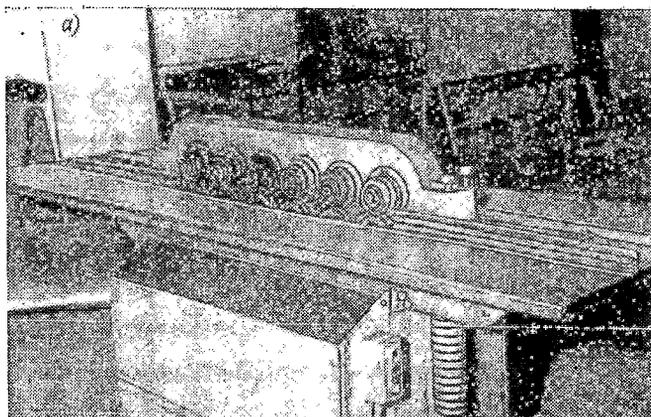


Рис. 121. Станки для изготовления вентиляционных воздуховодов
a — фальцегибочный; *б* — фальцесадочный; *в* — зиг-машина;
г — гильотинные ножницы

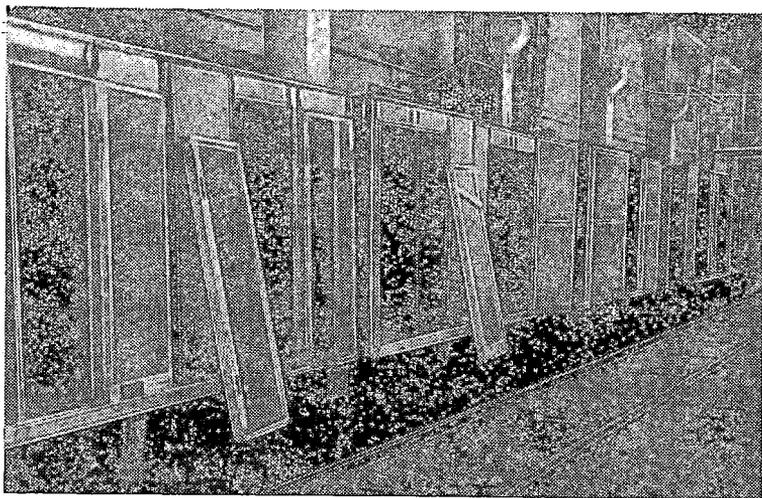


Рис. 122. Пространственные санитарно-технические кабины

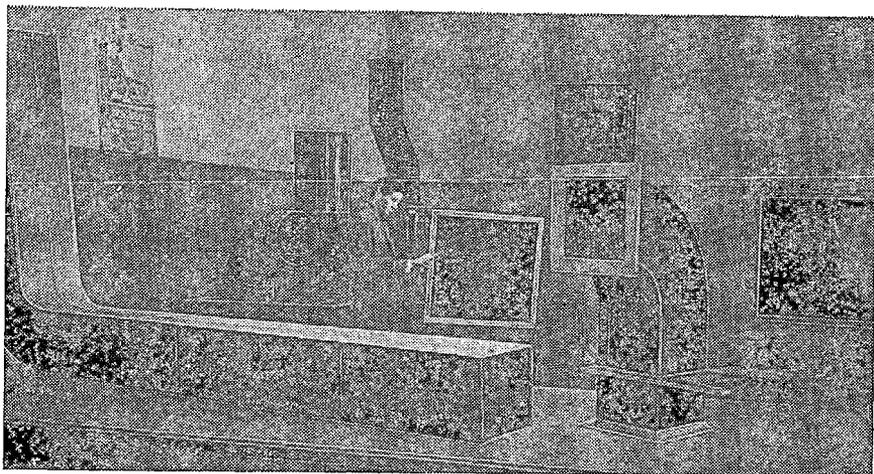


Рис. 123. Изделия из пластмасс для систем вентиляции

Применение контейнеров позволяет использовать оснастку и машины для погрузочно-разгрузочных работ и координировать горизонтальный транспорт с вертикальным, а также транспортный процесс с процессом производства.

Следует учитывать, что контейнеры не могут дать выгоду при транспортировании грузов, вес которых слишком велик для перегрузки вручную или слишком мал для использования машин периодического действия.

Для централизованных заготовок нашли широкое применение контейнеры, изображенные на рис. 124, представляющие собой

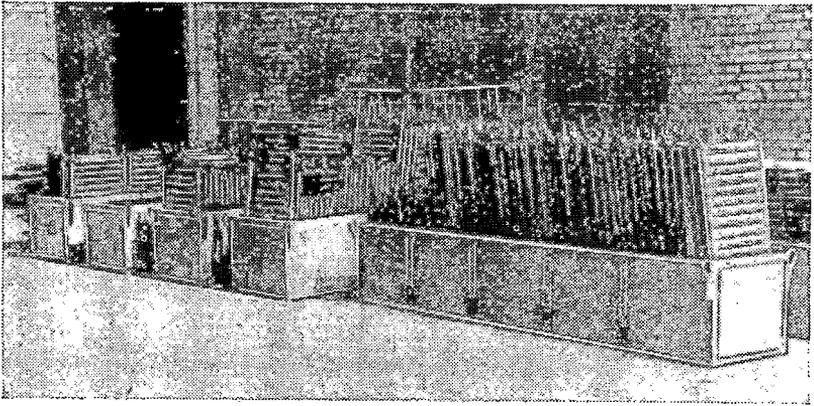


Рис. 124. Контейнеры для заготовок

металлическую конструкцию из уголкового стали 50×50 , обшитую стальным листом. Контейнер имеет размеры $2500 \times 1500 \times 700$ мм. Вес контейнера 350 кг. Контейнер предназначен для перевозки заготовок систем отопления, газоснабжения, холодного и горячего водопровода, а также для транспортирования мелкоштучных материалов.

Вес трубозаготовки, помещающейся в такой контейнер, составляет 1500—2000 кг; он загружается в цехе и доставляется на склад с помощью кран-балки.

§ 36. Монтаж санитарно-технических устройств зданий

К монтажным работам приступают при строительстве готовности объекта, т. е. наличии не менее двух перекрытий над местом работы при кирпичном строительстве, штукатурки мест установки оборудования, чистых полов или выноски их отметок на стены здания, а также наличии отверстий в строительных конструкциях для прохода труб.

Заготовленные в условиях мастерских или завода детали санитарно-технических систем собираются в транспортабельные узлы и отправляются на объект для монтажа. Каждая деталь или узел в зависимости от заказа имеют свою маркировку, в которой указывается объект, система и номер детали. На объекте проверяется правильность монтажных размеров деталей и их относительного расположения в установке и в случае необходимости делается подгонка отдельных элементов.

Размеры узлов ограничиваются грузоподъемностью механизмов и приспособлений, а также возможностью получения достаточно прочного узла, позволяющего избежать деформации при подъеме и установке на место.

Монтаж санитарно-технических систем и установка оборудования производится на основании привязок к строительным конструкциям монтируемых элементов. Совокупность размеров, определяющих положение данного элемента системы, относительно строительной конструкции носит название «монтажного положения». При монтаже систем правильность установки приборов проверяется уровнем и отвесом.

Для монтажных работ необходимо иметь набор инструмента для сборки трубопроводов и установки оборудования.

Набор состоит из личного инвентарного инструмента. К личному относится инструмент, который необходим для выполнения рабочих операций непосредственно на месте, а к инвентарному — главным образом при работе в мастерской. Так как набор инструментов для сборки систем необходимо иметь всегда с собой, рабочие пользуются для его переноски специальными удобными ящиками.

Нарезка труб производится клуппом, который в зависимости от количества режущих плашек бывает различной конструкции. Наибольшим распространением пользуется клупп с четырьмя режущими плашками, носящий название «дуплекс». Он приспособлен для нарезки водопроводных труб диаметром до 50 мм (2"). Для отрезки концов труб применяют ножовку или труборез. Режущей частью в ножовке является ножовочное полотно — пила, которая по мере износа подлежит замене. Резка труб труборезом производится с помощью сменных роликов. Ножовки находят более широкое применение, так как «рез» трубы получается более качественным. Для сборки деталей и узлов применяют трубные клещи различной конструкции. Они бывают одно-, двухрычажные и цепные, различаются по форме и размерам в зависимости от диаметра собираемых труб. Наиболее распространенными являются двухрычажные трубные клещи — шведки. Для сверления болтов при сборке фланцевых соединений, разборке и сборке арматуры и производства других аналогичных работ широко используются гаечные клещи.

