

Муравьев Р.З.



Серия основана в 1987 году

Ю.П. Соснин, Е.Н. Бухаркин

Отопление и горячее водоснабжение индивидуального дома

Справочное пособие

Москва
Стройиздат
1991

ББК 38.762.1

С66

УДК [696.4+697.2] : 728.37 (035.5)

Печатается по решению секции литературы по жилищно-коммунальному хозяйству редакционного совета Стройиздата

Редактор — Галицкая Э. Б.

Соснин Ю. П., Бухаркин Е. Н.

С66 Отопление и горячее водоснабжение индивидуального дома: Справ. пособие. — М.: Стройиздат, 1991. — 384 с.: ил. — (Сделай сам).

ISBN 5-274-00669-8

В доступной форме дано описание и устройство систем отопления и горячего водоснабжения индивидуального дома. Приведены элементарные методы определения потерь тепла через наружные ограждения жилых помещений. Рассмотрены эффективные конструкции систем печного, газового, электрического отопления.

Для широкого круга читателей.

С 3401030000—502
047(01)—91 207—91

ББК 38.762.1 : 728.37

ISBN 5-274-00669-8

© Соснин Ю. П., Бухаркин Е. Н., 1991

ПРЕДИСЛОВИЕ

Системы теплоснабжения в нашей стране развивались длительное время централизованно, на основе строительства теплоэлектроцентралей (ТЭЦ), районных и квартальных котельных. При этом постоянно совершенствовался наиболее трудоемкий и ответственный процесс — сжигание топлива, что позволяло экономить топливо. Вместе с тем централизованное теплоснабжение требует прокладки разветвленной сети подземных теплопроводов, резко удорожающей строительство и усложняющей эксплуатацию систем. Централизованное теплоснабжение неприемлемо для отопления индивидуальных домов в сельской местности по ряду причин, в том числе из-за значительной удаленности потребителя от ТЭЦ. В силу этого наиболее рациональными системами для множества частных жилых строений следует считать местные системы отопления.

В настоящее время 45 % жилищного фонда отапливается печами. Ориентировочно в стране насчитывается 13—15 млн. печей, т. е. во много раз больше, чем отопительных котлов. Население нередко испытывает затруднения при выборе рациональной конструкции печей, особенно для сжигания природного газа.

Доказано, что при газификации экономичнее переводить существующие печи на газ, а не сооружать на их месте новые. Такие способы подробно описаны в книге.

Значительное внимание уделено также описанию систем местного отопления с использованием отопительных и отопительно-варочных приборов заводского изготовления, работающих на твердом, жидком и газообразном топливе, при установке которых исключаются трудоемкие кустарные работы.

В связи с увеличением использования природного газа и жидкого топлива, а также электроэнергии существенно расширился ассортимент отопительных устройств для постоянного и временного отопления индивидуальных домов (водогрейные котлы, воздушные и электрокалориферы, газовые каминны и пр.).

Улучшение благоустройства домов в сельской местности связано с оснащением их дополнительно к системам отопления устройствами для горячего водоснабжения, санитарно-гигиеническими (банными, душевыми) и комплексными тепловыми устройствами с элементами комфортного отдыха (суховоздушные сауны). Эти вопросы также нашли отражение в книге.

В связи с трудоемкостью работ по выкладке печей немаловажное значение имеет умелое использование рациональной технологии производства работ. Рассмотренные в книге местные устройства для отопления и горячего водоснабжения жилых зданий помогут индивидуальному застройщику в оснащении жилья необходимыми инженерными сооружениями.

1. КВАРТИРНОЕ ВОДЯНОЕ ОТОПЛЕНИЕ

1.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕСТНОМ ОТОПЛЕНИИ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ

К настоящему времени сложились два основных типа индивидуальных жилых зданий: усадьбы для круглогодичного проживания жильцов, садовые домики для проживания только в летний период. С теплотехнической точки зрения требования к усадьбам и садовым домикам заметно различаются. Поскольку в садовых домиках хозяева проживают в основном в летний период, разность температур помещения и наружного воздуха относительно невелика. Поэтому наружные стены домиков обычно имеют небольшое термическое сопротивление теплопередаче от внутреннего к наружному воздуху. Как правило, их изготавливают из облегченных конструкций.

В летних садовых домиках отопление обычно отсутствует. Но в последнее время разрабатываются проекты, которыми предусматриваются варианты с отоплением, причем в качестве теплогенераторов проектируются в основном печи на твердом топливе. Кроме печей и каминов могут быть рекомендованы также электронагреватели (рефлекторы и электрокаланы). В ряде случаев не следует использовать водяные системы отопления, поскольку при отрицательных температурах нужно сливать воду из системы, а затем вновь заполнять ее водой — занятие, связанное с определенными неудобствами. Избежать их можно, если использовать для залива незамерзающую жидкость антифриз. Однако следует считаться с тем, что антифриз дорог.

Типовыми проектами для садовых домиков не предусмотрены такие удобства, как горячее водоснабжение и пищеварочные устройства на твердом топливе. Что касается теплоснабжения усадебных домов для круглогодичного проживания жильцов, то оно должно обеспечивать весь комплекс удобств, предоставляемых городским жителям — отопление, горячее водоснабжение, возможность приготовления пищи. В то же время основные теплопотребляющие элементы

домов — системы отопления и горячего водоснабжения — имеют некоторые особенности в сравнении с системами отопления и горячего водоснабжения городских жилых зданий. Они состоят в следующем:

1) поскольку дома усадебного типа имеют небольшой объем и соответственно небольшие теплопотери, их обычно подсоединяют к наружным теплосетям, обслуживаемым групповой или индивидуальной котельной с температурой теплоносителя не более 95°C. Присоединение квартирных систем отопления к теплосети в этом случае можно производить без подмешивающих устройств в виде элеваторов;

2) ввиду того, что усадебные дома имеют одна-два этажа, в них, как правило, целесообразно применять наиболее простую однотрубную систему отопления;

3) из-за отсутствия регуляторов для небольших расходов сетевой воды для присоединения к теплосети систем горячего водоснабжения домов следует использовать емкостные подонагреватели, в которых вода теплосети нагревает местную воду через поверхность размещенного в нем змеевика.

Для отопления малоэтажных зданий в настоящее время применяют печное, водяное, электрическое и воздушное отопление.

Наиболее совершенно электрическое отопление, характеризующееся рядом достоинств, в том числе удобством регулирования тепловой нагрузки, отсутствием громоздких отопительных приборов, высокой гигиеничностью.

Единственный, но часто решающий недостаток электрического отопления — его дороговизна. Стоимость единицы отпущенного тепла при электрическом отоплении в несколько раз выше, чем при выработке тепла в печах или котлах. При дневном тарифе электроэнергии 4 коп./кВт·ч стоимость 1 Гкал тепла составляет $(4 \cdot 10^{-2} / 860) \cdot 10^6 = 46,6$ руб. против примерно 12 руб. при отпуске тепла от котлов или от теплосети. Это объясняется тем, что электрическая энергия вырабатывается на электростанциях в тепловом цикле с коэффициентом полезного действия максимум 40%. Этот недостаток может быть уменьшен при использовании систем с аккумулирующей водяной емкостью. В таких системах электрическая энергия слу-

жит для нагрева теплоносителя (воды) в ночное время, когда действует льготный тариф на электроэнергию, т. е. 1 коп/(кВт·ч). В дневное же время для отопления используют тепло, аккумулированное ночью. При этом потребление электроэнергии в дневное время существенно уменьшается или вовсе исключается. В водяной системе отопления с теплогенератором, работающим, например, на твердом топливе, целесообразно применение электрического отопления. В этом случае в водяной емкости теплогенератора монтируют трубчатые электронагреватели (ТЭНы). Такая комбинация способов подогрева воды придает системе большую гибкость, одновременно позволяя уменьшить пиковые расходы электроэнергии на отопление.

Для электрического отопления одноэтажных домов лучшими по санитарно-гигиеническим показателям и пожарной безопасности следует считать маслonaполненные радиаторы. Эти переносные приборы имеют заполненную маслом емкость, нагреваемую ТЭНами. Приборы автоматически включают электронагрев при охлаждении масла ниже нормы и выключают его при достижении верхнего предела температуры.

На рис. 1 показан маслonaполненный электрорадиатор «Термо» (г. Таллинн). Мощность аппаратов 500, 800 и 1250 Вт, масса соответственно 8,5; 13 и 18,5 кг. Аппараты имеют две ступени нагрева, каждая по 50 % общей мощности.

Интерес представляют электронагреватели с аккумуляцией тепла твердым огнеупорным материалом (рис. 2). В качестве теплоаккумулирующего материала используют магнезитовый кирпич. В ночное время кирпич разогревается ТЭНами до температуры 600—650 °С. Внутри прибора смонтирован электровентилятор, который пропускает воздух через кладку из магнезитового кирпича. Аппарат рассчитан на 8-часовой период аккумуляции тепла, выпускается четырех типоразмеров теплопроизводительностью 42, 77, 117 и 160 МДж/ч (12 400, 18 500, 27 900 и 38 500 ккал/ч); производительность вентилятора до 300 м³/ч. Испытания показали эффективную и надежную работу такого аппарата.

Эффективным решением может быть и электроотопление с использованием теплоемких средств в строи-

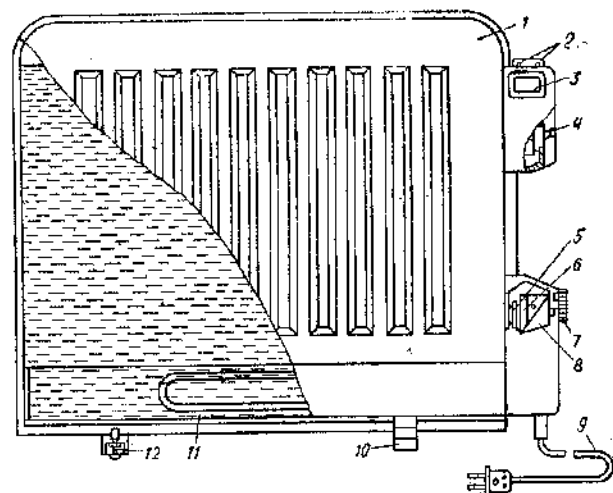


Рис. 1. Маслonaполненный электрорадиатор «Термо»

1 — корпус; 2 — лампочки; 3 — ручка; 4 — выключатель; 5 — биметаллическая пластина; 6 — микровыключатель; 7 — ручка; 8 — регулятор; 9 — шнур; 10 — ножка; 11 — электронагревательный элемент; 12 — крепление ножки

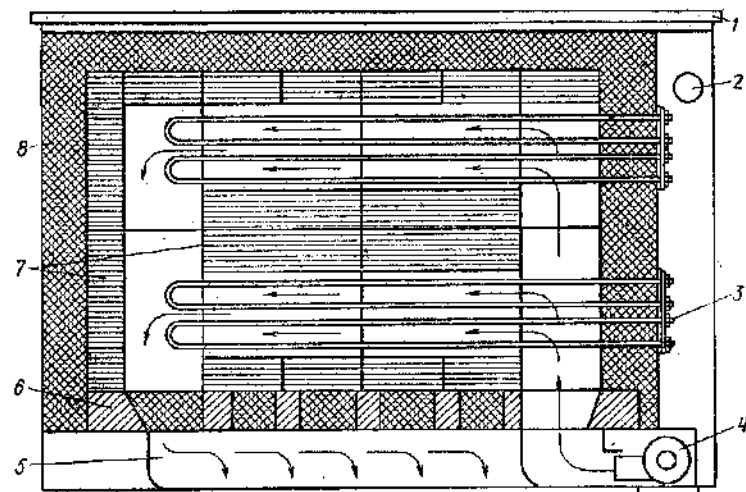


Рис. 2. Схема теплоаккумулирующего электрического отопительного прибора

1 — верхняя плита из синтетического материала; 2 — основной выключатель и термостат для настройки; 3 — трубчатые электронагреватели; 4 — двухскоростной электровентилятор; 5 — выход теплого воздуха; 6 — изоляционный кирпич; 7 — кладка из магнезитового кирпича; 8 — эффективная теплоизоляция

тельных конструкциях. В этом случае при изготовлении перекрытия в них закладывают электропровод, который нагревается при прохождении тока низкого напряжения и передает тепло аккумулирующему массиву железобетонного перекрытия. В качестве проводника могут использоваться провода марок ПОСХП и ПОСХВ, укладываемые в перекрытие с шагом 70—140 мм. Перекрытие нагревается в ночное время, а «разряжается» — в дневное и вечернее. По-видимому, наиболее рационально применение обычных электрических нагревателей (электрокаминов или маслонаполненных) в качестве доводчиков. При этом основная система отопления при расчетной нагрузке поддерживает положительную температуру помещения на уровне 10—12 °С, а подогрев помещения до требуемой температуры осуществляется переносным электрообогревателем.

Наибольшее распространение получили водяные и воздушные системы отопления. При оценке теплотехнических свойств теплоносителей решающими показателями являются весовая и объемная теплоемкость и температура. С точки зрения количества тепла, содержащегося в единице объема, вода имеет огромные преимущества. Например, при обычных для систем отопления температурах воды 80 °С и воздуха 70 °С объемная теплоемкость составляет:

воды

$$C_V = \rho C_g = 975 \cdot 1 = 975 \text{ ккал}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{С}),$$

воздуха

$$C_V = \frac{1,29 \cdot 273}{273 + 70} 0,24 = 0,25 \text{ ккал}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{С}),$$

т. е. теплоемкость воды больше почти в 4000 раз. Соответственно объемный расход ее, необходимый для отопления, в тысячи раз меньше расхода воздуха, в силу этого требуется гораздо меньшее сечение соединительных коммуникаций. Большие объемы нагретого воздуха затрудняют его транспортировку и распределение по отапливаемым помещениям. Из-за значительных диаметров распределительных воздухопроводов вентилятор для транспортировки нагретого воздуха необходимо располагать вблизи отапливаемого жилого помещения, что связано с прониканием шума от вентилятора.

Вместе с тем воздух как теплоноситель имеет и ряд преимуществ по сравнению с водой. Во-первых, он передает тепло в помещение непосредственно, т. е. без установки отопительных приборов. Достоинства воздушного отопления оценены человеком давно. Известно, что отопление горячими газами было первым способом искусственного обогрева жилища (так называемые курные избы в России). Уже в XVI в. палаты Московского Кремля оборудовались системой воздушного отопления.

В современных системах воздушного отопления малоэтажных зданий воздух нагревают обычно в калориферах-теплообменниках, в которых тепло передается воздуху через стенку продуктами сгорания топлива или электрическим нагревателем. Нагретая изнутри металлическая поверхность калорифера охлаждается снаружи, отдавая тепло воздуху. Плотность последнего при средней температуре 70 °С примерно в тысячу раз меньше, чем воды, поэтому его охлаждающая способность (коэффициент теплоотдачи) значительно (в 30—50 раз) меньше, чем этот показатель для воды. Таким образом, в огневоздушных калориферах существует опасность перегрева разделяющей стенки теплообменника. Более надежны вентиляторные калориферы, в которых благодаря повышенной скорости воздуха поверхности охлаждаются более эффективно и их температура снижается до безопасного уровня.

Для отопления одноэтажных домов необходимое количество нагретого воздуха составляет около 100—150 м³/ч. Вентиляторов столь малой производительности, к сожалению, выпускается недостаточно для жилищного строительства. Поэтому в большинстве разрабатываемых огневоздушных калориферов для движения воздуха используется так называемая естественная тяга, возникающая при его нагреве. Примеры таких конструкций приведены в разд. 1.4. Недостатком калориферов с естественной тягой является незначительная величина возникающего напора. Это ограничивает протяженность распределительных воздухопроводов и создает трудности в распределении нагретого воздуха по помещениям.

Указанный недостаток калориферов с естественной тягой не является определяющим. Главная причина

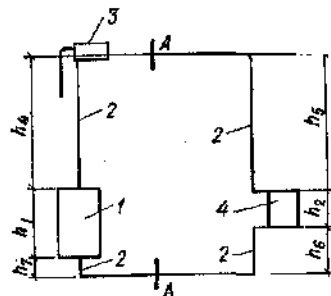


Рис. 3. Принципиальная схема водяного квартирного отопления

1 — котел; 2 — трубопровод; 3 — расширительный сосуд; 4 — нагревательный прибор

того, что воздушное отопление еще мало распространено в малоэтажных зданиях, состоит в недостаточном выпуске небольших вентиляторов, а также создаваемом ими шуме. Кроме того, конструкции разработанных к настоящему времени калориферов предусмотрены только для сжигания сетевого газа или жидкого топлива. Поэтому наибольшее распространение для отопления малоэтажных зданий получило печное и водяное отопление. Причем движение воды в водяных системах можно осуществить без применения насосов, используя естественный напор, возникающий вследствие охлаждения воды в нагревательных приборах.

1.2. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ И УСТРОЙСТВО СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ С ЕСТЕСТВЕННОЙ ЦИРКУЛЯЦИЕЙ

Принципиальная схема системы водяного отопления с естественной циркуляцией показана на рис. 3. Вода от котла к приборам и обратно движется по трубам под действием гидростатического напора, возникающего благодаря различной плотности охлажденной и горячей воды.

Уравнение баланса напоров для системы выглядит следующим образом:

$$(H - h_{\text{охл}}) \rho_3 - \rho_4 g + h_{\text{охл}} \rho_4 - h_{\text{к}} g + (H - h_{\text{к}}) \rho_3 - \rho_7 g = \Sigma \Delta H_c$$

Величины H , $h_{\text{охл}}$, $h_{\text{к}}$ показаны на схеме; ρ — плотность теплоносителя в различных участках системы, кг/м³; $\Sigma \Delta H_c$ — сумма

гидравлических сопротивлений движению теплоносителя по циркуляционному кольцу.

Поскольку плотность охлажденной воды больше, чем плотность нагретой, общий вес правого вертикального столба воды в циркуляционном кольце больше веса левого вертикального столба. Разница весов этих столбов и есть движущий циркуляционный напор. Из рис. 3 видно, что величина циркуляционного напора зависит от разности уровней отопительных приборов и теплогенератора. Чем ниже по отношению к прибору расположен теплогенератор, тем больше величина располагаемого напора Δp_p . С уменьшением высоты здания величина располагаемого гравитационного напора Δp_p также снижается; естественно, что в одноэтажных домах значения Δp_p минимальны. Для одноэтажного дома величина Δp_p зависит еще от характера источника теплоснабжения: если отопление производится централизованно от групповой или домоводной котельной, то котлы здесь расположены на глубине около 3 м.

Теплогенератор в индивидуальном доме обычно не заглубляется. При этом случается, что высота, на которой находятся отопительные приборы и теплогенератор, примерно одинакова. Казалось бы, в этом случае гидростатический напор не должен возникать и теплоноситель в системе циркулировать не будет. Тем не менее и в этом случае будет образовываться гидростатический напор из-за охлаждения воды в трубопроводах, подводящих нагретую воду к нагревательным приборам, а также отводящих охлажденную воду от приборов к теплогенератору.

Это охлаждение полезно для создания гидростатического напора, поэтому указанные трубопроводы прокладывают открыто и не изолируют. Напротив, охлаждение воды в подъемном трубопроводе нагретой воды вредно, ибо приводит к повышению плотности и уменьшению гидростатического напора. В связи с этим подъемный стояк от теплогенератора необходимо изолировать.