Кроме того, в набор инструмента должны входить молоток, отвертки, зубило, складной метр и другие инструменты в зависимости от характера работы.

Наиболее трудоемкие работы выполняются механизированным инструментом, который относится к средствам малой механизации. Он заменяет или облегчает ручной труд в основном при монтажно-сборочных операциях.

Существуют разнообразные приспособления и механизмы для сверления и пробивки мелких отверстий в различных строительных конструкциях.

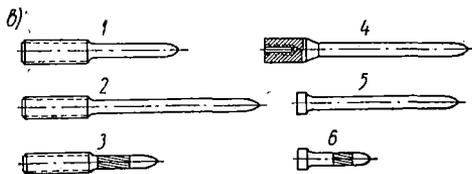
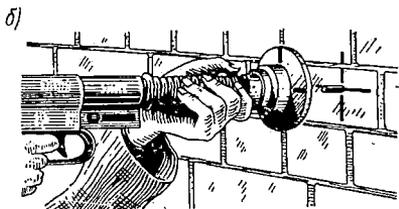
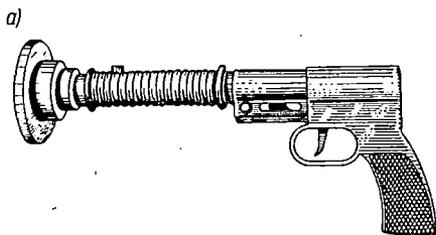


Рис. 125. Монтажный пистолет

a — общий вид; *b* — прием пользования пистолетом; *c* — дюбели: 1, 2, 3 — с нарезной резьбой; 4 — с внутренней резьбой; 5, 6 — гвоздевого типа

В зависимости от прочности материала и размера отверстий применяются те или иные инструменты, электросверлилки, электродрели и т. д.; нередко используются инструменты ударно-вращательного действия, что еще больше повышает производительность пробивных работ.

Постановка средств крепления при санитарно-технических работах выполняется путем заделки цементным раствором различных хомутиков, кронштейнов и скоб в предварительно пробитые или высверленные отверстия. В настоящее время получил широкое применение способ постановки средств крепления, основанный на забивке специальных дюбелей с помощью энергии пороховых газов. Для этого используется строительно-монтажный пистолет (рис. 125). Работа с пистолетом безопасна, так как специальная блокировка исключает возможность выстрела в воздух. Кроме того, на дуло одевается наконечник, предохраняющий рабочего от мелких осколков, выкрашивающихся при вбивании дюбеля.

Широко применяются механизмы, предназначенные для выполнения при помощи соответствующих инструментов и приспособлений ряда операций по заготовке санитарно-технических систем. Эти механизмы не нуждаются в постоянном фундаменте и, имея относительно небольшой вес (163 кг), могут

устанавливаться в любой построечной мастерской. Этим и объясняется название механизма — «постречный» (рис. 126).

Постречный механизм называется также универсальным, потому что его можно использовать для различных станков и приспособлений (лебедок, вальцовок, приспособлений для обработки сортовой стали и т. д.).

Как говорилось раньше, монтаж систем заключается в сборке отдельных узлов, состоящих из возможно большого количества пригнанных и собранных между собой и соединенных отдельных деталей.

Для монтажа узлов на высоте применяются вышки, леса и подъемники. Одна из конструкций подъемника, позволяющая

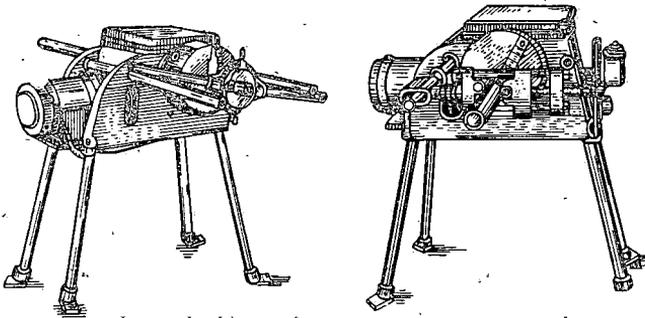


Рис. 126. Постречный механизм

подавать люльку с двумя рабочими на большую высоту и в сторону под любым углом, изображена на рис. 127.

Монтаж подводок к санитарным приборам ведется над полом, с тем чтобы уменьшить количество пробивок в перекрытиях и сделать более доступным осмотр труб. Однако в некоторых случаях приходится считаться с требованиями санитарного надзора и полностью закрывать все подводки к прибору, как это показано на рис. 128.

Системы центрального отопления состоят из часто повторяющихся конструктивных элементов (нагревательные приборы, трубные узлы и пр.), монтируемых в определенной поточной последовательности согласно технологическим картам (рис. 129). Их монтаж сводится к сборке трубных узлов, установке нагревательных приборов, оборудованию тепловых узлов — процессам, проводимым параллельно с общестроительными работами.

На строительную площадку детали трубопроводов поступают собранными в узлы и связанными в пакеты. Каждый пакет имеет бирку с указанием заказа, стояка и этажа. Радиаторы, как правило, доставляются в контейнерах или смонтированными на строительных панелях (рис. 130).

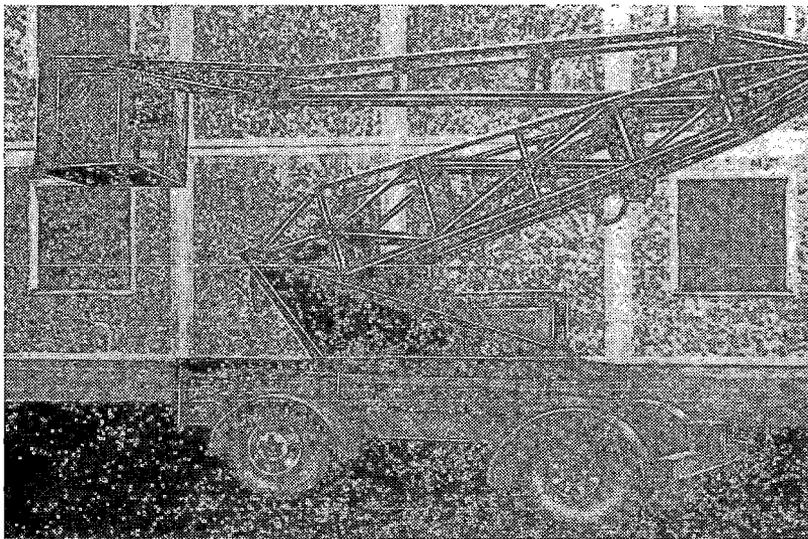


Рис. 127. Общий вид подъемника

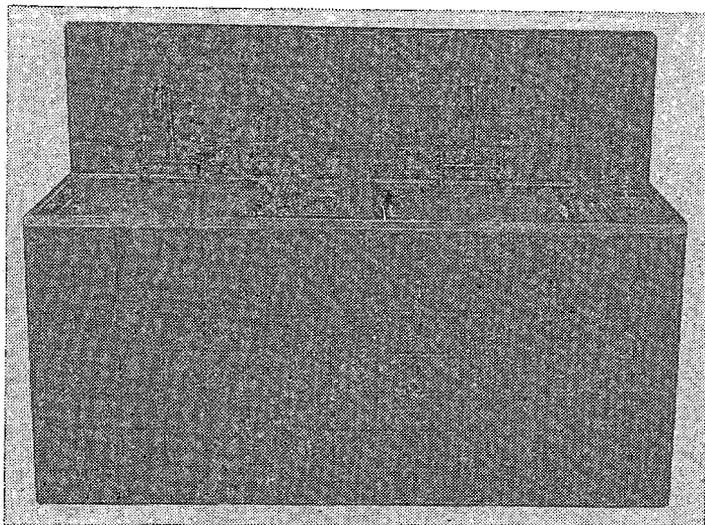


Рис. 128. Мойки с закрытой подводкой

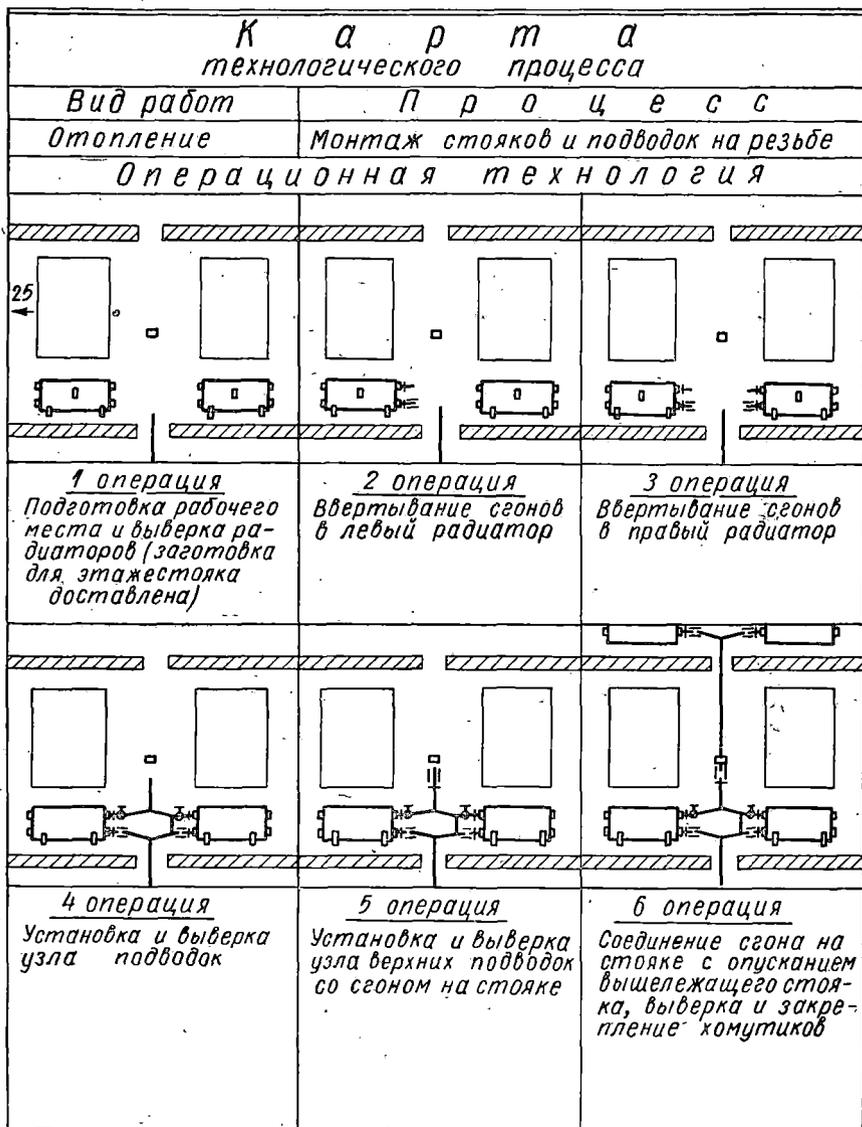


Рис. 129. Технологическая карта монтажа стояка и подводок к нагревательным приборам

Разметка мест установки нагревательных приборов состоит из сноски отметок уровня чистого пола и определения вертикальной оси расположения прибора, а также высоты крепления нижних кронштейнов. Переноску отметок, чистых полов производят с помощью рейки и уровня или шланга со стеклянными трубками. Последний способ более рациональный и заключается в том, что отметку чистого пола в виде черты на стене, полученную от строителей, совмещают с уровнем в стеклянных трубках соответствующим поднятием или опусканием их. Оставляя один конец неподвижным, другой отводят к месту установки прибора и по уровню воды в нем переносят отметку чистого пола.

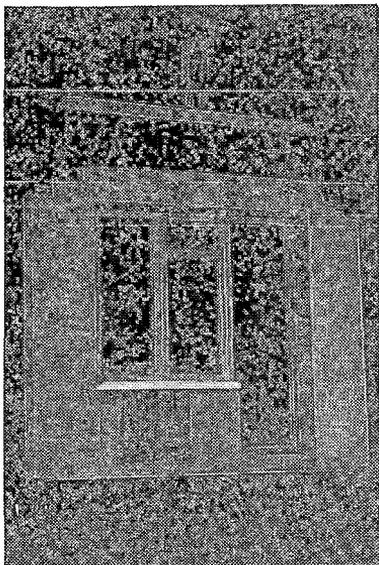


Рис. 130. Панель со смонтированным радиатором

Нагревательные приборы устанавливаются во всех случаях на расстоянии не менее 60 мм от пола, 50 мм от нижней поверхности подоконных досок и 25 мм от поверхности штукатурки.

Количество кронштейнов определяют из расчета один кронштейн на 1 м² поверхности нагрева, но не менее трех штук на один прибор.

На кирпичных стенах целесообразно укреплять радиаторы только на нижних кронштейнах, устанавливая при этом вместо верхнего кронштейна радиаторную

планку на $\frac{2}{3}$ высоты радиатора, так как при установке кронштейна верхний ряд кладки часто разрушается и укрепить кронштейн в этом случае затруднительно. После разметки приступают к сверловке отверстий специальными сверлами с победитовыми наконечниками. Размер отверстий под кронштейны необходимо делать глубиной не менее 110 мм и диаметром 25—27 мм. Шатание кронштейнов в гнезде после их установки устраняют подклинкой. Заделку кронштейнов производят обыкновенным цементным раствором (1 часть цемента и 3 части песка).

Бетонные отопительные панели устанавливаются одновременно с возведением строительных конструкций здания только после окончательной выверки. Затем перерезают с одной стороны подъемные петли и отгибают их для заделки в соседнюю панель или стену. Установив и навесив нагревательные приборы и панели, приступают к монтажу трубопроводов.

В последнее время в целях экономии металла для систем центрального отопления применяют электросварные трубы с толщиной стенки 2 мм. Монтаж из тонкостенных труб осуществляется при помощи сварки. При этом необходимо иметь сварные фасонные части взамен фитингов и требуется приварка отрезков водогазопроводной трубы с резьбой для образования соединения труб с арматурой.

Монтаж магистральных трубопроводов отопления выполняют в большинстве случаев на сварке. При этом трубопровод прокладывают с уклоном не менее 0,002 в сторону водоспускных устройств. Особое внимание уделяется средствам крепления, которые должны обеспечить свободное перемещение трубопроводов. Вертикальные трубопроводы — стояки при открытой проводке — крепятся хомутиками на расстоянии 35 мм от штукатурки до оси трубы. Магистральные трубопроводы по чердаку крепятся на подвесках, а в подвале — на кронштейнах.

Монтаж систем вентиляции состоит из установки оборудования и прокладки воздухопроводов из листовой стали или винилпласта, а также устройства асбестоцементных, шлакобетонных и шлакогипсовых воздухоотводов и каналов.

Заготовленные детали и узлы вентиляционных систем отправляются на объект для сборки и монтажа в отдельные вентиляционные установки. Для их комплектования каждая деталь или узел имеет свою маркировку, в которой указывается объект, система и номер детали.

Громоздкость отдельных деталей воздухоотводов, а также их малая механическая прочность не позволяют выпускать изделия в законченном виде для сборки на объекте, поэтому монтаж вентиляционных систем начинается (после контрольной раскладки) со сборки деталей в максимально укрупненные узлы. При этом в случае необходимости делается подгонка отдельных элементов.

Размеры узлов ограничиваются грузоподъемностью располагаемых механизмов и приспособлений, но в основном жесткостью узла, исключающей деформации при подъеме и установке на место.

Узел должен состоять из возможно большего количества отдельных пригнанных и собранных между собой и соединенных крепежом деталей, с тем чтобы свести к минимуму трудоемкую работу по сборке на высоте.

При подъеме узлов пользуются траверсами, чтобы не повредить соединений и не нарушить прочности воздухопроводов в целом.

Вследствие расположения воздухопроводов промышленной вентиляции на большой высоте монтаж их происходит со специальных лесов, вышек и других приспособлений (рис. 131).

Постановка на место средств крепления считается одной из самых трудоемких операций. В настоящее время широко пользуются для этого строительным монтажным пистолетом.

Воздуховоды крепятся на подвесках или кронштейнах различных типов в зависимости от места их установки. В первом случае устанавливают специальные планки с помощью дюбелей, работающих только на срез.

Во втором случае дюбеля, поддерживающие кронштейн, работают на выдергивание.

В тех случаях, когда прокладка воздуховодов производится по чердачным помещениям, надобность в средствах крепления

отпадает, так как они обычно укладываются по перекрытию на подкладках.

Отдельные узлы воздуховодов соединяются с помощью фланцев или бандажей.