Отопительная система представляет собой в целом герметичную конструкцию, хотя в верхней точке посредством расширительного сосуда она как бы соединяется с атмосферой (рис. 4). Это необходимо для то-

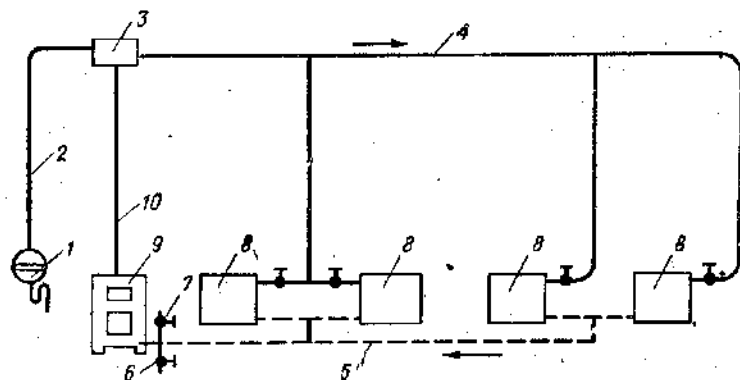


Рис. 4. Схема водяного квартирного отопления с прокладкой подающей линии сверху приборов, обратной — снизу

1 — раковина на кухне; 2 — переливная и воздушная линии от расширительного сосуда; 3 — расширительный сосуд; 4 — горячая разводящая линия; 5 — обратная линия; 6 — патрубок с вентилям для спуска воды из системы; 7 — водопроводная подводка для питания системы водой; 8 — нагревательные приборы; 9 — генератор тепла; 10 — главный стояк

го, чтобы в системе не создавалось повышенного давления при расширении нагретой воды.

Систему с расширительным сосудом заполняют водопроводной водой или подаваемой с помощью ручного насоса. Для ручного залива системы расширительный сосуд должен иметь еще дополнительное заливное отверстие сверху. Для контроля уровня при заливке воды и при эксплуатации сосуд оборудуют водоуказателем. Расширительный сосуд обычно размещают в отапливаемом помещении, поэтому изолировать его не обязательно. Расширительный сосуд служит для сбора дополнительного объема воды, образующейся вследствие расширения при нагревании, а также сбора воздуха, выделяющегося из воды при ее нагревании в теплогенераторе. Воздух в систему попадает с водопроводной водой, в которой при комнатной температуре его растворено примерно 40 мг/л. При нагревании до максимальной расчетной температуры отопления 95°C растворимость воздуха в воде уменьшается примерно до 3 мг/л. Выделившиеся воздушные пузырьки всплывают в водяном потоке по главному стояку в расширительный сосуд, из которого удаляются в атмосферу. При абсолютно герметичной системе выделение из воды воздуха совершается од-

нократно, до завершения дегазации залитого в систему объема воды. Однако, если система плохо герметизирована и имеются утечки воды, ее приходится подпитывать свежей водой, с которой в трубопроводы заносятся новые порции воздуха.

Другое назначение сосуда — прием дополнительного объема воды, образующегося при нагревании. Этот дополнительный объем может быть подсчитан по формуле

$$V_g = \alpha \Delta t V_c,$$

где $\alpha = 5,8 \cdot 10^{-4}$ — коэффициент объемного расширения воды; Δt — максимальная разность температур нагретой воды в системе и исходной, °C; V_c — объем системы, л.

Для обычной системы

$$\Delta t = [(t_1 + t_2)/2] - t_b = [(95 + 70)/2] - 18 = 64,5.$$

Значение V_c определяется исходя из того, что на каждые 1000 ккал/ч (или 1163 Вт) тепловой мощности системы приходится на чугунные радиаторы — 10—12 л, на ребристые трубы — 6,5 л, на соединительные трубопроводы — 16 л, на секционные чугунные котлы — 3 л.

Система водяного отопления работает следующим образом: охлажденная в отопительных приборах вода под действием гравитационного напора поступает в теплогенератор, в котором нагревается до температуры, соответствующей отопительному графику. Нагретая вода поднимается по главному стояку и через верхний распределительный коллектор опускается стояками к отопительным приборам. Охладившись в приборах, вода вновь возвращается в теплогенератор, и цикл повторяется.

В настоящее время для отопления двухэтажных зданий находят применение двухтрубные системы с верхней разводкой, однотрубные с верхней разводкой и однотрубные горизонтальные (проточные) (рис. 5, 6, 7). Для одноэтажных строений применяют однотрубные системы с верхней разводкой и горизонтальные проточные.

В двухтрубной системе отопления нагретая вода подается к приборам двух этажей из одной подающей трубы, а охлажденная в приборах вода отводится общей обратной трубой. Таким образом, температура воды, поступающей в нагревательные приборы обих

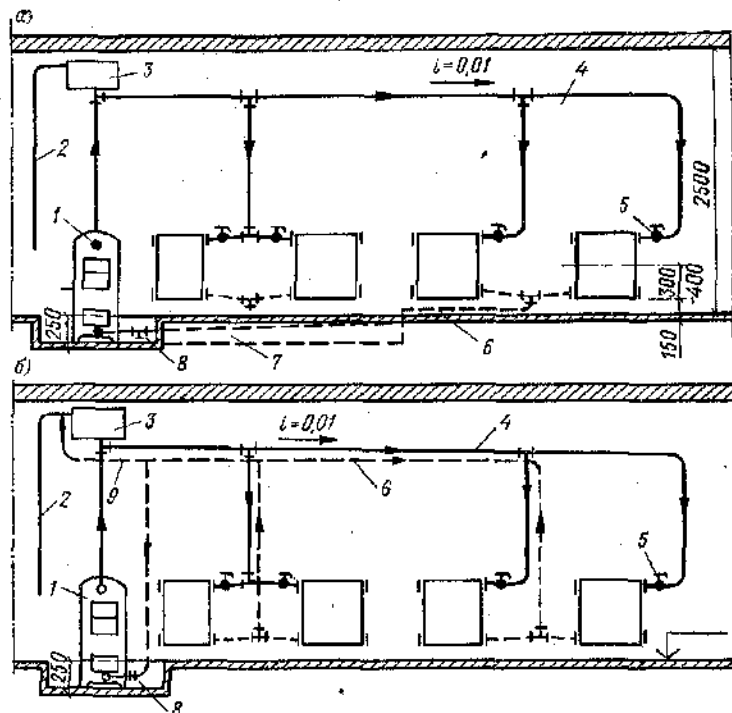


Рис. 5. Схема двухтрубной системы квартирного водяного отопления

а — с прокладкой подающей линии под потолком и обратной над полом; б — с прокладкой подающей и обратной линий под потолком: 1 — котел; 2 — переливная труба; 3 — расширительный бак; 4 — подающая линия; 5 — регулировочный кран; 6 — обратная линия; 7 — подпольный канал; 8 — тройник для спуска воды; 9 — труба для отвода воздуха

этажей, одна и та же, что создает одинаковые температурные условия в помещениях. В двухэтажных домах применяют и однотрубную систему, в которой вода, охлажденная в приборах второго этажа, поступает для обогрева приборов первого этажа.

Однотрубные системы характеризуются меньшей металлоемкостью, затраты на их сооружение также меньше. Кроме того, действующий гравитационный напор для приборов первого этажа в однотрубной системе больше, чем в двухтрубной. Поэтому для двухэтажных домов однотрубная система более целесообразна.

В одноэтажных зданиях находят применение одно-

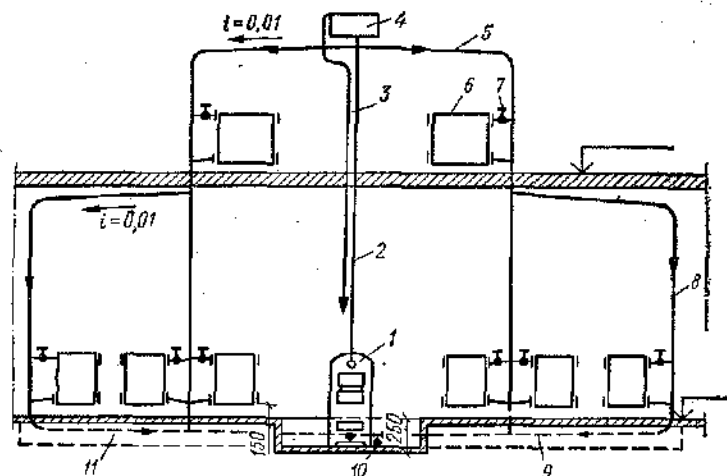


Рис. 6. Схема однотрубной системы квартирного водяного отопления

1 — котел; 2 — главный стояк; 3 — переливная труба; 4 — расширительный бак; 5 — подающая линия; 6 — нагревательный прибор; 7 — регулировочный кран; 8 — стояк; 9 — обратная линия; 10 — тройник с пробкой; 11 — подпольный канал

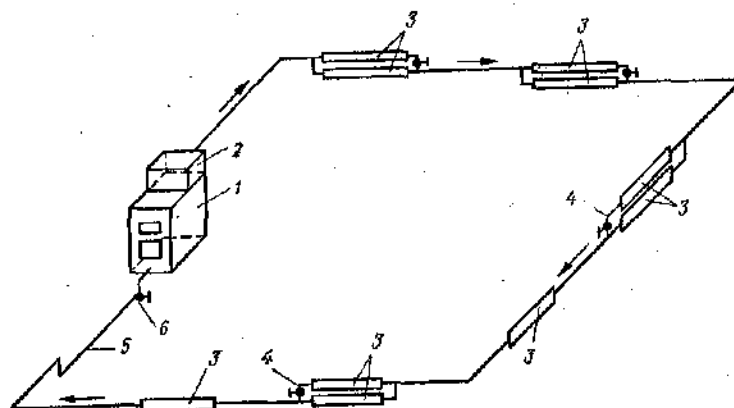


Рис. 7. Схема проточной системы квартирного водяного отопления (стрелками показан уклон труб)

1 — генератор тепла; 2 — расширительный сосуд; 3 — нагревательные приборы (гладкие трубы); 4 — запорно-регулирующий вентиль; 5 — обводка двери; 6 — спуск воды из системы

трубные системы с верхней разводкой, а также однотрубные горизонтальные системы, называемые проточными. Устройство вертикальной однотрубной системы показано на рис. 6. В горизонтальной проточной системе отопительные приборы располагают обычно горизонтально.

В качестве отопительных приборов применяют чугунные радиаторы или регистры из стальных труб. Подключение радиаторов к трубам возможно по схемам: сверху-вниз, снизу-вниз, сверху-сверху. Установлено, что оптимальным является подключение по схеме сверху-сверху. В этом случае вода максимально заполняет радиаторы, обеспечивая тем самым более полное использование поверхностей нагрева.

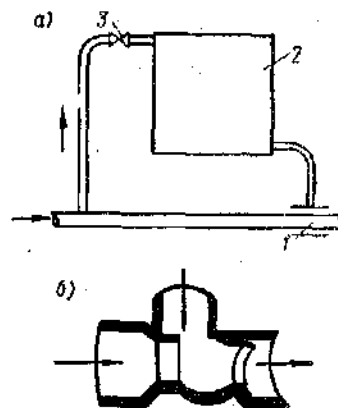
Регистры из стальных труб располагают горизонтально, причем с постепенным снижением по высоте по ходу движения воды. Движущий гидростатический напор в горизонтальной системе возникает за счет разности уровней располагаемых последовательно отопительных приборов. Горизонтальные системы удобны в монтаже, имеют минимальную металлоемкость. Недостатком их является расположение нагревательных приборов на разной высоте, что мало эстетично. Надежность горизонтальной системы также ниже, чем вертикальной, ибо при выходе из строя одного из элементов приходится выключать всю систему. Устройство перемычек между регистрами позволяет повысить их надежность, но ценой некоторого усложнения и удорожания системы.

Большинство усадебных домов снабжается теплом от теплогенераторов, установленных в самих домах. При использовании газообразного или жидкого топлива возможно поддержание круглосуточного процесса отопления. Однако для твердого топлива до настоящего времени не разработано конструкций топочных устройств, которые обеспечивали бы безнадзорное сжигание топлива в режиме постоянного горения с равномерной тепловой нагрузкой. Таким образом, в ночное время выработка тепла прекращается, вода в системе остывает, и помещения охлаждаются.

Чтобы избежать этого, можно применять системы с увеличенной водяной емкостью. В период топки тепло воспринимается объемом воды, а ночью помещения отапливаются за счет тепла, выделяемого накоплен-

Рис. 8. Схема присоединения нагревательных приборов к однотрубной горизонтальной системе водяного отопления

а — схема присоединения; б — разрез всасывающего тройника; 1 — тройник; 2 — прибор; 3 — кран



ной водой. Для этого можно использовать отопительные приборы увеличенной емкости или специальные баки-аккумуляторы нагретой воды.

Расчеты показывают, что, применяя системы увеличенной емкости, можно существенно уменьшить охлаждение помещений в ночное время. Однако отопительные приборы увеличенной емкости до настоящего времени серийно не выпускаются, а самостоятельная установка в помещении бака-емкости не приемлема из эстетических соображений. Поэтому отопительные системы с увеличенной емкостью не получили широкого распространения.

Присоединение отопительных приборов к трубопроводам целесообразно осуществлять с помощью всасывающего тройника (рис. 8). В тройнике при сужении потока срабатывается часть напора, создаваемого циркуляционным насосом. В результате отопительный прибор оказывается под действием перепада давлений и через него возникает циркуляция теплоносителя.

Существенно упрощается устройство системы отопления при использовании насосной циркуляции теплоносителя. При этом резко увеличивается располагаемый напор в системе, что позволяет повысить скорость движения воды в трубах. В системах с насосной циркуляцией можно применять трубы минимального диаметра (до 10—12 мм). Становится возможным использование гибких пластмассовых труб, которые не

подвержены коррозии, имеют небольшую массу и легко монтируются.

Иногда трубопроводы системы отопления заполняют не водой, а незамерзающей жидкостью, например антифризом. Это мероприятие целесообразно осуществлять в тех случаях, когда в домах по тем или иным причинам отопление периодически отключается, особенно для районов с суровым климатом. Чтобы предупредить размораживание системы, необходимо слить воду из нее, а перед растопкой вновь залить. Антифриз предотвращает замораживание системы после прекращения топки.

1.3. ПОДБОР НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ И ИХ РАЗМЕЩЕНИЕ

Назначение нагревательных приборов заключается в передаче тепла от нагретой воды к окружающему воздуху. Они должны отвечать определенным теплотехническим и санитарно-гигиеническим требованиям. Теплотехнические качества приборов должны обеспечивать максимально возможное значение коэффициента теплопередачи. Санитарно-гигиенические требования заключаются в ограничении температуры греющей воды, а также в обеспечении удобства очистки поверхности приборов от пыли. И, наконец, технологичности конструкции должна соответствовать требуемая поверхность, удобство транспортирования и малая металлоемкость.

Нагревательные приборы могут быть металлическими (чугунными и стальными) и неметаллическими (керамическими, бетонными), а их внешняя поверхность — гладкая (радиаторы и панели) или ребристая (конвекторы, оребренные трубы). В настоящее время отопительные приборы изготавливают в основном из чугуна в централизованном порядке, при этом с помощью стандартных приспособлений из отдельных секций собирают готовые приборы.

Весьма важным фактором является также повышенная по сравнению со сталью стойкость чугуна к коррозии, которую придает литейная «корочка», образующаяся при остывании расплава в литейной форме. Вот почему, несмотря на повышенную металлоемкость, чугунные радиаторы остаются наиболее

распространенным типом отопительных приборов.

Отдельные секции радиаторов соединяют между собой ниппелями из ковкого чугуна, имеющими наружную правую и левую резьбу и внутри два выступа для ключа. Ниппели ввертывают одновременно сверху и снизу в два блока. Уплотняют стыки между секциями радиатора прокладкой из прокладочного картона, смоченного в воде и проваренного в натуральной олифе.

Радиаторы различаются размерами и формой секций. Размеры радиаторов характеризуются монтажной высотой, глубиной и строительной шириной. Они бывают высокими — 1000 мм, средними — 500 мм, низкими — 300 мм. Наибольшее распространение получили средние радиаторы.

В качестве отопительных приборов можно применять также стальные панельные радиаторы. Они состоят из двух штампованных стальных листов (толщиной 1,5 мм), сваренных по периметру и образующих два коллектора круглого сечения, соединяющихся каналами прямоугольной формы. Для отопления служат также ребристые трубы, которые изготавливают чугунными с круглыми ребрами. Хотя оребрение существенно (в несколько раз) увеличивает площадь теплоотдающей поверхности, оно затрудняет очистку от пыли. Между тем, нагреваясь от поверхности радиатора, пыль способна возгораться, выделяя при этом вредные для здоровья газы, а при неблагоприятных условиях даже загораться. По этой причине ребристые трубы для установки в жилых помещениях не допускаются.

Чугунные и стальные радиаторы устанавливают открыто, и передача тепла от них осуществляется двумя способами: конвекцией и радиацией. Установлено, что для стандартных чугунных радиаторов количество конвективного и радиационного тепла примерно одинаково.

Наряду с чугунными радиаторами в качестве отопительных приборов находят применение конвекторы. Это горизонтальные стальные трубки с насаженными на них тонкими стальными пластинами. «Чистый» конвектор снабжен фронтальным и тыльным ограждением, но открыт снизу и сверху. Фронтальное ограждение не пропускает радиационное тепло от прибора в по-

мещение. Передача тепла осуществляется исключительно путем конвекции при движении нагретого воздуха относительно трубы и пластин. По существу конвектор представляет собой оребренную трубу и поэтому также подвержен засорению пылью, однако ввиду прямоугольной формы пластин и их небольших размеров засоряемость конвекторов меньше, а конструктивно они более эстетичны по сравнению с чугунными ребристыми трубами.

Благодаря оребрению площадь поверхности теплообмена конвектора существенно превышает площадь поверхности радиатора, а металлоемкость соответственно ниже. Однако поверхности теплообмена конвектора используются хуже, чем в радиаторе. Это объясняется тем, что температура ребер ниже температуры собственно трубы и эффективный перепад температур между греющей водой и воздушной средой помещений ниже, чем при использовании радиаторов.

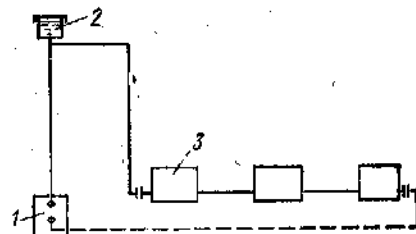
В целом теплотехнические показатели конвекторов, характеризующиеся количеством передаваемого тепла, приходящегося на единицу объема прибора, выше, чем у чугунных радиаторов. Эстетические качества конвекторов также лучше. Однако стальные конвекторы имеют меньшую коррозионную стойкость и поэтому могут быть рекомендованы только для малоагрессивных природных вод.

Коррозионная агрессивность природной воды зависит от двух показателей: содержания растворенного кислорода и содержания ионов водорода, характеризующегося величиной pH. Вода с $\text{pH}=7-7,5$ имеет щелочные свойства и обладает малой коррозионной опасностью. При значениях $\text{pH}<7$ вода представляет коррозионную опасность.

Как правило, отопительные приборы размещают под окнами, где они подогревают холодные потоки воздуха, просачивающегося через окна. Для монтажа приборов в стене желательно выполнить ниши глубиной около 150 мм. Такая глубина ниши обеспечивает ту же теплоотдачу прибора, как при полностью открытой его установке. Нормальная теплоотдача приборов обеспечивается при соблюдении следующих монтажных размеров: от пола до прибора и от прибора до подоконника — 5–6 см, от прибора до наружной стены — не менее 3 см.