В качестве прокладочного материала во фланцевом соединении применяются канатные пряди (пеньковые, асбестовые, с промазкой суриком) или кольца, склеенные из резиновых трубок.

Для малых диаметров воздуховодов могут быть

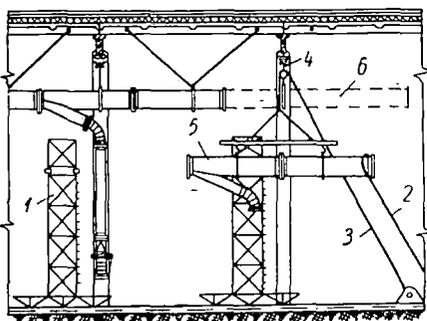


Рис. 131. Монтаж воздуховодов промышленной вентиляции

1 — вышка; 2 — оттяжка; 3 — трос; 4 — блок; 5 — собранный узел; 6 — место установки узла

использованы листовые материалы — резина или картон, вырезаемые в виде колец.

Устройство шлакогипсовых и шлакобетонных воздуховодов и каналов относится к общестроительным работам.

Установка вентиляционного оборудования (вентиляторы, электродвигатели, калориферы, фильтры) производится либо на монолитных бетонных фундаментах, либо на металлических конструкциях в виде рам, опор, кронштейнов и площадок.

Установка тяжелого оборудования на фундамент в стесненных помещениях производится накаткой, для чего, установив и укрепив лаги и подкладывая под низ оборудования концы труб, с помощью лебедки производят накатывание оборудования (рис. 132).

Положение оборудования в здании определяется привязкой его к строительным конструкциям и задается в проекте строительными размерами на плане до осей колонн и стен, а на разрезах — отметками до условного нуля. За условную нулевую поверхность принимается пол первого этажа.

Осевые линии в натуре фиксируются шнуром или стальной проволокой, натянутыми выше устанавливаемого оборудования. Сноска осевых линий на фундаменты производится при помощи отвесов.

В ряде случаев для уменьшения шума и устранения вибрации применяются виброизолирующие основания, представляющие собой металлическую раму или бетонную плиту, установленную на виброизоляторы с резиновыми или пружинными амортизаторами.

Если применением вибро- и звукоизолирующих оснований не удастся снизить шум, производимый установкой, то прибегают к установке дополнительных глушителей на воздуховодах.

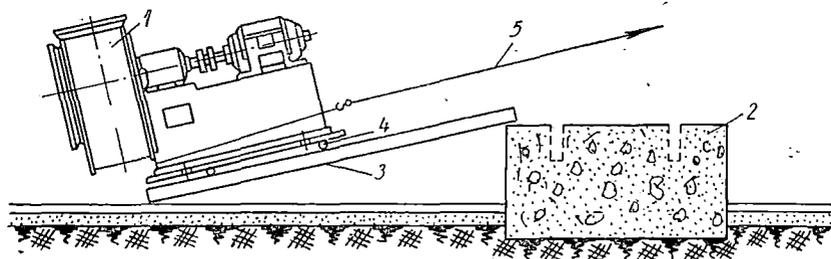


Рис. 132. Установка тяжелого оборудования на фундамент
1 — вентилятор; 2 — фундамент; 3 — лаги; 4 — катки; 5 — трос

Фундаменты устраиваются по рабочим чертежам и должны соответствовать устанавливаемому оборудованию. Это относится к основным размерам и размерам отверстий для анкерных болтов.

Монтаж плит или самого оборудования начинают с установки их на анкерные болты, введенные в отверстия фундамента. Для выверки горизонтальности применяют металлические подкладки и клинья.

Горизонтальность устанавливаемого оборудования проверяется посредством уровня и поверочной линейки. Подбивкой или отдачей клиньев добиваются необходимой горизонтальности. После выверки производят подливку фундамента цементным раствором состава 1:2.

Установка электродвигателя на отдельном фундаменте производится с предварительным закреплением его на раме или на салазках. Вначале к электродвигателю крепят салазки, а затем он устанавливается на фундамент. Пользуясь металлическими инвентарными подкладками и клиньями, ему придают горизонтальное положение, сверяют параллельность валов с вентилятором, делают пробный запуск и, наконец, производят подливку салазок и заливку анкерных болтов.

При установке вентиляторов и моторов необходимо, чтобы их валы были строго горизонтальны, а плоские стенки кожухов центробежных вентиляторов строго вертикальны.

В ряде случаев вентиляторы и электродвигатели устанавливаются на виброизолирующие основания, представляющие собой металлическую конструкцию или железобетонную плиту, установленную на виброизоляторах. Изготовление железобетонной плиты обычно производится на месте с последующим подъемом ее домкратами на высоту, необходимую для установки под нее виброизоляторов.

Монтаж систем холодного и горячего водоснабжения состоит в основном в прокладке трубопроводов, сборке узлов из оцинкованных труб и установке запорной и водоразборной арматуры.

В подвале дома из готовых узлов и деталей собирают водомерный узел и магистрали с запорной арматурой.

Стояки и подводки монтируют в следующей последовательности. Вначале прокладывают стояки из ранее заготовленных узлов, а затем подключают горизонтальные подводящие трубопроводы. Узлы оцинкованных трубопроводов соединяют только на резьбе, а чугунные трубы внутри здания — на фланцах. Расстояние от стен до неизолированных стояков и горизонтальных трубопроводов (если прокладывают открыто) должно составлять при диаметре труб до $1\frac{1}{4}''$ —35 мм и при диаметре труб свыше $1\frac{1}{4}''$ —50 мм с допуском отклонением 5 мм, считая от оси трубы до поверхности штукатурки или облицовки. При прокладке в бороздах или шахтах трубопроводы не должны примыкать вплотную к поверхности строительных конструкций.

Не допускается прокладка водопроводных труб в дымовых и вентиляционных каналах.

Водоразборные краны устанавливают на 0,25 м выше бортов раковины и на 0,2 м выше бортов моек и умывальников, считая от борта до горизонтальной оси крана. Эта арматура в банях и смесители у ванн устанавливаются на высоте 0,8 м, а в душевых кабинах — на высоте 1 м от пола. Отклонения от указанных размеров допускаются в пределах 15 мм. Душевые сетки оборудуют на высоте 2,15—2,2 м от низа сетки до пола.

Монтаж внутренней канализации заключается в установке санитарно-технических приборов и прокладке чугунных или полиэтиленовых труб. Раструбы чугунных канализационных труб заделывают просмоленной пеньковой прядью с последующей зачеканкой увлажненной массой асбестоцемента или цемента. Заделка делается на глубину 20 мм.

При прокладке канализационных труб раструбы направляют против движения сточных вод. Стояки монтируют строго

по отвесу, а отводные линии должны быть с уклоном порядка 0,01, но не выше 0,15. Сборку канализационных стояков ведут снизу вверх по мере возведения зданий.

Прокладка трубопроводов канализационной сети предусматривает установку ревизий — прочисток для ликвидации засоров.

Санитарные приборы, за исключением ванн, устанавливаются горизонтально в соответствии с их монтажным положением. Дно ванны должно иметь уклон, обеспечивающий сток воды.

Установка унитазов на цементные полы производится на заделанные в полы деревянные доски (тафты), вырезанные по форме основания унитаза. Для выпускного патрубка унитаза в тафте должно быть вырезано отверстие. Для унитазов с косым выпуском применяются тафты без выреза.

Унитаз крепят к тафте шурупами и, чтобы не повредить фаянс, под шляпку шурупа прокладывают резиновые шайбы. Однако можно крепление унитазов производить с помощью дюбелей, вставляемых в отверстия, просверленные для этой цели в цементном полу. Под унитаз при этом прокладывается листовая резина с отверстием для пропуска патрубка.

Смывные бачки устанавливают на высоте 1800 мм от пола на одной оси с унитазом и крепят их к стене крючьями, дюбелями или на кронштейнах в зависимости от типа бачков. Соединение с унитазом делается посредством смывной трубы, снабженной специальной резиновой муфтой (манжетой), закрепляемой на унитазе и трубе проволокой.

Установка фаянсовых писсуаров производится на разной высоте в зависимости от назначения помещения. Писсуары укрепляются к стене шурупами на пробках или дюбелях. К канализационной трубе писсуары присоединяются посредством сифонов.

Монтаж фаянсовых умывальников заключается в установке их на высоте 0,8 м от пола (за исключением детских учреждений) на кронштейнах, прикрепляемых к стене шурупами. С канализационными трубами умывальники соединяют посредством сифонов. При установке выпуска в месте соединения металлических частей с фаянсом помещают резиновые прокладки.

Монтаж чугунных моек ведется на кронштейнах, прикрепляемых к стене шурупами, причем каждое отделение мойки снабжается самостоятельным выпуском, закрываемым пробкой. При монтаже моек в общественных столовых между выпуском из мойки и сифоном оставляют воздушный разрыв, чтобы загрязненные воды не могли попасть в мойку в случае засорения канализации. Чугунные эмалированные раковины устанавливают на высоте 0,85 м, и монтаж их не отличается от монтажа моек.

Трапы устанавливают для приема сточных вод в наиболее низкой части водонепроницаемых полов следующих помещений: душевых, общественных уборных, ванных комнат и др. Верх

решетки трапа заделывается заподлицо с чистым полом. При этом полу придают необходимый уклон в сторону трапа порядка 0,01—0,02.

Системы газоснабжения зданий так же, как и другие санитарно-технические системы, монтируются из отдельных соединяемых между собой на резьбе узлов трубопровода, изготовленных в мастерских. Монтаж начинают с устройства газового ввода в здание, который размещают в лестничных клетках.

Ввод в подвальное помещение устраивают только в случае, если подвал хорошо проветривается и его высота не менее 1,7 м, затем приступают к прокладке стояков по лестничным клеткам открытой проводкой. Согласно техническим правилам трубы должны отстоять от стены на расстоянии 10—15 мм. Сквозь перекрытия трубы пропускают через гильзы, изготовленные из отрезков труб большего диаметра или кровельной стали. Чтобы в пространство между трубой и гильзой не попали грязь и вода, надо гильзу делать с выступом на 20 мм выше отметки чистого пола. Расстояние между манжетой и трубой заделывают просмоленной паклей.

На ответвлениях от стояка в квартиры устанавливаются натяжные бронзовые или комбинированные пробочные краны.

Пробочные краны, устанавливаемые на газопроводе, имеют выступы, препятствующие повороту пробки на угол более чем 90°. Краны устанавливаются (осью пробки) параллельно поверхности стены.

В качестве средств крепления применяют крючья, подвески и хомуты, устанавливаемые для труб диаметром до 25 мм через 3 м и для труб свыше 25 мм — через 4 м. Приборы устанавливают согласно монтажным положениям.

Плиты устанавливают горизонтально, при этом все ножки должны опираться на пол. Расстояние между плитой и стеной должно быть не менее 50 мм. При установке плит у неоштукатуренной деревянной стены необходимо участок стены возле плиты изолировать асбестовым картоном и кровельной сталью. Изолированная поверхность должна быть больше плиты не менее чем на 100 мм в стороны и выступать над ее верхом не менее чем на 800 мм. Монтаж водонагревателя у ванн ведется со стороны выпуска на высоте, обеспечивающей расстояние от оси подводящей газовой трубы до пола 1080 мм. Водонагреватель крепится скобами, заделываемыми в стену. Отвод продуктов сгорания от водонагревателя обеспечивается дымовой трубой из кровельной стали. Вертикальная часть трубы над тягопрерывателем делается не менее 0,5 м. Горизонтальный участок дымоотводящей трубы от водонагревателя до дымового канала в стене не должен быть во вновь строящихся домах более 3 м, а в существующих домах — 6 м.

Дымоотводящая труба вводится внутрь основного дымового канала не больше чем на 100 мм. Для очистки дымоходов от сажи ниже места ввода в дымовом канале делается карман глубиной 250 мм с люком.

Газовые счетчики не устанавливают в квартирах, оборудованных центральным отоплением и имеющих централизованную систему горячего водоснабжения. Монтируются счетчики на стене при помощи специального держателя на высоте 1600 мм.

§ 37. Испытание, пуск, регулирование и сдача в эксплуатацию санитарно-технических систем

Все санитарно-технические системы подлежат испытанию в период их изготовления по частям, а после окончания монтажа — целиком (перед сдачей в эксплуатацию). Характер испытания зависит от типа детали — узла — и может производиться на прочность и плотность (герметичность) мест соединения.

Испытания производятся двумя способами — гидравлическим либо пневматическим. Гидравлическое испытание делается с помощью переносного поршневого насоса, позволяющего достигать в трубопроводе, предварительно заполненном водой, значительного давления. При этом все неплотности легко обнаруживаются вследствие пропуска ими воды. Гидравлическому давлению подвергаются тепловые сети, холодный и горячий водопровод, системы центрального отопления. Гидравлическое испытание применяется во всех случаях, когда необходимо произвести испытание большими давлениями — 2 кг/см^2 и выше. Вода несжимаема, и поэтому испытание водой безопасно в отличие от воздуха, который вследствие большой упругости в случае разрушения арматуры или трубопроводов может быть причиной аварии.

Испытание сжатым воздухом (от компрессорной установки) в отличие от испытания водой производится при более низком давлении.

Пневматическое испытание деталей и узлов в условиях заготовительных предприятий должно производиться путем погружения их в ванну с водой. Для этого заглушают концы труб пробками, присоединяют узел гибким шлангом к воздухопроводу и, погрузив его в специальную ванну, испытывают на требуемое давление. Появление пузырьков на поверхности обнаруживает негерметичность соединения или брак трубы.

В некоторых случаях испытание воздухом производится без опускания детали или узлов в воду. Чтобы обнаружить дефект, наиболее вероятное место пропуска воздуха обмазывают мыль-

ным раствором. Появление мыльных пузырьков свидетельствует о наличии трещин или плохого соединения в испытываемом узле.

Аналогично этому производится испытание газопровода на объекте. При испытании внутренних газовых сетей пользуются дифманометрами (приборы, показывающие малые давления); давление от 200 до 700 мм вод. ст. создается ручным воздушным насосом.

Гидравлическое испытание систем отопления, холодного и горячего водоснабжения и канализации проводится в соответствии с указаниями СНиП. Например, сети хозяйственно-питьевой и противопожарной систем водоснабжения проверяются на давление, равное рабочему давлению плюс 5 кг/см^2 , но не более 10 кг/см^2 . Продолжительность контроля — 10 мин, в течение которых давление не должно снижаться более чем на $0,5 \text{ кг/см}^2$.

Отводные трубопроводы канализационных систем, проложенные в конструкциях междуэтажных перекрытий или в грунте под полами, испытывают до их закрытия путем наполнения водой на высоту этажа, но не более чем на давление $0,8 \text{ кг/см}^2$.

Наружные сети, в частности тепловые, подвергаются испытанию дважды: первый раз — до засыпки траншей и установки арматуры, второй — после засыпки и окончания всех работ.

После полного окончания строительно-монтажных работ и регулирования всех санитарно-технических систем производится сдача-приемка монтажной организацией санитарно-технических устройств, сдаваемых в эксплуатацию. При этом проверяется соответствие проектным данным смонтированных санитарно-технических систем в целом и отдельных установок. Так, проверка действия системы горячего водоснабжения производится при расчетной температуре воды в наиболее удаленной точке водоразбора. В некоторых случаях для проверки эффекта действия смонтированных систем холодного и горячего водоснабжения одновременно открывается расчетное количество кранов, установленных на стояке.

Канализационные системы принимаются в соответствии с проектом. При этом проверяется правильность уклонов, надежность крепления и исправность действия санитарных приборов и т. д.

Системы центрального отопления и вентиляции обычно требуют дополнительных работ по регулированию и наладке установок, целью которых является приведение результатов действия смонтированных систем к проектным данным.

Наиболее трудоемка работа по регулированию и наладке вентиляционных систем. Наладочные работы заключаются в распределении объемов воздуха по отдельным регулируемым участкам в соответствии с проектом. При этом отклонения от проекта показателей эффективности не должны составлять по

объему воздуха 10%, по температуре 2°С и по относительной влажности воздуха 5%.

После регулирования и наладки отдельных установок производится наладка всей системы в целом. Если приведенная в соответствии с проектом система вентиляции не обеспечивает санитарно-гигиенических условий в помещениях, то приходится прибегать к частичной реконструкции вентиляции. В случае получения в результате наладочных работ нужного эффекта приступают к паспортизации и оформлению необходимой документации для передачи смонтированной системы вентиляции в эксплуатацию. Документация, предъявляемая при сдаче-приемке выполненных работ, должна состоять из проектов и пояснительных записок с нанесением всех изменений, допущенных в период монтажа, актов скрытых работ и промежуточной приемки, паспортов оборудования и контрольно-измерительных приборов, а также результатов испытания отдельных установок.