Рис. 9. Присоединения приборов на «сцепке»

1 — котел; 2 — расширительный сосуд; 3 — отопительный прибор



Приборы не следует загораживать мебелью, так как это уменьшает их теплопередачу и затрудняет очистку от пыли. На теплопередачу нагревательных приборов влияет также качество их окраски. При окраске некоторыми белыми красками, например алюминиевой, теплоизлучающая способность прибора снижается на 7–10 %. Однако цинковые белила и белая эмаль влияния на теплопередачу не оказывают.

Нагревательные приборы следует размещать так, чтобы в помещениях было наименьшее число стояков и ответвления к ним были бы возможно короче. Этим условиям соответствует двухсторонняя установка приборов по отношению к стояку. Присоединение приборов на сцепке (рис. 9) допускается только в том случае, если смежные помещения являются вспомогательными (кухня, коридор, туалет, ванная комната и т. п.). Приборы на «сцепке» целесообразно присоединять к стояку по диагональной схеме.

Подбор нагревательных приборов (их число и тип) производят на основе подсчета теплопотерь помещений. Приборы должны возместить потери тепла помещений дома в окружающую среду. Поскольку теплоотдача приборов с одинаковыми поверхностями теплообмена и температурой греющей воды зависит еще от ряда дополнительных факторов, то определять требуемую площадь поверхности приборов следует по формуле:

$$F_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{расч}}}{K(t_{\text{ср}} - t_{\text{в}})} \beta_1 \beta_2 \beta_3 \beta_4,$$

где $Q_{\text{расч}}$ — потери тепла помещением при расчетной (максимальной) нагрузке, Вт (ккал/ч); K — коэффициент теплопередачи, Вт/(м²·°C) [ккал/(м²·°C·ч)], от прибора к окружающему воздуху; $t_{\text{ср}} = 0,5(t_1 + t_2)$ — средняя температура воды в приборе, °C; t_1, t_2 — температура воды на входе и выходе из прибора, °C;

t_a — температура воздуха в помещении, °C; $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ — поправочные коэффициенты, учитывающие соответственно: охлаждение воды в подводящих коммуникациях, способ установки прибора, способ подводки воды и число секций в приборе.

Значения K приведены в табл. 1.

Таблица 1. Значение коэффициента теплопередачи в зависимости от площади поверхности нагрева (теплоноситель — вода)

Нагревательные приборы	Площадь поверхности нагрева, м ²	Коэффициент теплопередачи при $\Delta t = 64,5^\circ\text{C}$ ккал/(ч·м ² ·°C)
Радиаторы (секции):		
чугунные, марки:		
М-140 (М-140-А)	0,254	8,2
М-140-АО	0,287	8,3
М-140-АО-300	0,17	8,6
РД-90	0,203	8,7
М-90	0,205	8,5
стальные штампованные:		
МЗ-5001	0,64	8,8
МЗ-500-4	1,6	8,8
МЗ-350-1	0,425	9,2
МЗ-350-4	1,062	9,2
2МЗ-500-1	1,28	7,9
2МЗ-500-4	3,2	7,9
2МЗ-350-1	0,85	8,4
2МЗ-350-4	2,125	8,4
Ребристые чугунные трубы с круглыми ребрами длиной, м, шт.:		
1	2	5
1,5	8	4,5
2	4	4,5
Конвекторы низкие плантусного типа без кожуха:		
15КП-125	0,95	4,8
20КП-1,25	1,15	4,8

Практика и расчеты показывают, что в малоэтажных домах значительная часть тепла передается в отапливаемые помещения подводящими неизолированными трубопроводами. Отопительные приборы следует выбирать с учетом тепла, передаваемого подводящими и отводящими трубопроводами. Количество тепла, выделяемого подводящим трубопроводом длиной 1 м в зависимости от диаметра трубы (d) при расчет-

ной нагрузке отопления, следующее: при $d=38$ мм — 125 Вт, $d=32$ мм — 110 Вт, $d=25$ мм — 88 Вт. Соответственно теплотери отводящих трубопроводов длиной 1 м составляют: при $d=25$ мм — 88 Вт, $d=38$ мм — 86 Вт.

Таким образом, при определении площади поверхности приборов из расчетной тепловой нагрузки следует вычесть теплоотдачу подводящих трубопроводов.

1.4. ТЕПЛОГЕНЕРАТОРЫ ДЛЯ КВАРТИРНОГО ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Теплогенераторы для твердого топлива. При отоплении индивидуального дома или квартиры в целях снижения стоимости и экономии жилой площади устанавливают обычно один теплогенератор, тогда как для систем центрального отопления необходимо не менее двух котлов. Поэтому генератор должен быть высоконадежным прибором.

Отвод газов из квартирных теплогенераторов осуществляется через дымовую трубу высотой 5—7 м. Тяга, создаваемая такой трубой, невелика, и чтобы дым из топки не выбивало в помещение, газовое сопротивление теплогенератора должно быть минимальным.

Квартирные генераторы тепла должны обладать также наименьшим гидравлическим сопротивлением, так как общее циркуляционное давление в системах весьма незначительно. Для увеличения этого давления целесообразно низкое расположение теплогенератора, однако чаще всего такое решение неприемлемо. При обычном размещении теплогенератора на полу для снижения центра нагрева и увеличения гидравлического напора желательно, чтобы теплогенератор был минимальной высоты, а поверхности нагрева располагались возможно ниже. Уголь загружают в топку обычно через 3—5 ч, чистят ее раз в сутки.

Затраты на топливо составляют основную часть эксплуатационных расходов, поэтому КПД котла должен быть достаточно высоким. Поскольку стоимость теплогенератора довольно велика, естественно желание приобрести более дешевый образец, однако, это не должно влиять на снижение КПД.

Наиболее распространены чугунные или стальные

водогрейные котлы, используемые самостоятельно или совместно с бытовыми плитами. Чугунные котлы имеют большие преимущества — они долговечные и дешевые при массовом изготовлении. Кроме того, их набирают из отдельных секций, поэтому изменением числа секций можно подобрать их любую производительность. Ремонт котлов обычно сводится к замене испорченной секции новой. Срок службы их около 20 лет, остальных — 10 лет. Срок эксплуатации от ремонта до ремонта — не менее 2000 ч, других конструкций — не менее 8000 ч.

В комплект оборудования входят расширительный бачок, термометр в оправе и ерш для чистки газоходов. Для котлов, работающих на твердом топливе, в комплект дополнительно должны входить резак, совок для угля, кочерга. Для универсальных котлов, работающих на жидком и газообразном топливе, поставляется еще и горелка с автоматом безопасности. Работа котлов на жидком и газообразном топливе без автомата безопасности не допускается. Комплект деталей для переоборудования топки поставляют в соответствии с рабочими чертежами. К комплекту приложена эксплуатационная документация: паспорт, инструкция по монтажу и эксплуатации котла и горелки с автоматом безопасности.

В качестве твердого топлива для малометражных котлов предусматриваются сортированный каменный уголь, антрацит, кокс, а также брикетированное малозольное топливо. Применяют только топки верхнего горения. При использовании дров, особенно повышенной влажности, необходимо увеличение высоты топки, так как дрова горят, образуя высокое пламя. При использовании газа и жидкого топлива обязательна замена топливника.

Следует заметить, что все малометражные котлы имеют небольшие конвективные поверхности теплообмена и вследствие этого высокую температуру отходящих газов (250—400 °С), что вызывает снижение их КПД. Если котел подсоединить к дымовой трубе через отопительный щиток, то можно существенно снизить температуру отходящих газов и увеличить КПД. При растопке котла, когда ухудшается тяга, открывают заслонку прямого хода и газы направляются в дымовую трубу. Так же поступают, когда на-

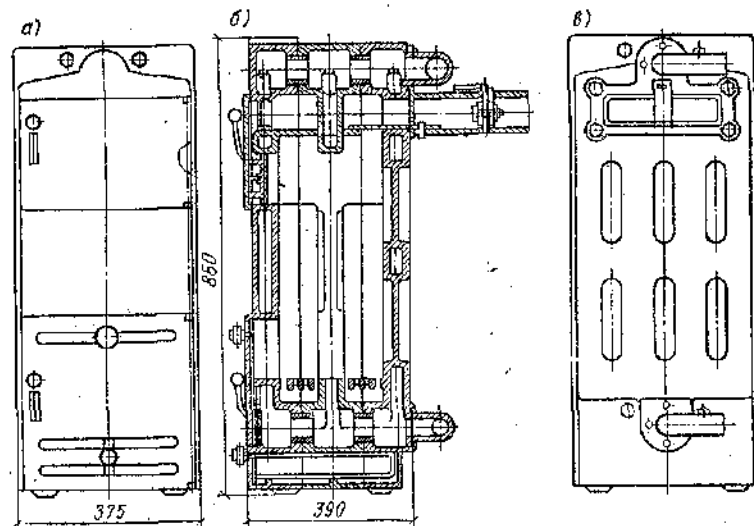


Рис. 10. Чугунный секционный водогрейный котел КЧММ
а — вид спереди; б — разрез; в — вид со стороны задней секции

чинают отопительный сезон. При установившейся тяге заслонка прямого хода закрывается и газы направляются в отопительный щиток.

Для наиболее распространенного топлива — каменного угля чаще всего используют чугунные котлы марок КЧММ, КЧММ-2, КЧМ-1, КЧМ-2, КЧМ-3, обычно поставляемые в собранном виде. Снаружи они обшиты кожухом из листовой стали. Между кожухом и чугунными секциями уложена теплоизоляция из листового асбеста. Котел КЧММ (рис. 10) состоит из трех секций, причем вся необходимая гарнитура размещена на крайних секциях. Колосниковая решетка выполнена частично охлаждаемой и имеет шуровочное устройство. Газовый тракт котла оборудован газоходом прямого хода, позволяющим при растопке направлять газы помимо теплообменных поверхностей сразу в дымовую трубу.

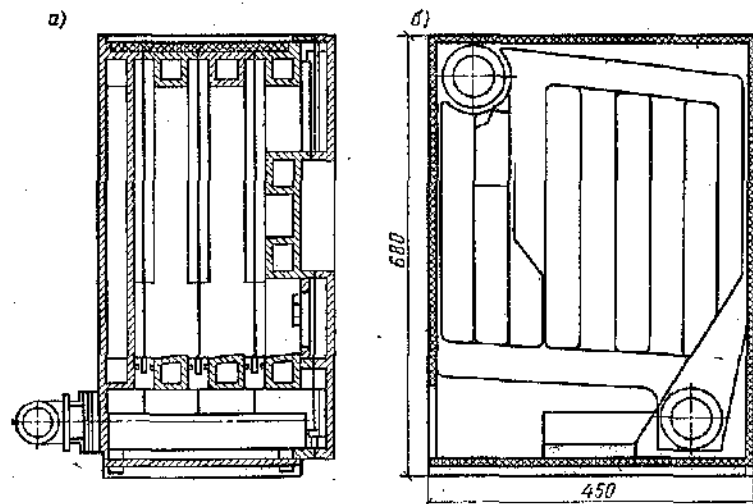


Рис. 11. Чугунный секционный водогрейный котел КЧММ-2
а — продольный разрез; б — поперечный разрез

Техническая характеристика котла КЧММ

Площадь поверхности нагрева котла, м ²	1,05
Теплопроизводительность:	
кВт	11,5
ккал/ч	10 000
КПД, не ниже (при сжигании антрацита марки АО), %	75
Площадь колосниковой решетки, м ²	0,0525
Топочный объем, м ³	0,023
Габариты, м:	
длина	0,39
высота	0,86
ширина	0,375
Вместимость котла, л	9,5
Масса секций на 1000 Вт, кг	12,4
Разрежение, необходимое для работы, Па	11—13

Котел КЧММ-2 (рис. 11) набирается из передней, задней и промежуточных секций, число которых составляет от двух до четырех. Колосниковая решетка образована чередующимися охлаждаемыми и неохлаждаемыми элементами. Изготавливает котлы Московский чугунолитейный завод им. Войкова.

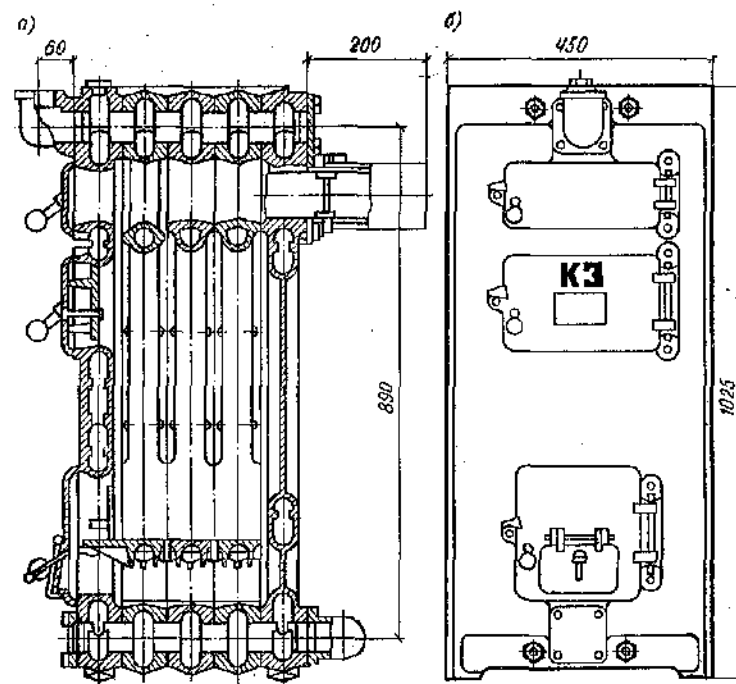


Рис. 12. Чугунный секционный водогрейный котел КЧМ-1
а — продольный разрез; б — вид спереди

Техническая характеристика котла КЧММ-2

	Площадь поверхности нагрева, м ²		
	0,9	1,17	1,44
Теплопроизводительность, Вт	10 500	14 000	17 500
КПД при сжигании угля марки АО, %	не менее 75		
Число секций	4	5	6
Вместимость котла, л	16,7	19,7	22,7
Площадь колосниковой решетки, м ²	0,048	0,064	0,08
Габариты котла, мм:			
длина	590	670	750
ширина	450	450	450
высота	680	680	680

Котел КЧМ-1 (рис. 12) отличается от котла КЧММ-2 в основном большим количеством секций.

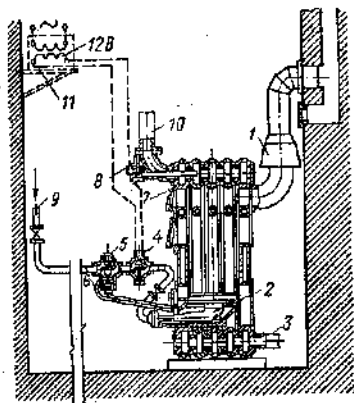


Рис. 13. Водогрейный котел КЧМ-2

1 — тягопрерыватель; 2 — горелка; 3 — вход обратной воды; 4, 5 — электромагнитный и соленоидный вентили; 6 — подвод газа; 7 — nipple; 8 — электрод; 9 — вход газа; 10 — выход горячей воды; 11 — трансформатор

В котле КЧМ-2 (рис. 13) число средних секций меняется от 2 до 8. Передняя секция имеет отверстия для загрузки топлива, шуровки слоя и выгрузки золы. Боковые стенки и верх котла изолированы листовым асбестом и кожухом из листовой стали. Для улучшения теплотехнических свойств газоходы снабжены удлинительными потоками дымовых газов, состоящими из чугунных вставок с внутренними ребрами и распорок. При установке вставок ребра попадают в межсекционные щели котла и крепятся с помощью стержней. Распорки с отверстиями для прохода газов размещают в топочном пространстве между вставками. Поднимаясь вверх газы ударяются в распорку, частично проходя через отверстия и попадают в зазоры, образованные вставками и секциями котла, тем самым улучшая теплопередачу от продуктов сгорания к воде.

Колосниковая решетка котла КЧМ-3 выполнена полностью охлаждаемой. В боковой его стенке по всей длине расположены отверстия для подвода воздуха.

Все котлы КЧММ и КЧМ рассчитаны на подогрев воды до 90—95 °С и на давление до 200 кПа (2 атм). Топки котлов при условии оборудования специальными газогорелочными устройствами и автоматикой безопасности могут быть переведены на сжигание газообразного топлива, а также жидкого печного марки ПДТ. Недостатком всех чугунных котлов является необходимость вручную поддерживать постоянную тол-

Таблица 2. Техническая характеристика котла КЧМ-1

Параметр	Площадь поверхности нагрева котла, м²						
	1,39	1,78	2,11	2,5	2,89	3,28	3,61
Теплопроизводительность, Вт	16 000	21 000	25 000	31 000	37 000	42 000	46 000
КПД при сжигании антрацита марки АО	77	75	74	73	72	72	71,5
Число секций	4	5	6	7	8	9	10
Вместимость, л	27,2	30,5	33,8	37,1	40,4	43,7	47,0
Площадь колосниковой решетки, м²	0,06	0,086	0,112	0,138	0,163	0,189	0,214
Длина котла, м	0,34	0,425	0,51	0,595	0,68	0,765	0,85
Топочный объем, м³	0,03	0,043	0,056	0,069	0,082	0,094	0,107
Масса секций, кг	181	216	248	283	318	353	386
Разрежение при работе, Па	10	12	14	15	16	18	20

щину слоя топлива на решетке, что представляет определенное неудобство для жильцов. Характеристики котлов серии КЧМ приведены в табл. 2—4.

Одно из достоинств чугунных котлов — индустриальность их изготовления и поставка застройщику в собранном виде. Вместе с тем котлы тяжелы и трудоемки в монтаже.

Помимо чугунных целесообразно использовать также стальные сварные котлы. Котлы серии КС выпол-

Таблица 3. Техническая характеристика котла КЧМ-2

Параметр	Площадь поверхности нагрева котла, м²						
	1,07	2,11	2,5	2,95	3,39	3,83	4,23
Теплопроизводительность, Вт	20 000	24 000	29 000	35 000	40 000	46 000	52 000
КПД	78	77	77	76	76	75	75
Число секций	4	5	6	7	8	9	10
Вместимость, л	27,4	30,8	34,2	37,6	41,0	44,4	47,8
Габариты, мм:							
длина	345	435	525	615	705	795	885
высота	1040	1040	1040	1040	1040	1040	1040
ширина	450	450	450	450	450	450	450
Масса секций, кг	278	322	365	409	452	497	539
Разрежение, Па	12	12	15	16	16	18	20

Таблица 4. Техническая характеристика котла КЧМ-3

Параметр	Площадь поверхности нагрева, м²						
	1,39	1,84	2,33	2,78	3,76	4,21	4,70
Теплопроизводительность, Вт	16 200	21 400	27 200	32 600	44 200	50 000	55 800
КПД	77	77	77	77	76	75	75
Число секций	3	4	5	6	8	9	10
Габариты, мм:							
длина	350	460	560	660	870	980	1100
ширина	480	480	480	480	480	480	480
высота	1150	1150	1150	1150	1150	1150	1150
Масса секций, кг	207	249	292	332	418	460	503
Разрежение, Па	12	12	15	16	16	18	20

нены в виде прямоугольной тумбы с внутренней топкой, окруженной водяной рубашкой. В нижней части размещена колосниковая решетка с зольниковой дверцей, в верхней части — загрузочный люк. Подвод воды осуществляется в нижнюю зону водяной рубашки, отвод нагретой воды — из верхней зоны котла. Характеристика котлов КС приведена ниже.

Техническая характеристика водогрейных стальных котлов

	Марка котла			
	КС-1	КС-2	КС-3	КС-4
Теплопроизводительность на твердом топливе, Вт	11 200	13 700	16 800	23 700
КПД на твердом топливе, %	75	75	75	75
Поверхность нагрева, м²	1,12	1,38	1,68	2,37
Параметры нагретой воды:				
температура, °С	95	95	95	95
давление абсолютное, кгс/м²	3	3	3	3
Гидравлическое сопротивление, Па	30	30	30	100
Разрежение в котле, Па	15	15	15	30
Температура наружной поверхности, °С, не более	70	70	70	70
Масса, кг	100	130	175	225

Продолжительность работы на твердом топливе без обслуживания, ч, не менее

6 6 6 6

Все указанные котлы предназначены для работы на сортированных марках угля и антраците.

Котлы серии КС (табл. 5) выпускаются и для сжигания жидкого топлива (керосин осветительный ТУ 38-101.656-76 и печное бытовое топливо марки ПДК), а также природного газа. В этом случае они снабжены соответствующими горелочными устройствами.

Таблица 5. Техническая характеристика стальных котлов (для жидкого и газообразного топлива)

Параметр	Марка котлов при работе на топливе					
	жидком			газообразном		
	КС 1ЖС	КС 2ЖС	КС 3ЖС	КС 1ГС	КС 2ГС	КС 3ГС
Тепловая производительность, Вт	8100	13 900	18 500	11 350	22 700	34 000
КПД	80	80	80	86	86	86
Абсолютное давление воды, кгс/м²	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Температура, °С	95	95	95	95	95	95
Разрежение, Па	15	15	15	25	25	25
Гидравлическое сопротивление, Па	30	30	30	30	30	30
Масса, кг	90	130	170	85	100	120

При сжигании в котлах твердого топлива, особенно каменных углей и антрацитов, возникают трудности с розжигом, так как они имеют высокую температуру воспламенения. Если в доме имеется горелка на баллонном (сжиженном) газе, то розжиг можно облегчить, используя специальное растопочное устройство (рис. 14). В этом случае в середину колосниковой решетки вставляется бытовая газовая горелка, с помощью которой и производится розжиг слоя. После того как топливо разогрелось, горелку выключают. И все же наиболее распространенным видом топлива в сельской местности остаются дрова — быстро «прогорающее» низкокалорийное топливо. Поэтому их це-

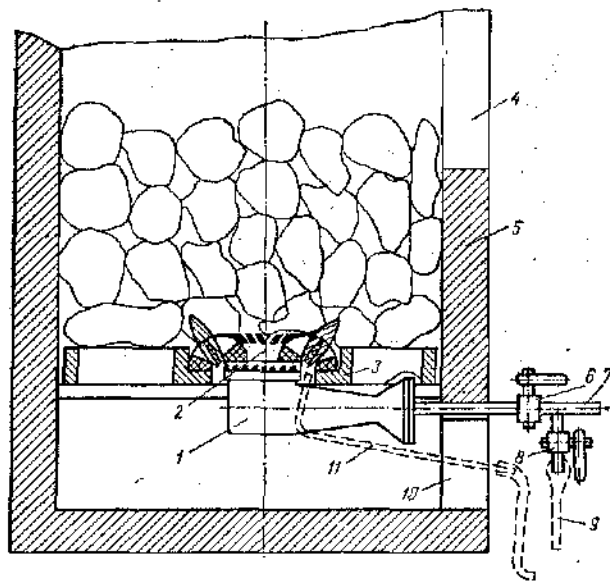


Рис. 14. Топка с горелкой для розжига твердого топлива

1 — газовая горелка; 2 — накладка на газовую горелку и колосниковую решетку; 3 — колосниковая решетка; 4 — отверстие для загрузки топлива; 5 — стенки топливника; 6 — кран газовой горелки; 7 — подсадка газа; 8 — кран для трубки; 9 — гибкий шланг; 10 — поддувальное отверстие; 11 — трубка для зажигания горелки

лесообразно сжигать в «шахтных» топках с высоким слоем, в которых топливо горит длительное время.

На рис. 15 показана конструкция стального сварного котла для дров. Котел одноходовой с верхним отводом продуктов сгорания. Воздух подается через колосниковую решетку (первичный) и над слоем дров (вторичный). Подача вторичного воздуха необходима ввиду того, что при нагреве дрова термически разлагаются с выделением горючих газов (летучих). Первичный воздух используется для горения твердой части топлива, остающейся на колосниках, а вторичный — для сжигания летучих в надслойном пространстве. Особенностью котла является возможность использования его не только для отопления, но и для горячего водоснабжения. Для этого в верхней части водяной емкости котла размещается цилиндрический водоводяной теплообменник, внутрь которого пода-

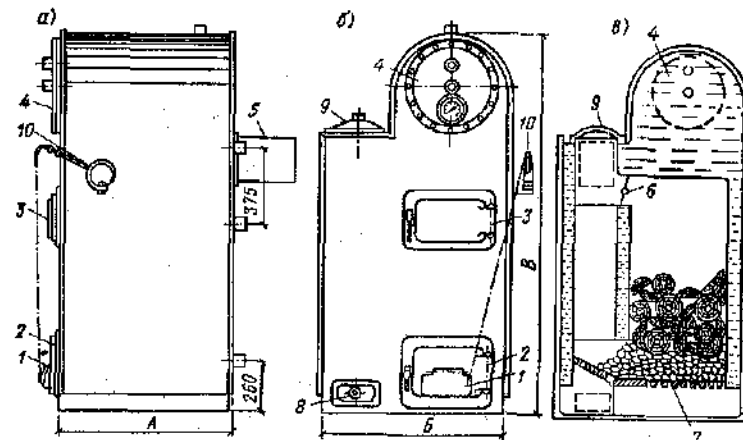


Рис. 15. Котел из листовой стали с дровяной топкой

а — вид сбоку; б — вид спереди; в — поперечный разрез; 1 — поддувальная дверка; 2 — прочистная дверка; 3 — топочная дверка; 4 — регулятор горения; 5 — водонагреватель; 6 — дымовой патрубок; 7 — колосники; 8 — чистка с песчаным затвором; 9 — дроссель (открывающийся при растопке и закрывающийся при установившемся горении); 10 — трубчатый электронагреватель

ется холодная вода, подлежащая нагреву для горячего водоснабжения, а с наружной стороны теплообменник омывается горячей водой отопительной системы.

Характеристика стального котла с шахтной дровяной топкой

	Площадь поверхности нагрева, м ²		
	1,3	2	4,5
Теплопроизводительность, Вт	13 000	20 000	44 000
Вместимость, л	220	230	420
Размер, мм	720	720	720
	650	650	950
	1350	1450	1900
Масса, кг	360	390	680

Промышленность выпускает специальные водонагреватели, теплообменные поверхности которых выполнены из стальных труб и секций. Аппараты отличаются от чугунных котлов и водонагревателей АГВ более эстетичным оформлением.

Аппарат АОТ-5 (модель 2004) производства Ново-

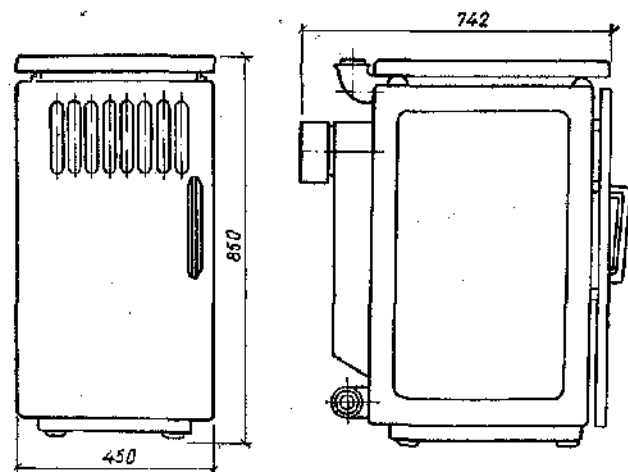


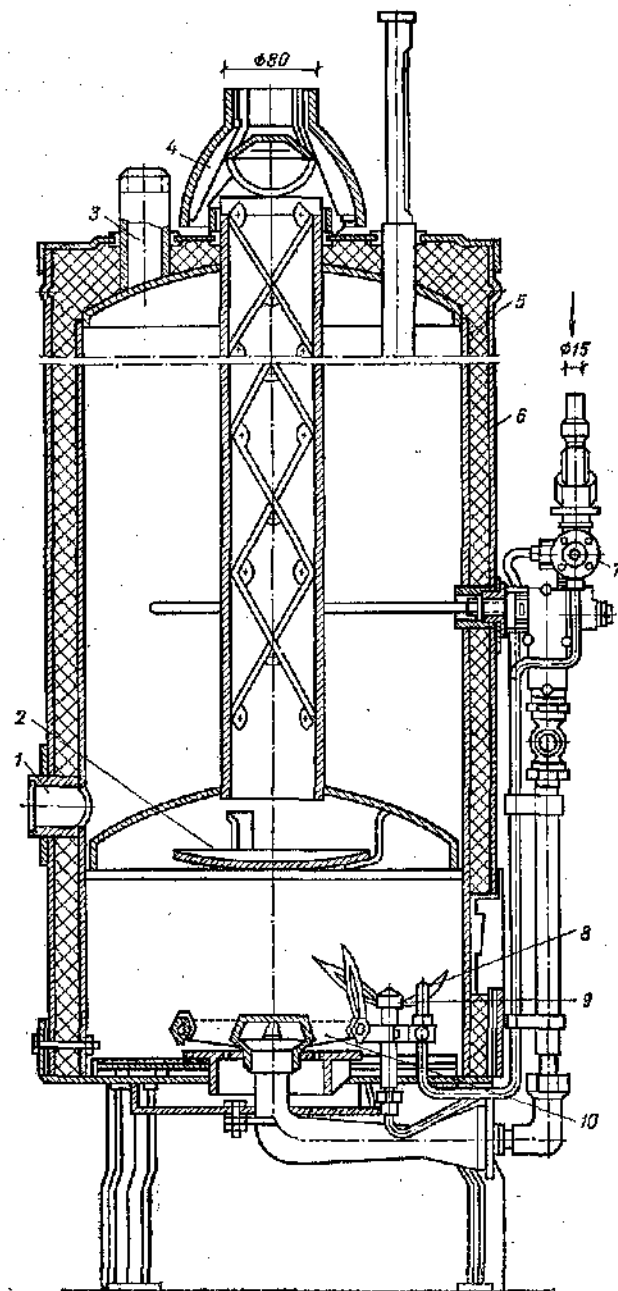
Рис. 16. Аппарат отопительный АОТВ-10 (2005)

Рис. 17. Газовый емкостный водонагреватель АГВ-80М

1, 3 — патрубки подвода холодной и отвода горячей воды; 2 — отражатель; 4 — тягопрерыватель; 5 — резервуар; 6 — кожух; 7 — терморегулятор; 8 — термолара; 9 — запальник; 10 — основная горелка

краматорского машиностроительного завода предназначен для отопления помещений площадью до 25 м² и приготовления пищи. Он выполнен в виде прямоугольного шкафа, состоящего из трех установленных один на другой отсеков. Каждый отсек — металлический каркас, футерованный изнутри шамотным кирпичом. Внутри верхнего и среднего блоков имеются два канала, образующих топочное пространство, и канал для отвода продуктов сгорания. Для подогрева пищи в верхний блок вмонтирована чугунная плита с конфоркой, легко снимающаяся при чистке аппарата. В нижнем блоке установлены чугунная колосниковая решетка и зольник. В трубке для отвода продуктов сгорания, расположенном в задней стенке аппарата, находится шибер, регулирующий разрежение в топке. Подача воздуха регулируется специальным регулятором, находящимся в нижнем блоке аппарата.

Аппарат АОТ-8 (модель 2007) аналогичен по конструкции аппарату АОТ-5, но производительность его больше.



Техническая характеристика аппаратов

	АОТ-5	АОТ-8
Теплопроизводительность, Вт	3500—4000	6500
Расход антрацита в 1 ч, кг	0,6—1	1,1
КПД, %	55—65	65
Габариты, мм	850×338× ×416	832× ×450× ×525
Масса, кг	108	120

Отопительный аппарат АОТВ (модель — 2005) (рис. 16) предназначен для водяного отопления и горячего водоснабжения помещений площадью до 70 м² при сжигании антрацита, каменного угля, торфа, дров. Конструкция состоит из сборной чугунной топки, задняя и боковые стенки которой футерованы шамотным кирпичом, двухсекционного теплообменника, соединенных между собой внизу тройником, а верхней частью с чугунным баком, в котором размещен змеевик для горячего водоснабжения. Газовый тракт имеет два хода: при нормальном режиме — через нижний проем в трубу и при растопке, через верхний проем в трубу.

Техническая характеристика АОТВ-10 (2005)

Теплопроизводительность, Вт, в режиме:	
отопления	8600
горячего водоснабжения	3150
Расход антрацита в 1 ч, кг	1,3
Количество воды, нагретой до 45°С в режиме горячего водоснабжения, кг/ч	60
КПД в режиме отопления, %	65
Вместимость (вода), л	18
Размеры дымоотводящего патрубка, мм	136×136
Габариты аппарата, мм	742×450×850
Масса с футеровкой, кг	120

Газовые теплогенераторы для отопления. Отечественная промышленность серийно выпускает стальные газовые емкостные водонагреватели АГВ-80М и АГВ-120М, предназначенные для отопления и горячего водоснабжения усадебных домов и отдельных квартир. Благодаря малому гидравлическому сопротивлению аппараты АГВ можно применять в системах квартирного водяного отопления с естественной циркуляцией.

Аппарат АГВ-80М (рис. 17) состоит из вертикального цилиндрического резервуара, кожуха, газовой горелки с запальником, газоотводящего устройства. В центре резервуара расположена теплообменная труба с удлинителем. Пространство между резервуаром и кожухом заполнено изоляцией из шлако- или стекловаты. Над выходным отверстием жаровой трубы расположен тягопрерыватель. В нижней части аппарата размещена инжекционная горелка низкого давления, в которой на кронштейне крепится запальник. Запальник имеет два язычка пламени: от одного происходит зажигание основной горелки, от второго нагревается спай термопары.

Смеситель горелки представляет собой согнутую под углом 90° профилированную трубу. На диффузоре смесителя имеется чугунная насадка. Огневые отверстия в насадке просверлены в специальных приливах, расположенных в один ряд, что улучшает условия подвода вторичного воздуха к факелам. Так как горелка работает с коэффициентом избытка воздуха $\alpha < 1$, это условие является необходимым. Расположение отверстий по окружности способствует равномерному распределению теплоты в топке, а большое число отверстий позволяет получать факелы наибольшей высоты.

Водонагреватель снабжен автоматическими системами безопасности и регулирования (рис. 18); последняя (рис. 18, а) поддерживает температуру воды в заданных пределах. Автоматика безопасности водонагревателя состоит из электромагнитного клапана (рис. 18, б) и термопары, соединенной с ним проводом. При нормальной работе аппарата запальник нагревает спай термопары, в цепи развивается электродвижущая сила и в узле электромагнитного клапана образуется магнитное поле, удерживающее клапан в открытом положении. При этом газ поступает к основной горелке. В случае если запальник погаснет, спай термопары остынет и электромагнитный клапан закроет доступ газа к основной горелке и запальнику. Повторное зажигание запальника необходимо производить вручную, но не ранее чем через 2 мин.

Водонагреватель запускают в работу только после заполнения его водой. Для этого достаточно открыть любой из водоразборных кранов горячей воды и убе-

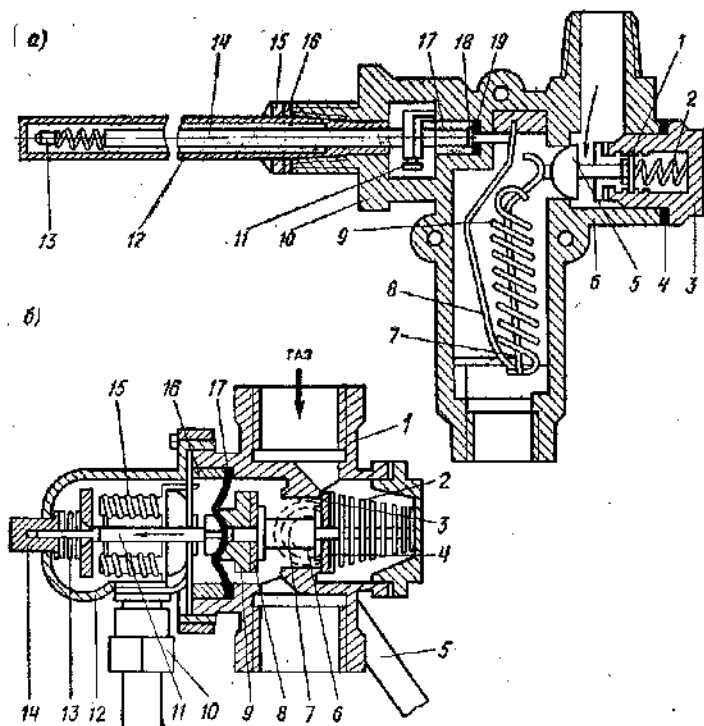


Рис. 18. Приборы автоматики водонагревателя АГВ-80М

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

даться, что вода вытекает из него под напором. Затем открывают кран на газопроводе перед аппаратом, подносят зажженную спичку к запальнику и открывают его кран. Через 1—2 мин после зажигания запальника необходимо оттянуть вниз до отказа кнопку электромагнита, при этом кнопка должна оставаться в нижнем положении. Убедившись в то, что запальник

горит, открывают кран основной горелки и зажигают ее. Если горелка не загорается, а запальник гаснет, то повторное зажигание можно производить только после вентилирования топки в течение 2—3 мин. Пустив подонагреватель, необходимо закрыть дверцу и проверить наличие разрежения в дымоходе с помощью зажженной спички. При отсутствии разрежения в дымоходе пользоваться водонагревателем категорически запрещается. После нагрева воды до требуемой температуры терморегулятор прекращает подачу газа к основной горелке. При снижении температуры воды в нагревателе на 5—10 °С (в результате отбора горячей воды или теплопотерь при отоплении) терморегулятор возобновляет подачу газа к основной горелке. Регулирование максимальной температуры воды производится вращением правой нижней гайки блока автоматики. При снижении температуры гайку необходимо повернуть вниз, при повышении — вверх. Чтобы выключить водонагреватель, необходимо закрыть кран запальника и кран основной горелки, а также кран на газопроводе перед прибором.

Водонагреватели обслуживают лица, ознакомившиеся с инструкцией и основными правилами безопасности эксплуатации приборов.

Емкостные водонагреватели типа АГВ с отводом продуктов сгорания в дымоход можно устанавливать в ванных комнатах и на кухнях. Емкостный водонагреватель АГВ-120 отличается от рассмотренных выше большими теплопроизводительностью и габаритами, а также конструкцией блока автоматики регулирования. Основные характеристики водонагревателей АГВ даны ниже.