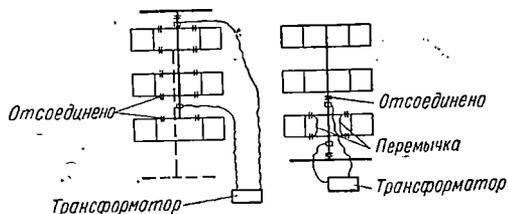


Рис. 133. Схема отогрева замерзших участков с помощью электрического тока

Испытание и пуск санитарно-технических устройств в зимнее время представляет сложный процесс в связи с опасностью замерзания воды в трубопроводах.

Поэтому при пуске систем при отрицательных наружных температурах допускаются некоторые отступления от правил приемки систем. Согласно указаниям по производству санитарно-технических работ в зимнее время приемка систем центрального отопления с открытой прокладкой труб допускается без гидравлического испытания при условии, если система удовлетворительно проработала не менее трех месяцев. В случае скрытой прокладки разрешается поочередное испытание всех стояков после прогрева здания. Пуск системы отопления в зимнее время должен производиться при положительной температуре во всех помещениях. В случае невозможности обогрева здания до необходимой температуры другим способом разрешается пуск системы производить по особой детально разработанной программе при надлежащем состоянии наружных ограждений. Для этого необходимо тщательно утеплить все помещения путем заделки оконных и других наружных проемов в здании, пригнать и утеплить наружные двери, утеплить перекрытия и места выхода каналов из здания.

Наполнение системы отопления производится горячей водой, если это возможно по местным условиям. При пуске включают

в действие в первую очередь крайние стояки, отдаленные от теплового центра, и создают в них циркуляцию воды, а затем после надежного прогрева части здания поочередно включают остальные стояки, обеспечивая при этом быстрое их наполнение водой. Обнаруживаемые мелкие дефекты устраняются без остановки циркуляции воды в пущенной системе отопления. В случае замерзания отдельных участков трубопровода, если нет повреждений, немедленно отогревают замороженное место паяльной лампой во внеогнеопасных местах или электрическим током напряжением не выше 60 в.

При применении электрического тока отогреваемые участки отсоединяются от сети трубопроводов и нагревательных приборов, как это показано на рис. 133.

При этом отогрев производится в последовательности, позволяющей быстрое включение отогретого участка.

Пуск и испытание систем холодного и горячего водопровода, канализации и газоснабжения производится после пуска отопления и прогрева всех помещений здания. При наличии приточной вентиляции в некоторых случаях ее также используют для обогрева помещений, перестроив на работу с рециркуляцией воздуха.

Наружные стальные трубопроводы систем теплоснабжения при отрицательных температурах испытываются только сжатым воздухом. При этом давление принимается в несколько раз меньше (в $4\frac{1}{2}$ —5 раз), чем для гидравлического испытания, так как испытание производится только на плотность для временного пуска системы.

Окончательный пуск производится в теплый период времени с проведением работ по испытанию согласно правилам производства работ и приемки в эксплуатацию систем теплоснабжения.

ОТОПЛЕНИЕ И СУШКА ЗДАНИЙ, СТРОЯЩИХСЯ В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ

Качество строительных работ находится в зависимости от типа температурно-влажностного режима, установившегося в помещениях строящегося здания. Температура, влагосодержание и относительная влажность воздуха могут оказываться в случайно полученном естественно-благоприятном сочетании, что бывает преимущественно летом в жаркие и сухие дни. Такие условия способствуют относительно быстрой сушке свежей кладки стен, штукатурного слоя и т. д. В холодное время года в сильные морозы при высокой относительной влажности наружного воздуха необходимое благоприятное сочетание создается только искусственным путем — тепловым действием системы отопления и дополнительными передвижными калориферными установками при одновременном включении и вентиляционных установок. Работа этих систем и установок позволяет значительно ускорить ведение строительных работ и улучшить их качество.

При кирпичной или шлакоблочной кладке стен строящегося здания, особенно с применением мокрой штукатурки, в ограждения вводится большое количество «построечной» влаги. Использование сухой штукатурки, перегородочных плит, стеновых блоков, панелей и сборных железобетонных конструкций уменьшает количество влаги, вносимой в ограждения, которой и определяется в основном их влажность.

После окончания кладки каменных стен начальная их влажность (весовая) обычно составляет 12—20%, но перед началом штукатурных работ влажность материала стен не должна превышать 8%. Начальная влажность нанесенного слоя штукатурки находится в пределах 15—25%. Перед началом окраски или оклейки обоями влажность штукатурки должна быть не выше 4—10%.

Количество влаги, которое необходимо удалить из ограждений до ввода здания в эксплуатацию, очень велико и указано ниже для некоторых типов ограждающих конструкций (табл. 10).

Количество влаги, удаляемой из ограждений до окончания строительных работ

Конструкция ограждения	Толщина ограждений в см	Количество влаги, отнесенное к 1 м ² поверхности, в кг
Прокатные гипсобетонные перегородки	10	7
Однослойная газосиликатная панель	25	44
Трехслойные железобетонные панели с утеплением пенобетоном	30	45
Однослойные керамические панели	32	48
Стена из крупных шлакобетонных блоков	50	75
Стены из обыкновенного глиняного обожженного кирпича	66	88

Процесс сушки в естественных условиях длителен. Так, даже в теплое время года для снижения на 6% влажности кирпичной стены требуется около трех месяцев. Но такой же результат может быть обеспечен при интенсивном искусственном воздухообмене всего лишь за 4—5 суток, если температура воздуха, подаваемого в помещение для их сушки, доводится до 50—80°С. Такая высокая температура воздуха допустима только при отсутствии рабочих в помещении. При работе в них людей температура подаваемого воздуха снижается до 25°.

Суммарное количество тепла для отопления и одновременной сушки здания, подготовленного к ведению отделочных работ в зимнее время, складывается при установившемся тепловом режиме из следующих составляющих:

1) компенсации теплопотерь через ограждения помещений; поскольку влажность материала ограждений повышена, то расход тепла для компенсации теплопотерь принимается на 50% больше нормального расхода при той же разности температур;

2) расхода тепла на испарение влаги, для чего каждому килограмму воды должно быть сообщено 560—570 ккал (теплота испарения);

3) потерь тепла с воздухом, выводимым из помещений вытяжной вентиляцией.

Подача необходимого количества тепла обеспечивается стационарными системами отопления, которые, как правило, вводятся в эксплуатацию к началу отделочных работ. Для теплообеспечения систем отопления служат квартальные и районные котельные или теплоэлектроцентрали.

Если они не введены еще в действие, то временное теплообеспечение строящихся зданий может осуществляться от передвижной котельной. Привезенная котельная присоединяется к газовой магистрали, проложенной в нулевом цикле на участке

застройки, к водопроводу и электрическому кабелю. К системе отопления здания прокладывается временный изолированный теплопровод.

Расчетная тепловая мощность системы отопления здания используется полностью только при расчетной температуре наружного воздуха. При более высокой его температуре остается тепловой резерв, который частично может возместить повышенный расход тепла в строящемся здании. Степень и возможность использования стационарной системы отопления для отопления и сушки находится в зависимости от длительности сушки, от температуры наружного воздуха в это время и, наконец, от конструкции ограждений здания, определяющей количество испаряемой влаги.

Если стационарная система отопления не может дать необходимого количества тепла и поэтому обеспечить в заданный срок сушку здания, то вводятся дополнительные источники тепла в виде инвентарных калориферных установок (воздухонагревателей). Такие установки работают на твердом, жидком, газовом топливе и электроэнергии. Чистый теплый воздух или воздух в смеси с дымовыми газами поступает от нагревателя установки в помещения под действием гравитационных сил или нагнетается в них вентилятором. Из числа многих разнообразных конструкций воздухонагревателей здесь приводятся наиболее характерные их типы.

Огневой калорифер М. Г. Лактюхова, работающий на твердом топливе, состоит из обмурованной (изнутри) огнеупорным кирпичом металлической дутьевой топки и двухступенчатого теплообменника. В трубах теплообменника, омываемых дымовыми газами, воздух подогревается до 60—70°С и нагнетается в помещения центробежным вентилятором, находящимся на одной оси с электродвигателем (рис. 134). Калорифер устанавливается вне здания или непосредственно в помещении. К выходному отверстию калорифера, из которого подается подогретый воздух, присоединяется воздухопровод.