Техническая характеристика емкостных водонагревателей

	АГВ-50М	АГВ-80М	АГВ-120
Тепловая нагрузка горелки, кВт	6,8	6,8	14
Теплопроизводительность, кВт	5	5,2	10
Интервал настройки по температуре, °С	40—90	40—90	30—95
Вместимость бака, л	50	80	120
Время нагрева воды до температуры 80 °С, мин	55	60—70	60
КПД при непрерывной работе, %	70	75	75

Диаметр, мм:			
подводящего газа-			
провода, мм	38	38	38
водонагревателя, мм	410	410	460
Высота, мм	1210	1540	1660
Масса (без воды), кг	70	84	100
Площадь отапливаемых помещений, м ²	30—40	50—60	75—85

Объем ванной комнаты при использовании нагревателя типа АГВ должен быть не менее 6 м³. Увеличение же объема кухни сверх предусмотренного не требуется. На рис. 19 показана установка аппарата АГВ-120.

К дымоходу водонагревателя присоединяют трубами из кровельной стали толщиной 0,8—1 мм, причем диаметр соединительных труб должен быть не менее 80 мм для АГВ-50 и АГВ-80М и не менее 100 мм — для АГВ-120. Общая длина горизонтальных участков соединительных труб должна быть не более 3 м для вновь возводимых зданий и не более 6 м для существующих домов.

Длина вертикального участка соединительной трубы от патрубка прибора до начала ее поворота должна быть не менее 0,5 м; в помещениях высотой до 2,7 м допускается вертикальный участок длиной 0,25 м.

На рис. 20 показана схема отопления и горячего водоснабжения помещений с помощью водонагревателя АГВ-120. Трубопровод горячей воды к радиаторам для водоразбора прокладывается под потолком, а обратный — над полом помещения. Водопроводный вентиль в период работы аппарата в отопительном режиме должен быть закрыт и открывать его следует только периодически для пополнения (подпитки) системы водой. При пользовании горячим водоснабжением краны на подающем и обратном трубопроводах системы отопления должны быть закрыты, а на подпиточном — открыты. Перед каждым радиатором на подводе горячей воды устанавливают краны двойной регулировки. Расстояние от низа радиатора до пола должно быть 100—150 мм.

Чугунные секционные котлы серии КЧМ также можно использовать для сжигания газообразного топлива. Котлы КЧМ-2 снабжены специально разработанными инжекционными горелками низкого давления.

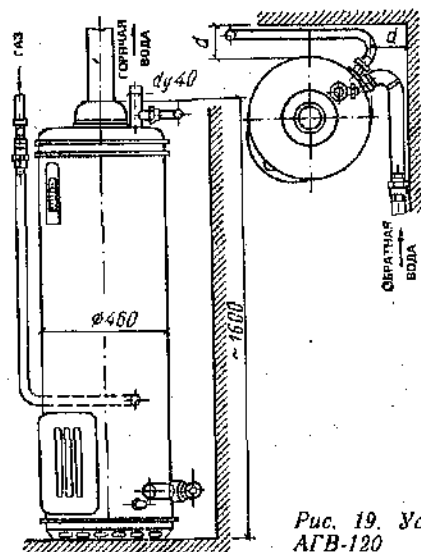


Рис. 19. Установка водонагревателя АГВ-120

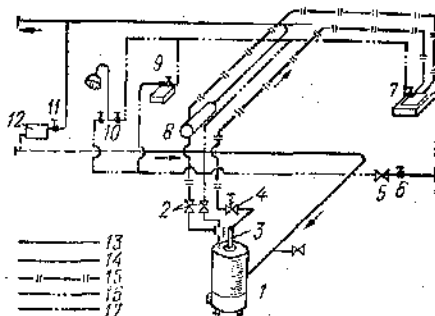


Рис. 20. Схема отопления и горячего водоснабжения с помощью водонагревателя АГВ-120

1 — водонагреватель; 2 — кран проходной сальниковый диаметром 20 мм; 3 — соединительная газопроводная труба; 4 — предохранительный клапан; 5 — обратный клапан диаметром 15 мм; 6 — вентиль водопроводный диаметром 15 мм; 7 — водоразборный кран; 8 — смеситель настенный (для умывальника); 9 — смеситель настенный (с душем); 10 — смеситель настенный (с душем); 11 — кран двойного регулирования диаметром 15 мм; 12 — радиатор; 13 — подающий трубопровод, отопления; 14 — обратный трубопровод отопления; 15 — сигнальный трубопровод; 16 — циркуляционный трубопровод горячей воды к водоразборным кранам; 17 — существующий водопровод

Насадка горелки имеет прямоугольную форму в виде рамки (с перемычкой посередине). Газовоздушную смесь из смесителя горелки подводят к центру перемычки, а затем (с двух сторон) к выходным отверстиям, расположенным по периметру рамки. Двухрядное расположение по насадке огневых отверстий позволяет сократить ее размеры, однако ухудшает условия подвода вторичного воздуха. Это несколько увеличивает длину факела по сравнению с горелками, имеющими однорядное расположение отверстий.

Номинальное давление перед горелками, работающими на природном газе, — 1300 Па, на сжиженном — 3000 Па.

Горелки устанавливают на уровне колосниковой решетки (которая снимается при работе на газе), а вместо топочной дверки устанавливают фронтальную

Техническая характеристика котлов КЧМ-2 на природном газе

	Число секций					
	4	5	6	7	10	12
Площадь поверхности нагрева, м ²	1,18	1,5	1,82	2,46	3,1	3,74
Теплопроизводительность, ккал/ч	9500	14 300	17 900	34 400	25 600	42 200
Число горелок	1	1	1	2	2	2
Тепловая нагрузка всех горелок, кВт	14	20,6	24	37	50	6
КПД, %	80	80	80	80	80	80
Габариты с автоматикой и тягоприводом, м	0,86× ×0,46× ×1,195	0,94× ×0,46× ×1,195	1,02× ×0,46× ×1,4	1,18× ×0,46× ×1,6	1,34× ×0,46× ×1,8	1,5× ×0,46× ×2,05
Площадь отапливаемого помещения, м ² , не более	100	150	175	250	350	400

Техническая характеристика инжекционных горелок для секционных котлов КЧМ-2

	Число секций					
	4	5	6	8	10	12
Теплопроизводительность, кВт	14	20,6	24	18,6	25	30,7
Подача газа, м ³ /ч:						
природного	1,4	2,1	2,6	1,9	2,5	2,1
сжиженного	0,54	0,8	1,0	0,73	0,98	1,2
Диаметр сопла, мм, для газа:						
природного	3,2	4	4,5	3,8	4,3	4,8
сжиженного	2,1	2,7	3	2,5	2,8	3,2
Габариты, мм	455× ×192× ×155	467× ×192× ×155	565× ×192× ×155	666× ×130× ×191	825× ×130× ×191	990× ×130× ×191
Масса, кг	6,9	8,6	14,3	7,7	9,4	11,8

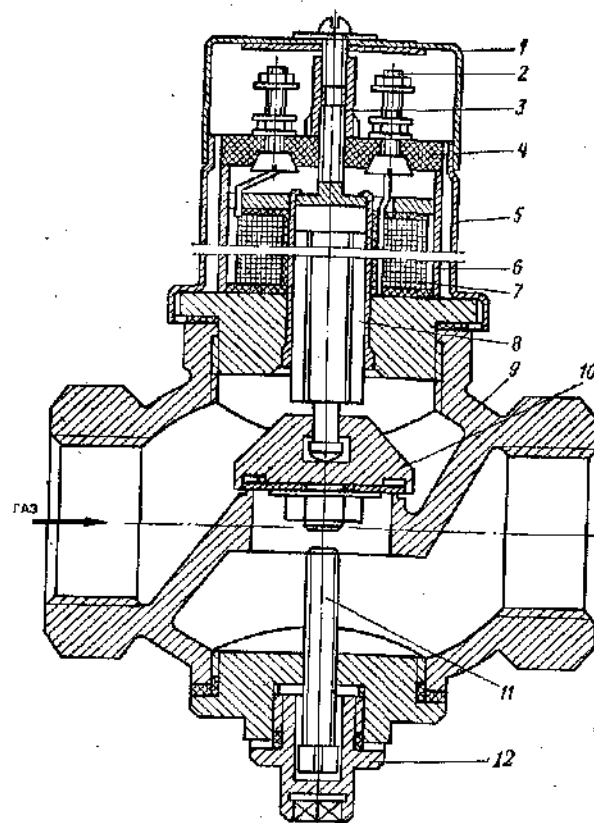


Рис. 21. Соленоидный клапан

1 — колпак; 2 — клеммы; 3 — гайка; 4 — диск; 5 — конус; 6 — стакан; 7 — соленоидная катушка; 8 — сердечник; 9 — конус; 10 — клапан; 11 — винт; 12 — колпачок

плиту. К фронтальной плите крепят подводящий газопровод, горелку и приборы автоматики. В котлах с различным числом секций устанавливают горелки определенной теплопроизводительности.

Котлы снабжены двухпозиционной автоматикой регулирования температуры воды. Терморегулятор, установленный на выходе горячей воды из котла, воздействует на соленоидный клапан (рис. 21), через который осуществляется подача газа на основную го-

релку. Работа терморегулятора основана на использовании различных коэффициентов линейного расширения металлов, из которых сделан чувствительный элемент. Наружная латунная трубка имеет коэффициент линейного расширения больший, чем внутренний инварный стержень. При нагреве воды выше установленной температуры терморегулятор срабатывает и размыкает цепь соленоидного клапана. Соленоидный клапан закрывается и прекращает доступ газа к горелкам. К запальнику газ продолжает поступать через электромагнитный клапан. При снижении температуры воды длина латунной трубки уменьшается, пружина возвращает рычаги в первоначальное положение и электрический контакт замыкается. В цепи возникает электрический ток, и соленоидный клапан открывает доступ газа. Предельные температуры устанавливаются специальной регулировочной гайкой на терморегуляторе. Пределы настройки терморегулятора от 45 до 85 °С.

Соленоидный клапан является исполнительным устройством автоматики регулирования. При подключении катушки клапана к источнику переменного тока напряжением 12 В появляется электромагнитное поле и сердечник втягивается внутрь соленоидной катушки, поднимая клапан. Газ в соленоидный клапан поступает сверху (на клапан), чем достигается большая плотность закрытия.

Автоматика безопасности состоит из термопары, запальной горелки и электромагнитного клапана. Термopapa из хромель-копеля является источником получения электродвижущей силы (ЭДС) в системе. Спай термопары нагревается факелом запальника, и в цепи и обмотке электромагнита клапана, соединенной с проводниками термопары, возникает ЭДС. Дисковый якорь клапана соединен со штоком, к нижнему концу которого прикреплен тарельчатый клапан. В нерабочем положении тарельчатый клапан прижат пружиной к верхнему седлу и перекрывает доступ газа к основной и запальной горелкам. При пуске электромагнитного клапана в работу (во время зажигания котла) необходимо нажать на кнопку, которая через шток связана с тарельчатым клапаном. При этом открывается доступ газа к запальной горелке через отверстие в корпусе клапана. Когда термopapa

нагрета и в обмотке электромагнита возникла ЭДС, якорь прижимается к нему и клапан открывает доступ газа к основным горелкам. При остывании термопары в цепи ЭДС отсутствует и клапан под действием пружины закрывается и прекращает подачу газа. Автоматическое отключение газа при погасании запальной горелки происходит не более чем через 25 с.

Установка котлов типа КЧМ-2 допускается только в нежилых помещениях объемом не менее 7,5 м³, имеющих вентиляционный канал. При установке котла в кухне ее объем должен быть на 6 м³ больше требуемого для установки газовых плит. Расстояние между выступающими частями горелки котла и противоположной стеной — не менее 1 м, а расстояние между боковыми и задней стенками котла и стеной помещения — не менее 0,4 м. Котел присоединяют к дымоходу с помощью труб из кровельной стали (толщиной 0,8—1 мм), диаметр соединительных труб меньше, чем диаметр патрубка. Минимальное значение разрежения в дымоходе составляет 3 Па.

Схема установки котла КЧМ-2 в помещении и подключения его к дымовой трубе показана на рис. 22.

Общая длина горизонтальных участков соединительных труб для отвода продуктов сгорания должна быть во вновь возводимых зданиях — не более 3 м, в существующих домах — не более 6 м. Длина вертикального участка соединительной трубы (от патрубка прибора до оси горизонтального участка трубы) должна быть не менее 0,5 м. В помещениях высотой 2,7 м допускается вертикальный участок длиной 0,25 м. Уклон соединительных труб в сторону котла — не менее 0,01. Звенья соединительных труб должны плотно вдвигаться одно в другое (по ходу движения продуктов сгорания) на расстояние не менее чем 0,5 диаметра трубы.

Прокладка соединительных труб через жилые помещения запрещается. Соединительные трубы, проложенные в холодных помещениях, утепляют (изолируют).

При установке отопительного котла КЧМ-2 разводящий (подающий) трубопровод горячей воды прокладывают под потолком, а обратный — над полом помещения. Минимальный уклон трубопроводов принимается 0,003. Радиаторы устанавливают на рассто-

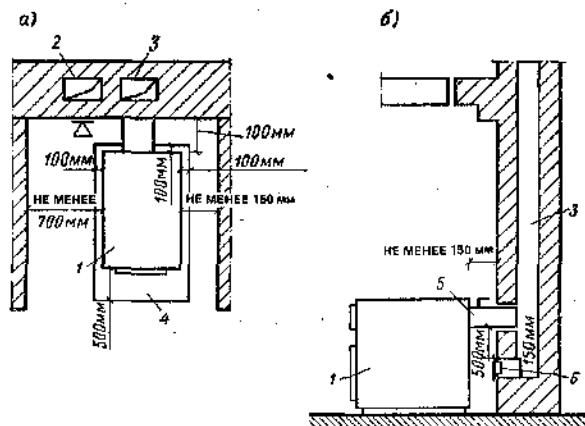


Рис. 22. Схема установки котла КЧМ-2 и подключение его к дымовой трубе

а — план; б — разрез: 1 — котел; 2 — вентиляционный канал; 3 — дымовой канал; 4 — стальной лист; 5 — дымовой патрубок; 6 — прочистка

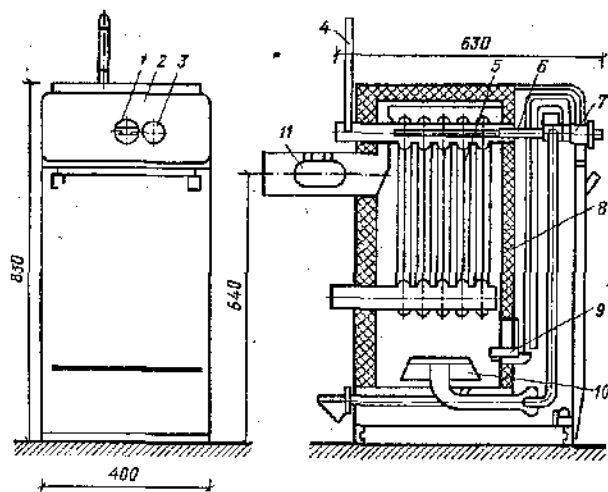


Рис. 23. Газовый отопительный водонагреватель АОГВ-10-3-У.

1 — ручка крана; 2 — передняя панель; 3 — смотровое окно; 4 — термометр; 5 — теплообменник; 6 — терморегулятор; 7 — электромагнитный клапан; 8 — тепловая изоляция; 9 — запальная горелка с термопарой; 10 — газовая горелка; 11 — дымоотводящий патрубок

янии 100—150 мм от пола. Перед каждым радиатором на трубопроводе горячей воды находятся краны двойной регулировки. Водопроводный вентиль на линии подачи воды при работе котла должен быть закрыт. Открывают его периодически только для исполнения системы водой.

Перед пуском котла следует убедиться, что система заполнена водой (проверяют по появлению ее из сигнальной трубы у раковины). Затем необходимо включить штепсельную вилку трансформатора в электросеть и открыть кран на опуске газопровода к котлу. Через глазок котла необходимо подвести горящую спичку к запальнику и одновременно нажать до отказа кнопку электромагнитного клапана. Спустя 1—2 мин отпустить кнопку и убедиться, что запальник горит. Если запальник погас, необходимо провести повторное зажигание. Затем плавно открывают газовый кран перед горелкой и, убедившись, что газ горит у всех отверстий горелки, регулируют его пламя; при появлении признаков отрыва пламени воздушным регулятором уменьшают поступление первичного воздуха, а при наличии коптящего пламени — увеличивают его подачу, вращая регулятор по часовой стрелке.

После пуска котла проверяют наличие разрежения в дымоходе с помощью горящей спички. При отсутствии разрежения, а также при выбивании пламени из топки пользоваться котлом категорически запрещается.

Когда вода в котле нагреется до заданной температуры, горелка автоматически выключается, но запальник продолжает гореть. При охлаждении воды на 5—6 °С горелка автоматически включается. Если необходимо повысить температуру воды, передвигают стрелку терморегулятора в сторону положения «Гор», если понизить — в сторону «Хол». Температура нагретой в котле воды контролируется термометром.

Для остановки котла нужно закрыть газовые краны перед горелкой и на опуске газопровода, а также выключить трансформатор из электросети. Обслуживание котла должно производиться в полном соответствии с инструкцией.

К аппаратам, имеющим теплообменные поверхности из стальных труб или секций, относятся разрабо-

танные Донецким объединением «Газоаппарат» водонагреватели серии АОГВ.

Марнупольский завод тяжелого машиностроения для квартирного отопления выпускает газовый аппарат АОГВ-10-3-У (модель 2203) для квартирного отопления. Котел (рис. 23) выполнен в виде прямоугольной тумбы, облицовочные поверхности которой изготовлены из листовой стали и эмалированы. Внутри него в теплоизоляционном кожухе расположены горелка и нагреватель, состоящий из пяти штампованных стальных секций. Котел имеет автомат регулирования температуры воды и автомат безопасности, который состоит из электромагнитного клапана с термодарой, являющейся датчиком пламени запальной горелки. Автомат регулирования термодары отключает подачу газа к основной горелке в случае превышения заданного предела температуры нагретой воды. Автоматическое устройство безопасности горения и наличия тяги отключает подачу газа к основной горелке при погасании пламени запальной горелки или нарушении тяги в дымоходе.

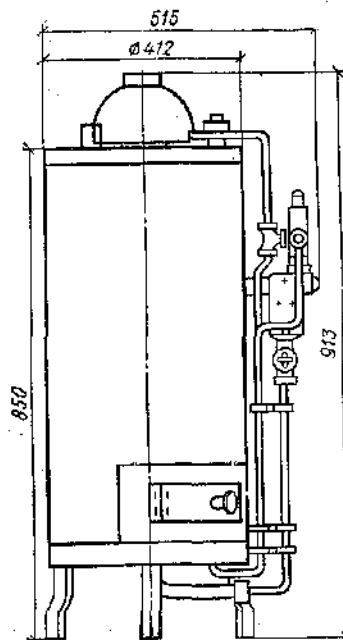
Техническая характеристика аппарата АОГВ-10-3-У

Теплопроизводительность, Вт	9300
Расход природного газа, м ³ /ч	1,2
КПД, %	80
Площадь поверхности нагрева, м ²	0,9
Диаметр, мм:	
дымоотводящего патрубка	180
подводящих труб	40
Габариты, мм:	
высота	850
ширина	400
глубина	600
Масса, кг	85

Аналогичный аппарат большей производительности АОГВ-20-3-У (модель 2205) выпускает Харьковский тракторный завод. Этот аппарат имеет следующую характеристику:

теплопроизводительность, Вт	18 400
КПД, %	80
расход природного газа, м ³ /ч	2,4
диапазон регулирования температуры воды, °С	50—90
габариты, мм	374×656×850
масса, кг	100

Рис. 24. Газовый емкостный водонагреватель АОГВ-6-3-У



Ростовский завод газовой аппаратуры для систем водяного квартирного отопления поставляет газовые отопительные аппараты АОГВ-6-3-У (модель 2208). Аппарат (рис. 24) представляет собой уменьшенную модель водонагревателя АГВ аналогичной конструкции. Автомат безопасности отключает подачу газа к основной и запальной горелкам при погасании пламени запальной горелки или нарушении тяги в дымоходе.

Техническая характеристика АОГВ-6-3-У

Теплопроизводительность, Вт	5600
Диаметр, мм	412
Высота, мм	973
Диаметр дымоотводящего патрубка, мм	80
Диапазон регулирования температуры, °С	50—90
КПД, %	80
Масса, кг	50

Давление газа перед горелкой у всех аппаратов составляет 650—2000 Па.

В качестве теплогенераторов для системы отопле-

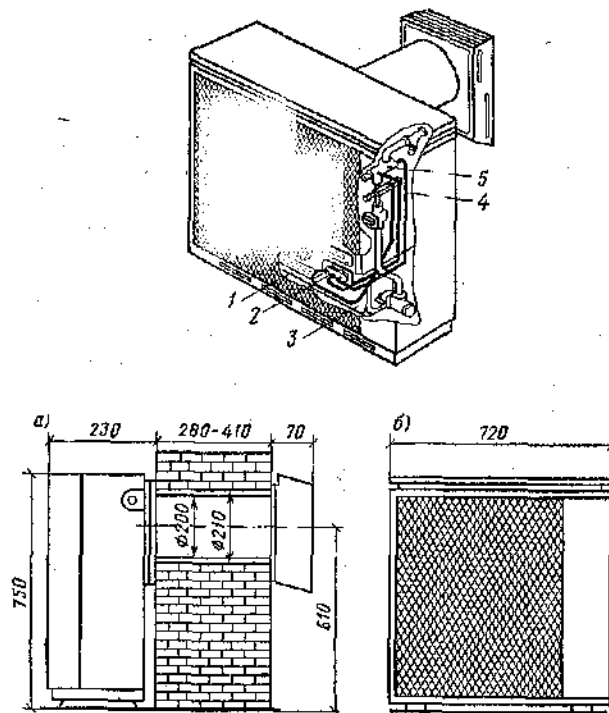


Рис. 25. Газовоздушный калорифер АОГ-5 (4004)

а — разрез: 1 — запальник; 2 — панель управления; 3 — поддон для розжига горелки; 4 — импульсные линии; 5 — газовый клапан; б — вид с фронта

ния используют газовые проточные водонагреватели. Однако следует учитывать, что их теплопроизводительность обычно слишком велика. Для индивидуального отопления подходят аппараты такого типа с наименьшей теплопроизводительностью, например, ВПГ-8 на 8000 Вт. Кроме того, проточные газовые колонки обладают значительным сопротивлением прохождению воды. Для создания достаточного гидравлического напора колонку следует располагать ниже отопительных приборов, на полу помещения или в подвале, специально оборудованном в соответствии с требованиями газовой инспекции, что не всегда возможно. Регулятор температуры газовой колонки должен быть настроен на температуру нагрева, установ-

ливаемую жильцами в зависимости от температуры наружного воздуха.

Газовоздушный калорифер АОГ-5 (4004), показанный на рис. 25, предназначен для обогрева помещений площадью до 30 м². Основные узлы его: корпус, камера сгорания с дымоотводящим патрубком и каналом для подвода воздуха, стенной канал с решеткой, электромагнитный клапан с термопарой, пьезоэлектрическое запальное устройство. Панель управления газовым клапаном, кнопки включения электромагнитного клапана и запального устройства расположены на передней стенке аппарата.

Аппарат не требует специального дымохода, так как снабжен стенным каналом, через который удаляются продукты сгорания и подается наружный воздух в топку. Калорифер оборудован автоматикой безопасности, отключающей подачу газа к основной и запальной горелкам при погасании пламени запальника. Выпускает калориферы АОГ-5 (4004) Тбилисский завод газовой аппаратуры.

Техническая характеристика калорифера АОГ-5

Тепловая нагрузка горелки, Вт:	
основной	5810
запальной	231
Расход газа, м ³ /ч:	
природного	0,6
сжиженного	0,22
КПД, %	80
Габариты, мм:	
ширина	720
высота	750
глубина (без стенного дымохода)	250
Диаметр стенного канала, мм	200
Масса, кг	35

Газовый камин «АМРА» (рис. 26) Сухумского экспериментального завода газовой аппаратуры представляет собой отопительный прибор радиационно-конвективного типа. Горелка инфракрасного излучения ГИИВ-1 теплопроизводительностью 35-46 кВт установлена в штампованном из стального листа корпусе камина. Газовый кран находится на боковой панели. Первичный воздух для горения поступает к горелке через отверстия в дне корпуса. Продукты сгорания отводятся в дымоход через теплообменник в патрубок в задней стенке камина. Через щелевые от-

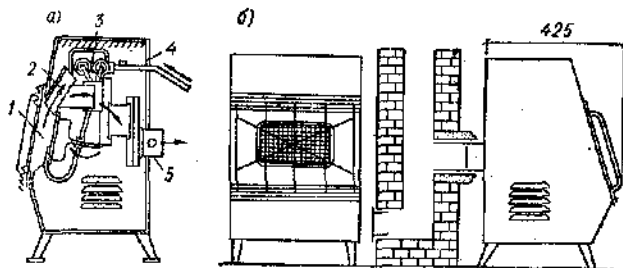


Рис. 26. Газовый камин «Амра»

а — устройство: 1 — инжекционная горелка ГИИВ-1; 2 — коллектор-теплообменник; 3 — электромагнитный клапан; 4 — подвод газа; 5 — дымоотводящий патрубок; б — схема присоединения к газопроводу

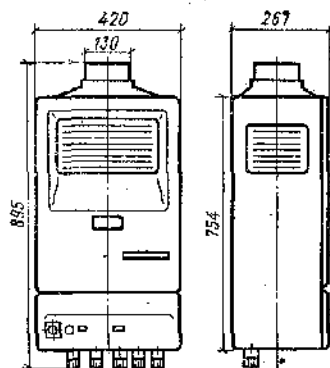


Рис. 27. Водогрейный комбинированный аппарат АДГ-25

верстия в стенках корпуса воздух из помещения поступает к стенкам теплообменника, нагревается и выходит в помещение. Камин снабжен автоматикой безопасности (электромагнитным клапаном), обеспечивающим отключение газа при погасании пламени. Прибор работает на сжиженном газе, поступающем через регулятор давления из баллона вместимостью 27 л. Один баллон обеспечивает работу камина на нормальном режиме в течение 45 ч.

Донецким производственным объединением «Газоаппарат» разработан газовый комбинированный аппарат АДГ-25 (рис. 27), предназначенный для отопления и горячего водоснабжения больших усадебных домов, с увеличенной теплопроизводительностью. С учетом большей протяженности отопительных коммуникаций предусмотрена принудительная насосная циркуляция воды. Аппарат состоит из следующих основных узлов: основной и запальной горелок, тепло-

обменника, электронного блока управления с устройством переключения режимов работы, газового и водяного блока с циркуляционным насосом, датчиков: контроля пламени, наличия тяги в дымоходе, температуры воды и воздуха в помещении.

Автоматика безопасности и регулирования обеспечивает отключение горелок при отсутствии тяги в дымоходе, превышении температуры нагрева воды заданного предела и прекращении циркуляции воды, а также при погасании пламени запальной горелки. Автоматика также отключает подачу газа к горелке при достижении заданной температуры воздуха в помещении.

Техническая характеристика аппарата АДГ-25

Теплопроизводительность, Вт	2500
Диапазон регулирования температуры воды в режиме отопления, °С	35—40
КПД, %	80
Габариты, мм	420×267×895
Масса, кг	50

Кроме описанных газовых приборов, выпускаемых промышленностью для отопления усадебных домов, можно использовать самостоятельно изготовленные конструкции.

Киевским инженерно-строительным институтом разработаны сварные газовые котлы типа ПОГ (рис. 28), состоящие из труб диаметром 150—300 мм. Котлы включают вертикально расположенную горелку и водяной кожух с внутренней жаровой трубой, обременной пластинами из листовой стали (модель ПОГ-1). В модели ПОГ-2 жаровая труба дополнительно имеет шамотную насадку. Котлы ПОГ снабжаются простейшей автоматикой горения, поставляемой промышленностью.

Другая конструкция водогрейного котла, работающего на газовом таганке типа «Мосгаз», показана на рис. 29. Основные элементы установки — таганок и водяная сварная коробка. Подвод воды из системы отопления к коробке осуществляется через патрубок, отвод нагретой воды — по стояку и патрубку. На этом же главном стояке монтируется расширительный сосуд. Благодаря низкому расположению водяной коробки центр нагрева воды в аппарате обычно находит-

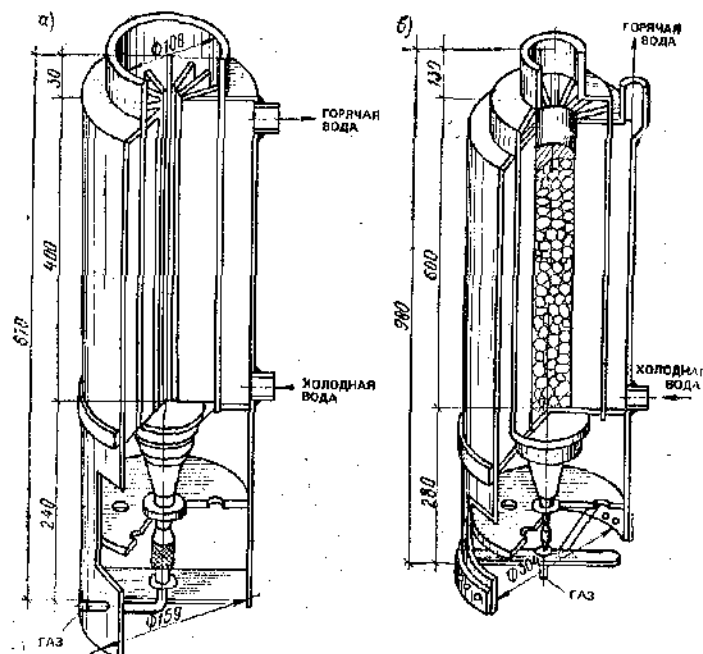
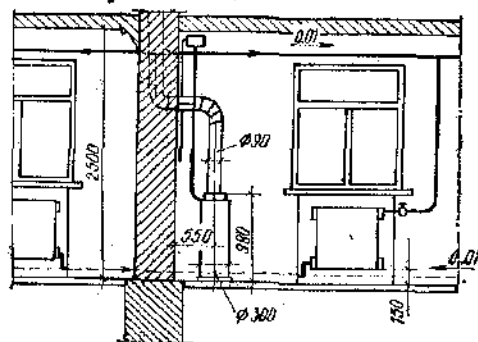


Рис. 28. Газовые котлы ПОГ-1 (а) и ПОГ-2 (б)

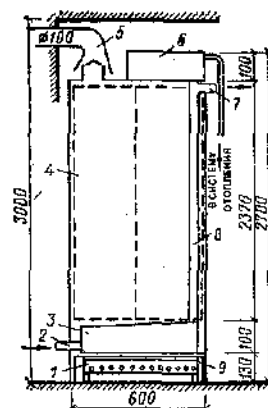


Рис. 29. Водонагреватель от газового таганка

1 — поддон; 2 — подвод газа; 3 — смеситель; 4 — теплообменник; 5 — отвод газов; 6 — расширительный сосуд; 7 — отвод нагретой воды; 8 — водяная рубашка; 9 — воздушный кожух

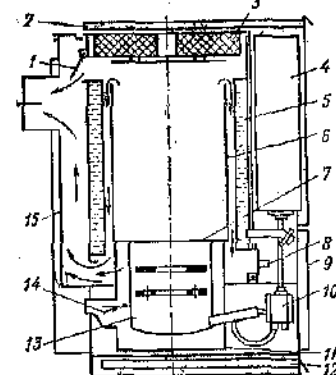


Рис. 30. Отопительный аппарат модели 2105

1 — шибер; 2 — крышка откидная; 3 — крышка теплообменника; 4 — топливный бак; 5 — теплообменник; 6 — экран; 7 — пламенная труба; 8 — люк; 9 — стенка передняя; 10 — дозатор; 11 — кожух горелки; 12 — поддон; 13 — горелка; 14 — регулятор воздуха; 15 — короб дымо-вой

ся ниже центра нагрева в отопительных приборах, что способствует увеличению циркуляции воды в системе.

Достоинством конструкции является ее простота: при наличии покупного таганка изготовление котла не представляет существенных трудностей. При использовании двухконфорочного таганка теплопроизводительность котла составляет 3500—4500 Вт, а четырехконфорочного — 7000—9000 Вт. Вместо таганка можно применить обычную водогрейную колонку для ванны, но в этом случае ее следует заглублять, так как змеевик колонки имеет повышенное гидравлическое сопротивление и для его преодоления необходимо увеличение естественного гидравлического напора.

Отопительные аппараты на жидком топливе. Аппарат АОЖВ-9 (модель 2105) предназначен для водяного отопления жилых помещений площадью до 70 м². Аппарат (рис. 30) выполнен в виде напольного металлического шкафа с откидными крышками и передней стенкой, что обеспечивает свободный доступ к

элементам управления. Состоит он из горелки 13, пламенной трубы 7, теплообменника 5, топливного бака 4, крышки 2 и дозатора 10. Над горелкой, расположенной в нижней части аппарата, установлена пламенная труба цилиндрической формы, которая служит камерой сгорания. Сверху она закрыта теплоизолирующей крышкой с экраном. К теплообменнику аппарата камера крепится с помощью четырех легко-съемных замков. Теплообменник изготовлен из двух концентрически расположенных цилиндров, кольцевое пространство между которыми заполнено водой. В нижней и верхней части теплообменника имеются два штуцера (соответственно для подачи холодной и отвода нагретой воды). Для замера температуры воды на выходе из аппарата на верхнем штуцере расположена термометрическая гильза с термометром.

Снаружи корпус горелки закрыт теплоизоляционным кожухом, установка которого уменьшает теплопотери в окружающее пространство и одновременно создает направленное движение воздуха в зону горения. На боковой поверхности кожуха размещен регулятор воздуха шиберного типа. По мере увеличения разрежения в аппарате сечение шибера перекрывается заслонкой, благодаря чему коэффициент избытка воздуха меняется на незначительную величину. Количество топлива, подаваемого в горелку, а следовательно, ее тепловая нагрузка изменяются при помощи дозатора, который обеспечивает подачу в горелку заданного количества топлива или прекращает ее в случае повышения уровня топлива в корпусе дозатора выше контрольного. Дозатор выполнен таким образом, что с повышением уровня топлива поплавки в его корпусе всплывают и через систему рычагов давят на запорную иглу впускного клапана, который перекрывает подачу топлива в дозатор. В передней части аппарата монтируется топливный бак вместимостью 16 л, оборудованный указателем уровня поплавкового типа.

На верхнюю крышку бака выведена рукоятка запорного игольчатого вентиля, корпус и игла которого размещены на днище бака. Запаса топлива в баке достаточно для непрерывной работы аппарата в течение 15 ч при нормальной нагрузке. Температура топлива в баке не должна превышать температуру

вспышки, поэтому во избежание перегрева бак отделен от теплообменника экраном.

На задней стенке водяной рубашки теплообменника размещен дымовой короб, в верхней части которого установлен шибер, служащий для изменения направления движения продуктов сгорания.

В нижней части аппарата установлен поддон для сбора пролитого топлива. Аппарат снабжен испарительной горелкой с естественным подсосом воздуха. Продукты сгорания, выходя из пламенной трубы, передают теплоту воде в теплообменнике, после чего выбрасываются в дымоход, а нагретая вода поступает в систему местного водяного отопления. В период розжига аппарата, когда разрежение в нем незначительно, шибер дымового короба (для уменьшения гидравлических сопротивлений дымового тракта) устанавливается в положение «Открыто», и продукты сгорания через дымовой короб поступают непосредственно в дымоход. После выхода аппарата на режим (нагрев воды до температуры 85—90 °С) шибер устанавливается в положение «Закрыто». При этом продукты сгорания проходят через кольцевой зазор между пламенной трубкой и водяной рубашкой теплообменника.

Аппарат имеет удовлетворительное качество сжигания топлива. Содержание оксида углерода в сухих неразбавленных продуктах сгорания составляет 0,005—0,02 %, что не превышает норм, предъявляемых к аппаратам подобного типа. Настоящий аппарат обладает рядом преимуществ по сравнению с бытовыми аппаратами на жидком топливе с прямой отдачей теплоты прежде всего потому, что использование промежуточного теплоносителя (воды) обеспечивает комфортные условия в многокомнатной квартире. При этом устраняются локальные горячие и холодные зоны, характерные для аппаратов с прямой теплоотдачей, и теплота равномерно распределяется по отапливаемым помещениям.

Горелки и поверхности нагрева теплообменника очищают от нагара и сажистых отложений при снятой крышке камеры сгорания: частично через верх с помощью специального скребка, входящего в комплект аппарата, частично через люк, расположенный на передней стенке теплообменника.

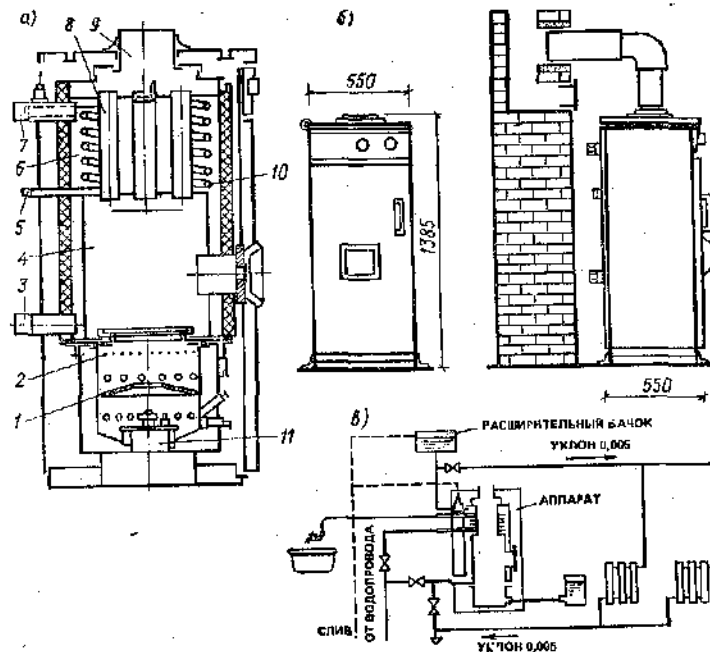


Рис. 31. Отопительно-варочный аппарат АОЖВ-20

а — устройство: 1 — смесительное кольцо; 2 — блок горелки; 3, 7 — подводящий и отводящий патрубки системы отопления; 4 — камера сгорания; 5 — подвод воды системы горячего водоснабжения; 6 — водяная полость теплообменника; 8 — дымогарные трубы теплообменника; 9 — газоотводящий патрубок; 10 — змеевик; 11 — дозатор; б — подсоединение к дымоходу; в — схема присоединения к системам квартирного отопления и горячего водоснабжения

Техническая характеристика АОЖВ-9 (2105)

Теплопроизводительность, Вт	9300
Расход топлива, л/ч:	
минимальный	0,24
максимальный	1,1
КПД, %	70
Вместимость топливного бака, л	15
Диаметр патрубков, мм:	
дымоотводящего	140
водяных	40
Габариты, мм:	
ширина	450
глубина	605
высота	855
Масса (без топлива), кг	75

Аппарат АОЖВ-20 (2107) (рис. 31) работает на жидком топливе и предназначен для водяного отопления помещений площадью до 150 м² и горячего водоснабжения. Основные узлы его: испарительная горелка 2 с дозатором 11, цилиндрическая камера сгорания 4, водяной теплообменник 6 с дымогарными трубами 8 и водогрейным змеевиком 10, газоотводящий патрубок 9. Аппарат работает следующим образом: жидкое топливо через дозатор поступает в горелку, в которой испаряется; топливные пары в смеси с воздухом, поступающим через отверстия в корпус горелки, сгорают в камере сгорания. Продукты сгорания передают воде системы отопления теплоту через стенки камеры и дымогарные трубы, затем через газоотводящий патрубок подаются в дымоход. Горячая вода, находящаяся в корпусе аппарата, передает часть теплоты змеевику, в котором нагревается вода для системы горячего водоснабжения.