Теплопроизводительность калорифера составляет около 30—35 тыс. ккал/ч, расход угля до 100 кг/ч, количество подогретого им воздуха 1500—1600 м³/ч. При рациональном использовании такой установки через 14—17 дней сушки секции пятиэтажного жилого здания (до 2000 м³) можно начинать отделочные работы. Агрегат прост в изготовлении и обслуживании, обеспечивает при постоянной теплопроизводительности заданную температуру подаваемого для сушки воздуха. Отрицательные его особенности — большой вес, достигающий 3500 кг (с футеровкой), и поэтому ограниченная маневренность.

Более маневренным и легким (вес 120 кг) является воздухонагреватель, работающий на жидком топливе, марки ОВЖТ-80 (рис. 135), состоящий из двух баков для керосина,

горелки, зажигательной насадки и диффузора с регулятором количества подаваемого воздуха (в смеси с дымовыми газами), присоединенного к центробежному вентилятору с электродвигателем на одной оси.

Наружный воздух, необходимый для горения, засасывается через кольцевой зазор между патрубком и насадкой, смешиваясь

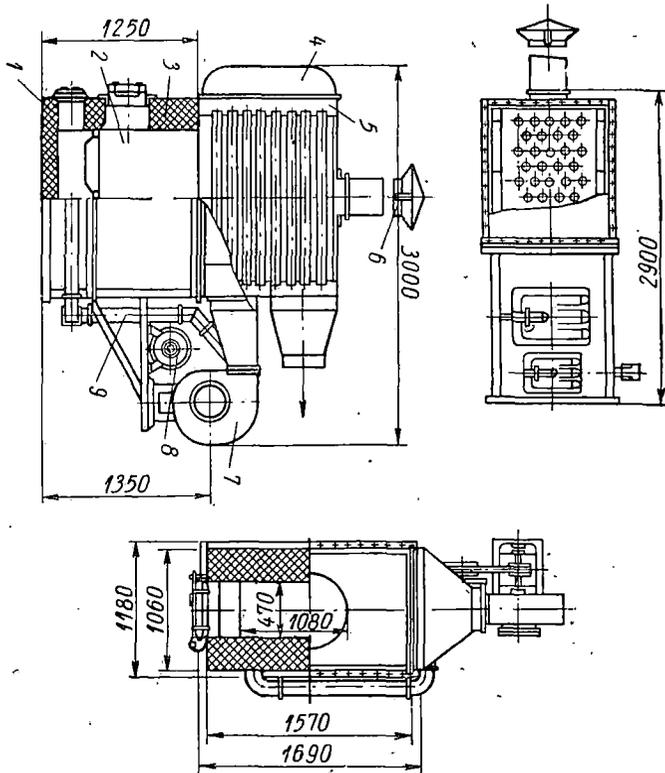


Рис. 134. Огневой калорифер М. Г. Лактюхова

1 — поддувало; 2 — топливник; 3 — обмуровка топки; 4 — коллектор; 5 — двухступенчатый теплообменник; 6 — дымовая труба; 7 — вентилятор; 8 — электромотор; 9 — дутьевой короб

ваясь далее с дымовыми газами. Перед вентилятором в диффузоре температура газозвушной смеси понижается до 90—100°С подмешиванием наружного воздуха, и после этого смесь поступает по воздуховоду в помещение. Теплопроизводительность агрегата достигает 80 тыс. ккал/ч, объем газозвушной смеси, подаваемой в помещение, составляет 3500 м³/ч. При нормальной эксплуатации воздухоподогревателя газозвушная смесь не содержит окиси углерода (только ее следы) и иных вредных примесей. Воздухоподогреватель благодаря своим малым размерам и весу легко перемещается. Он может быть уста-

новлен в комнате, коридоре, лестничной клетке. Газовоздушная смесь или непосредственно поступает в сушимое помещение, или же подается в него по металлическому воздуховоду, а также брезентовым шлангом. Во всех помещениях во время сушки должны быть открыты форточки, чтобы обеспечить постоянную вентиляцию, как и при работе огневого калорифера М. Г. Лактюхова.

Развитие газовой промышленности позволяет широко использовать для нужд сушки газообразное топливо. Подключение га-

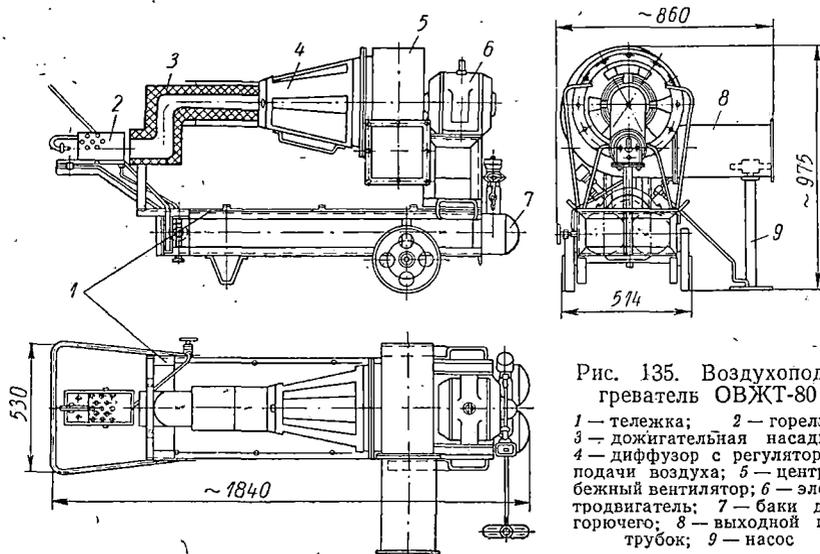


Рис. 135. Воздухоподогреватель ОВЖТ-80

1 — тележка; 2 — горелка; 3 — дожигающая насадка; 4 — диффузор с регулятором подачи воздуха; 5 — центробежный вентилятор; 6 — электродвигатель; 7 — баки для горючего; 8 — выходной патрубок; 9 — насос

зовых воздухоподогревателей к постоянным транзитным магистралям застраиваемых кварталов, проложенным еще в нулевом цикле, исключает транспортные расходы по доставке топлива. При отсутствии эксплуатируемых газовых магистралей в районе строительства для работы газовых воздухоподогревателей используется сжиженный газ, привозимый в баллонах.

Одним из распространенных типов газовых воздухоподогревателей является передвижной агрегат Киевортехстроя (рис. 136), состоящий из камеры сгорания, футерованной листовым асбестом; в нижней части которой установлены газовые горелки. Дымовые газы из камеры через газоход поступают в воздуховод, где смешиваются с воздухом, подаваемым осевым вентилятором, и с температурой 50—80° С выводятся по воздуховоду в лестничную клетку здания в количестве около 6000 м³/ч. Такой агрегат весом 150 кг, теплопроизводительностью до 100 тыс. ккал/ч, устанавливаемый в помещении, вынесенном за

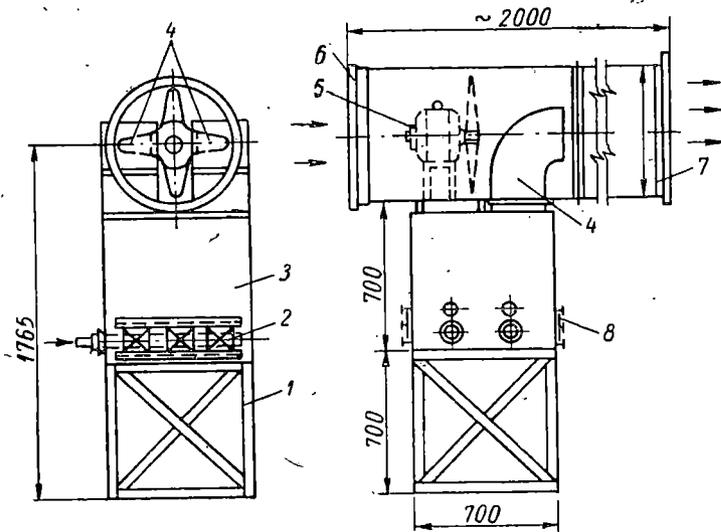


Рис. 136. Газовый воздушнонагреватель

1 — подставка; 2 — микрофакельные горелки; 3 — камера сгорания; 4 — газоходы; 5 — осевой вентилятор; 6 — входной патрубок; 7 — патрубок для выхода теплоносителя; 8 — регулирующие заслонки