Техническая характеристика аппарата АОЖВ-20 (2107)

Тепловая нагрузка горелки, Вт:	
максимальная	23 000
минимальная	7000
Теплопроизводительность по воде, Вт, в режиме:	
отопления	18 600
горячего водоснабжения	17 400
комбинированный режим:	
отопление	7000
горячее водоснабжение	11 600
Расход топлива, л/ч	2,5
Диапазон регулирования температуры воды в теплообменнике, °С	40—95
Расход воды в режиме горячего водоснабжения при нагреве ее на 45°, л/ч	330
Вместимость теплообменника, л	27
КПД, %	75
Масса, кг	145

Сухумским заводом газовой аппаратуры выпускается отопительный аппарат на жидком топливе «Апсны», представляющий собой огневоздушный калорифер. Аппарат оснащен горелочным устройством, включающим дозатор жидкого топлива и горелку испарительного типа, размещенную в нижней зоне аппарата, стальной теплообменник и облицовочный корпус. Топливный бак имеет указатель уровня и запор-

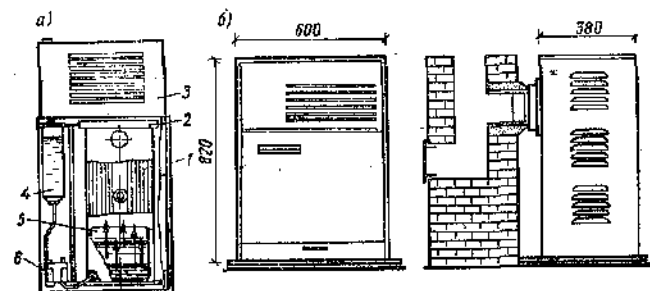


Рис. 32. Отопительный аппарат «Ансны»

а — конструкция: 1 — теплообменник; 2 — конфорка чугунная; 3 — декоративная крышка; 4 — топливный бак; 5 — испарительная горелка; 6 — датчик; б — присоединение к газопроводу

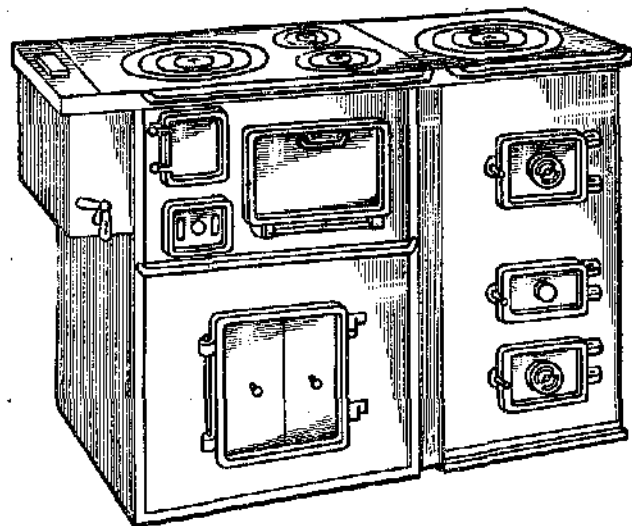


Рис. 33. Отопительно-варочная плита

ное устройство, а также теплозащитный экран, исключающий перегрев наружной поверхности во время работы. Наверху аппарата расположена конфорка для подогрева пищи. В дымоотводящем патрубке размещен автоматический дроссельный регулятор тяги.

Техническая характеристика аппарата «Ансны»

Тепловая нагрузка горелки, Вт	9500
Расход топлива, л/ч	1,1
Вместимость топливного бака, л	15
Коэффициент полезного действия, %	70
Габариты, мм	600 × 490 × 820
Масса, кг	45

На рис. 32 показано устройство аппарата и его присоединение к дымовому каналу.

1.5. КОМБИНИРОВАННЫЕ ОТОПИТЕЛЬНО-ВАРОЧНЫЕ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРЫ

В индивидуальном доме усадебного типа можно установить плиту для приготовления пищи и котел для водяного отопления (рис. 33). Конструктивно плита и котел только внешне оформлены единым агрегатом, но работают они независимо, имея отдельные топливники и обособленные дымоходы. Более рационально использование комбинированных конструкций для приготовления пищи и водяного отопления. В таких аппаратах водогрейные теплообменники в виде водяных коробок и змеевиков встраивают в дымоход печи или плиты.

Одной из конструкций отопительно-варочного аппарата для работы на твердом топливе, серийно выпускаемом Монастырищенским машиностроительным заводом, является аппарат АОВТ-12-2306. Он предназначен одновременно для подогрева воды и отопления с ее помощью жилых помещений площадью до 60 м² и приготовления пищи. Аппарат выполнен в виде прямоугольной тумбы с эмалированными боковыми поверхностями. В состав его входят сборная топка, задняя и боковые стенки которой футерованы шамотным кирпичом, сварной трубчатый теплообменник, водогрейный бачок, духовка и настил, состоящий из двух чугунных плит. В нижней части аппарата размещены ящики, предназначенные для хранения небольшого запаса топлива.

Схема движения газов двухпоточная. В зимний период возможен перепуск газов в дымообороты, минуя духовой шкаф, в летний — газы после духового шкафа сразу направляются в дымовую трубу, минуя

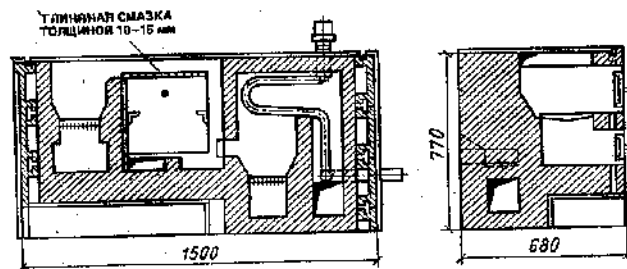


Рис 34. Кухонная плита конструкции К. А. Дмитриева

дымообороты. Подачу воздуха в топку регулирует расположенный на дверке зольника регулятор.

Основные технические характеристики
аппарата АОBT-12-2306

Тепловая нагрузка, кВт	14
Теплопроизводительность по воде, кВт	3,5
Расход топлива (антрацита), кг/ч	1,8
Объем духового шкафа, дм ³	42
Вместимость, л:	
теплообменника	10
водогрейного бака	13
КПД, %, в режиме:	
отопительно-варочном	60
варочном	20
Масса, кг	190

На рис. 34 показана комбинированная кухонная плита системы К. А. Дмитриева, а также схема включения ее в систему квартирного отопления и горячего водоснабжения. Размер плиты 150×68×77 см, теплосъем — 9300 Вт. В конструкции плиты предусмотрены два топливника: левый — для обогрева плиты и духового шкафа, правый — для обогрева водяного змеевика. В летнее время газы выходят из левого топливника, обогревают духовой шкаф и выбрасываются в дымовую трубу. Открывая специальный клапан, можно направлять газы перед выпуском их в дымовую трубу в правый топливник, частично используя их теплоту для нагрева водяного змеевика. Однако такая схема работы используется только в переходный период отопительного сезона. В зимний период для отопления подключается правый топливник, а клапан, сообщающий его с газоходами плиты, за-

крывается. Газы от змеевика отводятся в самостоятельный газоход, который объединяется с дымоходом плиты на высоте 2 м от пола. Водонагреватель выполнен из стальных труб с площадью поверхности нагрева 0,8 м².

Аппарат отопительно-варочный АОBT-18 (модель 2305) предназначен для комплексного теплоснабжения усадебных домов — отопления, горячего водоснабжения и приготовления пищи. Этот аппарат состоит из двух блоков: отопительного АОBT-10 (2005) и пищевого АВТ-9,5-1 (2603). Отопительный блок включает чугунную топку сборной конструкции с футерованными задней и боковыми стенками и двухсекционный теплообменник, верхней частью соединенный с чугунным баком, в котором размещен змеевик горячего водоснабжения. Блок пищевого приготовления включает жарочный узел, состоящий из каркаса, установленного на раме, варочную плиту с конфоркой, топку с выдвижным зольником и хозяйственным ящиком, а также вспомогательный теплообменник на задней стенке.

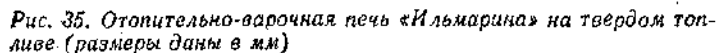
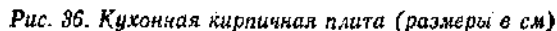
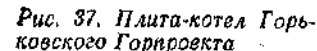
Отопительный и пищевого приготовления блоки можно эксплуатировать как совместно, так и отдельно что представляет определенное удобство для застройки.

Техническая характеристика АОBT-10 (2005)

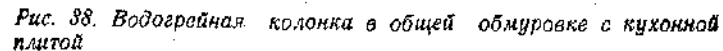
Теплопроизводительность, Вт, в режиме:	
отопления	8700
горячего водоснабжения	3250
Расход, кг/ч:	
топлива (антрацита)	1,3
воды в режиме горячего водоснабжения, при нагреве ее на 45°C, кг/ч	60
Вместимость теплообменника, л	18
КПД, %	65
Масса, кг	150

Варочный блок АВТ-9,5-1 (2603)

Тепловая нагрузка, Вт	9300
Расход антрацита, кг/ч	1,15
Площадь варочной поверхности, м ²	0,22
КПД, %	25
Масса (с футеровкой), кг	150
Габариты обоих блоков в сборе, мм:	
ширина	990
глубина	742
высота	850



а — план; б — вид спереди; в — разрез; 1 — шахматная вставка на летний период; 2 — дымовая задвижка; 3 — глиняная смазка толщиной 15 мм; 4 — радиатор; 5 — поворотные колосники; 6 — топочная дверца; 7 — поддувальная дверца; 8 — духовой шкаф; 9 — каркас; 10 — дымокол



а — общий вид; б — разрез; 1 — канал для самовара; 2 — вентиляционная решетка; 3 — циркуляционные трубы

Плита «Ильмарина» (рис. 35) оборудована эмесвиком для системы отопления. Плита малогабаритная, чугунные детали эмалированные, имеет эстетичный внешний вид, удобна и экономична в эксплуатации. Рабочий стол состоит из двух пластин ребристого настила, которые могут сниматься во время очист-

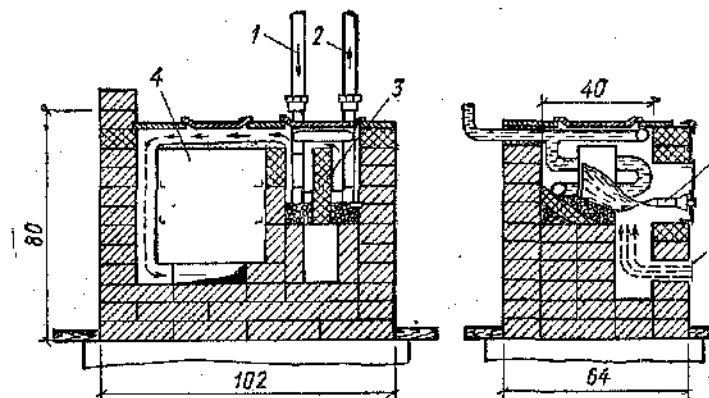


Рис. 39. Газифицированная голландская печь с водогрейным устройством

1 — движение воды из местной системы отопления; 2 — движение воды нагретой в амесвики; 3 — огнеупорный излучатель; 4 — духовой шкаф; 5 — газовая горелка; 6 — регулятор вторичного воздуха

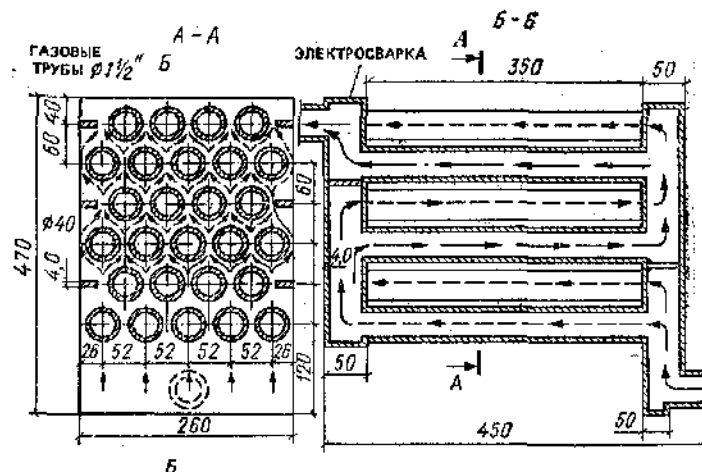


Рис. 40. Эффективное водогрейное устройство, работающее на газообразном топливе

ные элементы вызывают сильное охлаждение дымовых газов, и, если к печи подключать все дымообороты, это может вызвать конденсацию водяных паров в дымоходах. Поэтому газы из первого же восходящего дымового канала направляют в дымовую трубу.

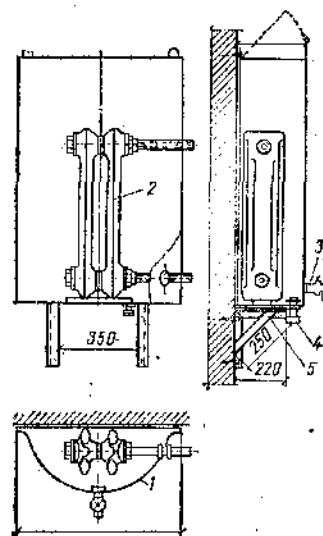


Рис. 41. Безнапорный емкостный водонагреватель для горячего водоснабжения

1 — корпус; 2 — нагревательный элемент; 3 — водоразборный кран; 4 — спускная коробка; 5 — крошитель

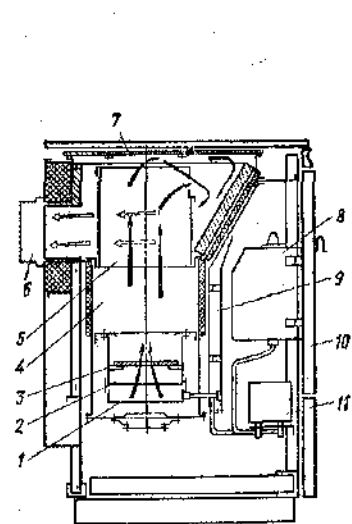


Рис. 42. Отопительно-варочный аппарат модели 2403

1 — дно горелки; 2 — горелка; 3 — смесительное кольцо; 4 — камера сгорания; 5 — удлинитель; 6 — газоотводящий патрубок; 7 — конфорка; 8 — топливный бак; 9 — защитные экраны; 10 — передняя дверка; 11 — дозатор

Если в доме нет водопровода, но есть водяное отопление, то для горячего водоснабжения можно устроить бак с размещенным в нем отопительным радиатором (рис. 41). Воду в бак заливают через крышку, а отбирают через нижний кран. Нагретую поверхность бака можно использовать для отопления кухни. В летнее время в связи с отключением отопления горячее водоснабжение не предусмотрено.

Газовый отопительно-варочный аппарат модели 2506 с подогревом воды для отопления выпускает Ростовский завод газовой аппаратуры. Теплопроизводительность аппарата 11 500 Вт, габариты 925×765××895 мм, масса 49 кг.

Отопительно-варочный аппарат МКЖ-4 (модель 2403) предназначен для отопления домов площадью 25—30 м² и приготовления пищи (рис. 42). Аппарат работает на жидком топливе, оборудован горелкой 2

испарительного типа, расположенной под камерой 4. Чтобы при заправке бака 8 на пол не попало топливо, предусмотрен выдвижной поддон. Над камерой сгорания установлен жарочный настил с конфоркой 7. На задней стенке аппарата расположен газоотводящий патрубок 6, по которому продукты сгорания поступают в дымоход. Габариты аппарата 1850×400×565 мм, масса 70 кг.

2. ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ МАЛОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ

2.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМАХ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Если система отопления индивидуального жилого дома включает теплогенератор, разводящие водяные коммуникации с подключенными отопительными приборами, то система горячего водоснабжения отличается большей простотой. По существу она состоит из теплогенератора с подсоединенным к нему коротким трубопроводом нагретой воды.

Горячее водоснабжение обычно устраивается в индивидуальных жилых домах, оборудованных системой отопления со своим теплогенератором. Совершенно естественно желание застройщика использовать теплогенератор системы отопления и для горячего водоснабжения, чтобы не усложнять тепловое хозяйство дома установкой дополнительного теплогенератора. И действительно, при устройстве горячего водоснабжения зачастую общий теплогенератор служит источником теплоты для обеих систем. Однако такое решение не является обязательным. Совместное использование одного теплогенератора для отопления и горячего водоснабжения имеет определенные неудобства. Это объясняется тем, что режим теплоснабжения систем отопления и горячего водоснабжения существенно различается. Системы отопления в течение дня имеют стабильное теплоснабжение, в то время как горячее водоснабжение характеризуется неравномерной нагрузкой с резко выраженными «пиками» в утренние и вечерние часы.

Согласно тепловым расчетам и практическим данным пиковое потребление тепла системой горячего водоснабжения, как правило, превышает отопительную нагрузку. Если установить в доме теплогенератор на суммарную тепловую нагрузку отопления и горячего водоснабжения, то его установленная мощность окажется завышенной. В результате в периоды, когда отсутствует разбор горячей воды, теплогенератор будет работать недогруженным с пониженной экономичностью. Поэтому при использовании общего теплогенератора для отопления и горячего водоснабжения его теплопроизводительность часто выбирают исходя из обеспечения только одной пиковой нагрузки горячего водоснабжения. В период максимального водоразбора горячей воды система отопления отключается и теплогенератор работает лишь на горячее водоснабжение.

Период отключения системы отопления определяется временем, необходимым для приготовления порции нагретой воды. Наибольшее количество нагретой воды требуется для заполнения ванны. При вместимости 250 л, температуре нагретой воды 40 и холодной 5 °С количество теплоты для приготовления ванны составляет $4,19 \cdot 250 (40 - 5) = 36\,600$ кДж. Для дома с расчетными тепловыми потерями 8000 Вт продолжительность отключения системы отопления на период подогрева воды для ванны составит, таким образом, $36\,600 / 3,6 \cdot 8000 = 1,3$ ч. За это время, как показывают подсчеты и практика эксплуатации, температура внутреннего воздуха в помещениях снижается на 1—2°, что соответствует санитарно-гигиеническим нормам. Тем не менее необходимость периодического проведения операций по переключению системы отопления представляет известное неудобство для жителей. Поэтому заслуживают внимания системы с раздельными теплогенераторами для отопления и горячего водоснабжения. Учитывая неудобство эксплуатации одновременно двух теплогенераторов, для горячего водоснабжения более приемлемо применение в качестве теплогенератора электроводонагревателей. Для снижения затрат на электричество целесообразно использовать емкостные водонагреватели с режимом потребления электроэнергии в ночное время по льготному тарифу.