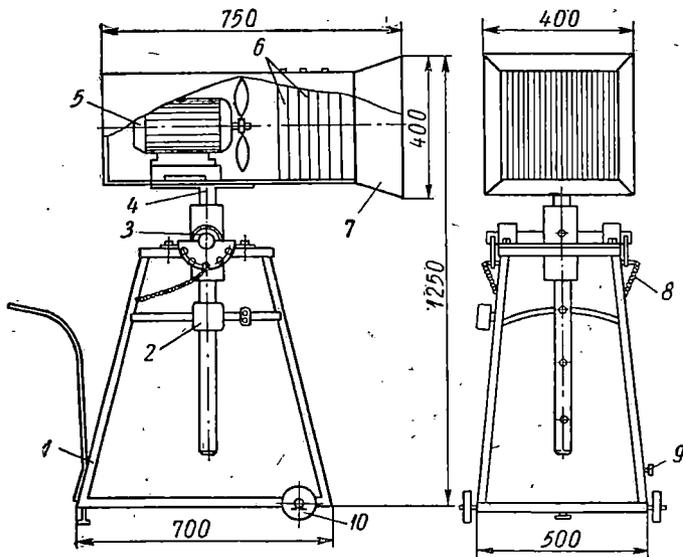


Рис. 137. Электровоздухоподогреватель Киевортехстроя

1 — рама; 2 — пускатель; 3 — поворотное устройство; 4 — выдвигающая стойка; 5 — электромотор; 6 — кассеты; 7 — каркас; 8 — фиксатор; 9 — болт заземления; 10 — каток

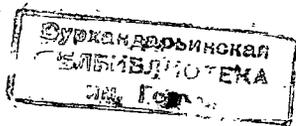
пределы здания поблизости к лестничной клетке, просушивает секцию пятиэтажного жилого дома за 10—12 суток при температуре наружного воздуха до -5°C . Действие агрегата не требует устройства временной газовой разводки по этажам.

Наряду с воздухоподогревателями, работающими на твердом, жидком и газообразном топливе, используются электровоздухоподогреватели, применение которых обычно ограничено высокой стоимостью электроэнергии.

Передвижной кассетный электровоздухоподогреватель Киев-оргтехстрой (рис. 137) состоит из металлического каркаса с осевым вентилятором и электродвигателем, нагревательных элементов и рамы с выдвигной стойкой, позволяющей менять положение электрокалорифера на высоте. Поток воздуха, подогретого в среднем до $75-80^{\circ}\text{C}$, получает с помощью поворотного устройства любое направление. Рамка кассеты выполнена из полосовой стали, по боковым ее сторонам укреплены керамические стержни, а между ними уложена нихромовая проволока. Теплопроизводительность агрегата при расходуемой мощности 6 квт, весе 70 кг составляет около 5 тыс. ккал/ч. Положительной его особенностью является хорошая маневренность и удобство применения для просушки труднодоступных мест и пятен после окончания общей сушки помещения, проведенной более мощными и рентабельными агрегатами.

Во всех случаях основным и наиболее целесообразным способом сушки является использование системы отопления. Выбор типа дополнительных установок для ведения сушки зависит от объема работ, вида топлива, времени года, климатических особенностей данной местности и производится на основании теплового и экономического расчетов.

Наименьшая стоимость сушки обеспечивается газовыми воздухонагревателями, а также стационарной системой отопления. Применение калориферов, работающих на твердом или жидком топливе, увеличивает стоимость сушки, достигающей максимальной величины при использовании электрокалориферов.



ЛИТЕРАТУРА

1. Ф. И. Грингауз. Санитарно-технические работы. Профтехиздат, 1961.
2. Ю. Л. Гусев, С. Ф. Копьев. Котельные установки и тепловые сети. Госстройиздат, 1962.
3. Г. В. Демидов. Городское газовое хозяйство. Стройиздат, 1964.
4. Д. В. Жуков, И. Б. Заседателев. Обогрев и сушка зданий и промышленных сооружений возводимых в зимних условиях. Госстройиздат, 1962.
5. Б. А. Журавлев, С. А. Лисицын. Справочник мастера-сантехника. Стройиздат, 1964.
6. В. А. Кострюков. Отопление и вентиляция, ч. II. Стройиздат, 1965.
7. В. А. Ленский, В. И. Павлов. Водоснабжение и канализация. Изд-во «Высшая школа», 1964.
8. А. И. Орлов. Отопление и вентиляция, ч. I. Госстройиздат, 1960.
9. Н. Н. Репин. Санитарно-технические устройства и газоснабжение зданий. Стройиздат, 1964.
10. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий (СН 245—63). Госстройиздат, 1963.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Введение		3
Глава I. Отопление		5
§ 1. Краткий обзор развития техники отопления		—
§ 2. Климат отапливаемых помещений и климатические характеристики Советского Союза		7
§ 3. Определение расхода тепла на отопление зданий		14
§ 4. Классификация и область применения систем отопления		17
§ 5. Источники теплоснабжения		21
§ 6. Трубы, соединительные части и арматура		31
§ 7. Нагревательные приборы систем центрального отопления		36
§ 8. Водяное отопление		42
§ 9. Паровое отопление		55
§ 10. Печное отопление		59
Глава II. Вентиляция		67
§ 11. Краткий обзор развития техники вентиляции		—
§ 12. Понятие об определении количества воздуха, необходимого для вентилирования помещений		70
§ 13. Классификация систем вентиляции. Методы вентилирования помещений		72
§ 14. Вентиляция с естественным побуждением и вентиляционные каналы		76
§ 15. Вентиляция с механическим побуждением		86
§ 16. Обработка приточного и вытяжного воздуха		90
§ 17. Воздушное отопление. Понятие о кондиционировании воздуха		97
Глава III. Газоснабжение		101
§ 18. Газоснабжение населенных пунктов СССР		—
§ 19. Системы газоснабжения, режимы давлений и наружная газовая сеть		103
§ 20. Газовые бытовые приборы. Устройство домовой сети		107
§ 21. Газовое отопление		115
Глава IV. Водоснабжение		120
§ 22. Краткий обзор развития техники водоснабжения		—
§ 23. Нормы потребления воды. Системы водоснабжения, водоприемные сооружения, очистные и насосные установки, водонапорные башни		122
§ 24. Наружная водопроводная сеть		131
§ 25. Водопроводная сеть зданий		133
§ 26. Горячее водоснабжение		144

<i>Глава V.</i>	Канализация и мусороудаление	151
§ 27.	Краткий обзор развития техники канализации	—
§ 28.	Системы и оборудование канализационной сети зданий	153
§ 29.	Наружная канализационная сеть	166
§ 30.	Понятие об очистке сточных вод	170
§ 31.	Удаление мусора из зданий и с дворовых участков	172
<i>Глава VI.</i>	Организация и производство санитарно-технических работ	177
§ 32.	Основные принципы индустриализации санитарно-технических работ	—
§ 33.	Прокладка наружных трубопроводов систем тепло-газоснабжения, водоснабжения и канализации	181
§ 34.	Организация заготовительно-монтажных работ по устройству санитарно-технических систем здания	187
§ 35.	Централизованная заготовка элементов санитарно-технических устройств	190
§ 36.	Монтаж санитарно-технических устройств зданий	198
§ 37.	Испытание, пуск, регулирование и сдача в эксплуатацию санитарно-технических систем	211
<i>Глава VII.</i>	Отопление и сушка зданий, строящихся в зимнее время	215
Литература		222

Владимир Владимирович Конокотин

САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА ЗДАНИЙ

*Стройиздат, Ленинградское отделение
Ленинград, пл. Островского, 6*

Редактор издательства Н. Н. Днепрова
Технический редактор Е. А. Пулькина
Корректоры С. Л. Чариков и Р. М. Юзефович
Обложка художника О. Фронтинского

Сдано в набор 26/II 1966 г. Подписано к печати 14/IV 1966 г.
М-13756 Формат бумаги 60×90¹/₁₆. № 2 Камского бумкомбината. Бум. л. 7. Печ. л. 14. Учетно-изд. л. 14,45.
Тираж 45 000 экз. Изд. № 831Л. Заказ 435.
Цена в переплете 66 коп.

Ленинградская типография № 4 Главполиграфпрома
Комитета по печати при Совете Министров СССР,
Социалистическая, 14.