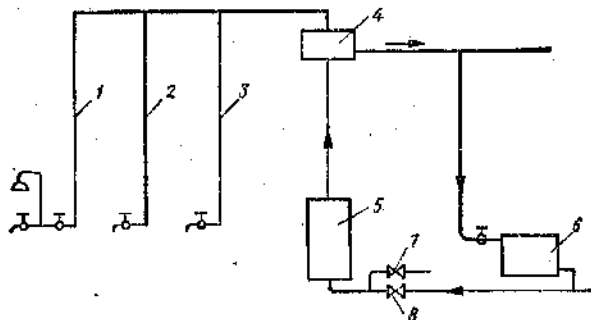


Рис. 43. Соемещенная система отопления и горячего водоснабжения

1, 2, 3 — стояки горячего водоснабжения; 4 — воздухоотборник; 5 — котел; 6 — отопительный прибор; 7 — кран подпитки; 8 — вентиль

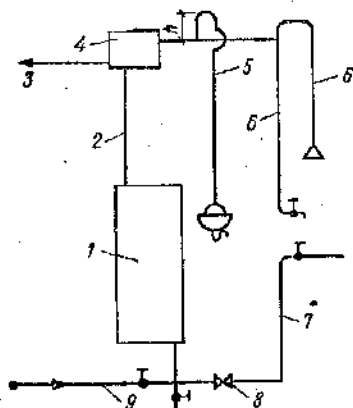


Рис. 44. Схема совмещенного водяного квартирного отопления и горячего водоснабжения с емким водонагревателем и одноточечным водоразбором

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

Системы горячего водоснабжения. При эксплуатации теплогенераторов, работающих на твердом топливе и водяном отоплении помещений, целесообразно, как отмечалось, устройство совмещенной системы отопления и горячего водоснабжения. Характерная для этого случая система приведена на рис. 43. Для уменьшения установленной теплопроизводительности теплогенератора предусмотрено использование расширительного сосуда в качестве бака-аккумулятора нагретой воды.

Если вода не используется на горячее водоснабжение, то подпитка систем горячей водой не производится, из теплогенератора она поступает к отопительным приборам, где охладившись, вновь возвращается в теплогенератор. При открывании водоразборных

кранов (установленных на ванне или мойке) горячая вода поступает из расширительного бака, уровень в котором понижается. Однако схемой предусмотрено автоматическое поддержание постоянного уровня воды в баке за счет подачи из питательного сосуда с поплавковым клапаном, установленного на одном уровне с расширительным баком. При максимальном водоразборе из расширительного бака вытесняется горячая вода температурой 80°C , объемом $V = 250 \times [(40 - 5) / (80 - 5)] = 118 \text{ л}$.

Расширительный бак желательно иметь не меньшей емкости. При меньшей емкости бака последние порции воды не успевают нагреться в теплогенераторе до расчетной температуры и расход воды через него придется уменьшать вручную питательным вентилем на водопроводной линии. Возможно упрощение схемы при исключении из нее питательного бака. Тогда уровень воды в расширительном баке придется поддерживать вручную по указателю уровня.

При отсутствии водоразбора в теплогенераторе осуществляется подогрев воды, находящейся в расширительном баке. Для этого открывается кран на циркуляционной перемычке между баком и генератором тепла. Циркуляция по этой линии происходит благодаря различной температуре воды в баке и в подающем стояке. Согласно гидравлическому расчету циркуляционная труба должна быть диаметром 38 мм.

Разборная линия горячего водоснабжения присоединяется к расширительному баку на высоте 100—150 мм от уровня дна, чтобы исключить полное его опорожнение при максимальном водоразборе. Центральный и расширительный баки снабжаются переливными трубками, выводимыми в кухонную раковину. Это необходимо на случай неисправности, например поплавкового клапана, или избыточной подпитки системы водой из водопровода.

Расширительный сосуд целесообразно устанавливать как можно выше, так как это повышает напор в циркуляционном контуре расширительный бак — теплогенератор.

Следует учитывать, что если в доме нет водопровода, то расширительный сосуд должен иметь съемную крышку для ручного залива системы. В этом слу-

чае нужно оставлять расстояние от верха сосуда до потолка примерно 300 мм.

Широкое применение для отопления и горячего водоснабжения нашли газовые водонагреватели АГВ, работающие на природном газе. Особенностью этих водонагревателей является то, что в их конструкцию входит емкость, которая может использоваться для аккумуляции нагретой воды системы горячего водоснабжения. При эксплуатации аппаратов АГВ таким образом не нужны дополнительные аккумуляторы нагретой воды. Удобно и то, что емкость располагается на полу помещения.

Различают два способа использования аппаратов АГВ: 1) при наличии нескольких точек водоразбора (не менее трех, например, ванна, душ, умывальник, раковина), 2) при одноточечном водоразборе (например, только ванна). При многоточечном водоразборе систему герметизируют и ставят под напор водопровода. Вместо расширительного сосуда устанавливают закрытый воздушосборник, к верхней части которого подключена линия, подающая воду к водоразборным точкам. Через точки водоразбора происходит удаление воздуха.

Вне зависимости от присутствия или отсутствия водоразбора система постоянно находится под давлением водопровода. При открывании водоразборных кранов вода из водопровода вытесняет определенный объем горячей воды из верхней части водоподогревателя к водоразборным точкам.

Необходимо помнить, что при установке общего теплогенератора для систем отопления и горячего водоснабжения с непосредственным отбором горячей воды температура нагрева ее в теплогенераторе не должна превышать 80 °С. При более высокой температуре начинается интенсивное разложение карбонатных солей и отложение накипи на стенках котла и труб. Кроме того, возникает опасность ожогов при пользовании горячей водой.

Теплопроизводительность аппаратов АГВ выбирается исходя из максимальной нагрузки системы отопления. Водяная емкость теплогенератора должна соответствовать максимальному единовременному расходу воды на горячее водоснабжение, т. е. расходу ее на заполнение ванны. Необходимая водяная емкость

теплогенератора при температуре нагреваемой воды 80 °С составляет согласно приведенному ранее расчету 118 л.

При многоточечном водоразборе поддержание постоянного водопроводного давления является вынужденным, так как только при этом условии обеспечивается бесперебойная одновременная работа всех точек водоразбора. Однако положение меняется, если в доме только одна точка водоразбора (например, душ или ванна). Здесь целесообразно использовать беспорную схему (рис. 44). Ее особенность состоит в том, что водопроводное давление полностью «срабатывается» в кране на подводке водопровода к теплогенератору. К горизонтальной трубе раздачи горячей воды присоединяется воздушная линия, исключающая образование разрежения в трубе, которое может возникнуть из-за расположения водоразборных точек ниже расширительного сосуда.

В описанных системах вода для систем отопления и горячего водоснабжения нагревается в одном теплогенераторе, т. е. одновременно нагреваются два потока воды: циркуляционный системы отопления и проточный системы водоразбора. Если водопроводная вода, поступающая на «проток», характеризуется высокой жесткостью, то при ее нагреве карбонаты CaCO_3 и бикарбонаты $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ выпадают в виде накипи на внутренних стенках теплогенератора. В случае, когда конструкция теплогенератора позволяет производить очистку его стенок от накипи, описанную схему можно применять при жесткости воды до 3—4 мг экв/л. Периодическая очистка теплогенератора позволяет в этом случае поддерживать систему в работоспособном состоянии. При более высокой жесткости подогрев воды для горячего водоснабжения непосредственно в теплогенераторе не допускается.

При использовании жестких вод, например артезианских, с жесткостью до 10—12 мг экв/л рекомендуется система с подогревом воды для горячего водоснабжения в отдельном от теплогенератора водоводяном теплообменнике. Одна из возможных схем совмещения системы отопления и горячего водоснабжения показана на рис. 45.

Нагретая в теплогенераторе вода частично направляется в подающий трубопровод системы отоп-

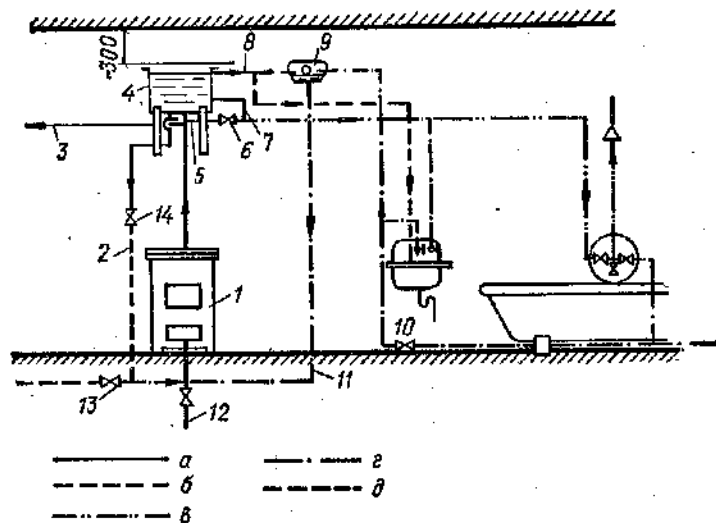


Рис. 45. Схема водяного квартирного отопления и горячего водоснабжения при непосредственном подогреве воды в генераторе тепла и увеличенной емкости расширительного сосуда

1 — генератор тепла; 2 — циркуляционная перекачка; 3 — разводящий горячий трубопровод; 4 — расширительный сосуд; 5 — трубка; 6, 10, 12, 14 — вентили; 7 — линия; 8 — переливная труба; 9 — питательный бачок с шаровым клапаном; 11 — питательная линия; 12 — спускная линия; 13 — трубопроводы; 14 — горячий системы отопления; 15 — обратный; 16 — разборочный горячей воды; 17 — водопровод; 18 — переливная линия и спуск в канализацию

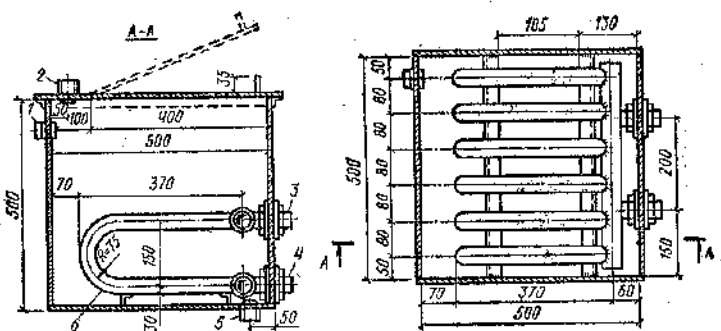


Рис. 46. Водоподогреватель

1 — переливная труба (она же сигнальная); 2 — воздушная линия; 3 — подвод греющей воды; 4 — ствол греющей воды; 5 — водоразбор; 6 — змеевик

ления, а частично в змеевик теплообменника горячего водоснабжения. Охлажденная в змеевике вода возвращается в теплогенератор. При работе системы образуются два обособленных циркуляционных контура: теплогенератор — отопительные приборы — теплогенератор и теплогенератор — змеевик — теплогенератор. Возможна как совместная, так и раздельная работа каждого контура. Теплообменник горячего водоснабжения представляет собой бак, в нижнюю часть которого вмонтирован греющий змеевик (рис. 46). По трубкам змеевика пропускается греющая вода, а подлежащая нагреву водопроводная вода поступает в бак сверху. Нагретая вода отводится из нижней зоны бака. Циркуляция воды по контуру змеевик — теплогенератор осуществляется за счет разности плотности охлажденной воды на выходе змеевика и нагретой на выходе из теплогенератора.

Положительной стороной этой схемы является то, что горячую воду можно получить даже при неполном заполнении емкости водонагревателя. Если необходимо небольшое количество горячей воды, то ее можно получить быстро, не дожидаясь заполнения всей емкости теплообменника. Однако недостаток состоит в том, что при отборе из нижней части бака температура воды ниже, чем в верхней части бака. Хотя греющий змеевик и расположен внизу бака, но температура воды во всем объеме неодинакова: вверху — горячая, внизу — холодная. Таким образом, к водоразборным кранам будет поступать холодная вода до тех пор, пока не прогреется весь находящийся в аккумуляторе объем.

С этой точки зрения более удобной является система с полностью заполненным аккумулятором, находящимся под давлением водопровода (рис. 47). Холодная вода из водопровода поступает в нижнюю часть аккумулятора, подогревается змеевиком и из верхней части аккумулятора направляется к точкам водоразбора. Аккумулятор всегда заполнен водой доверху и из него в любое время можно отобрать хорошо нагретую воду. Кроме того, при эксплуатации не нужно следить за уровнем воды в аккумуляторе. Если возникают затруднения с заполнением аккумулятора (например, перебой в работе водопровода), то можно дополнить схему перекачкой с краном, по которой можно

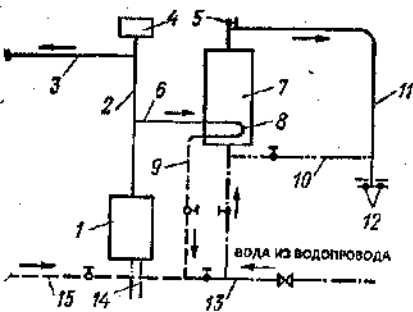


Рис. 47. Схема напорного горячего водоснабжения, совмещенного с квартирным отоплением при водоразборе из верхней части водонагревателя

1 — генератор тепла; 2 — главный стояк; 3 — горячая линия к системе отопления; 4 — расширительный сосуд; 5 — воздушник; 6 — горячая линия к элеватору; 7 — аккумулятор горячей воды; 8 — элеватор; 9 — обратная линия от элеватора; 10 — дополнительная водоразборная линия (спускная линия аккумулятора); 11 — линия горячего водоснабжения; 12 — водоразборные краны горячей воды; 13 — водопроводная линия; 14 — спусковой вентиль; 15 — обратная линия от системы отопления

12 — водоразборные краны горячей воды; 13 — водопроводная линия; 14 — спусковой вентиль; 15 — обратная линия от системы отопления

отобрать горячую воду из нижней части бака, при частичном его заполнении. Это соответствует условиям работы по описанной выше схеме. В данной схеме трубопровод горячего водоснабжения находится под водопроводным давлением, что ужесточает требования к герметичности всей системы. Чтобы исключить влияние давления, следует снять водоразборный кран, оставив лишь один кран на подводке к аккумулятору. В этом случае аккумулятор своей верхней частью соединяется посредством разводящей трубы с атмосферой, поэтому избыточное давление водопровода на него передаваться не будет.

При закрытом вентиле на подводке водопроводной линии к теплогенератору водоразбор отсутствует; горячая вода из водоразборного крана будет поступать при открывании вентиля на подводке холодной воды. Этот вентиль по существу является вентилем водоразбора горячей воды и устанавливается рядом с точкой водоразбора.

2.2. ТЕПЛОГЕНЕРАТОРЫ ДЛЯ СИСТЕМ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Квартирная система горячего водоснабжения может быть совмещена с системой отопления или быть раздельной. Более удобна и экономична совмещенная система, ибо для нее требуется только один теплогенератор. Однако часто применяется и раздельная

система, при которой горячее водоснабжение может обеспечиваться от водогрейных колонок емкостного или проточного типа. Емкостные колонки более экономичны и надежны. В емкостном водонагревателе вода греется продолжительное время до начала водоразбора, поэтому теплопроизводительность топливника может быть снижена. С другой стороны, сжигание топлива в емкостной колонке не требует столь тщательного присмотра, как в проточной, так как водяная емкость колонки всегда заполнена и нагретая поверхность тонки эффективно охлаждается водой. Поэтому колонки могут эксплуатироваться и без автоматического регулирования процесса горения, в то время как в проточных водонагревателях оно обязательно.

Промышленность выпускает водогрейные колонки для вани марок КВЭ-1, КВЭ-11 и КВЦ-1 (рис. 48). Колонки КВЭ-1, КВЭ-11 изготавливают с эмалированным водяным баком, а КВЦ-1 — с оцинкованным. Колонки КВЭ-1 и КВЦ-1 имеют чугунную топку, а КВЭ-11 — встроенную стальную топку.

Конструктивно колонка представляет собой цилиндрический стальной корпус, внутри которого концентрически размещены топка и вертикальная теплообменная газовая труба. Кольцевое пространство между кожухом и трубой заполнено водой и служит емкостью. Топочные устройства колонок предназначены для сжигания твердого топлива, однако могут быть переоборудованы на газообразное или жидкое топливо.

Емкостный водонагреватель ВЕЖ-2 (модель 3302) — аппарат периодического действия — работает на жидком топливе, заполняется водой из водопровода или при помощи ручного насоса (рис. 49). Конструктивно он аналогичен водогрейной колонке. Выдвижное горелочное устройство включает топливный бак, дозатор, обеспечивающий равномерное поступление топлива в горелку. Водяной объем нагревателя в верхней части имеет предохранительный клапан.

Техническая характеристика ВЕЖ-2 (3302)

Теплопроизводительность, Вт	10300
Расход топлива, л/ч	1,1
Вместимость бака, л:	
водяного	80
топливного	5
Разрежение в дымоходе, Па	15—20

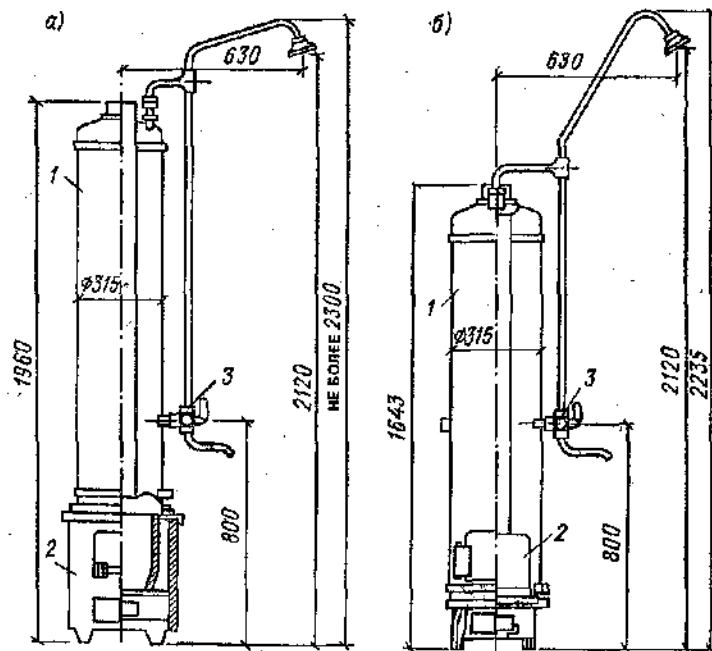


Рис. 48. Водогрейные колонки KBЭ

а — типа KBЭ-11; б — типа KBЭ-1

1 — емкость водяная; 2 — топочное устройство; 3 — водоразборные краны

КПД, %	75
Масса, кг	93

Корпус водогрейной колонки рассчитывается на избыточное давление 1—2 атм и изготавливается из тонколистовой стали. Общим недостатком колонок является значительная затрата дефицитной листовой стали. Кроме того, наружные габариты колонки увеличены за счет слоя наружной теплоизоляции.

В том случае, если в доме имеется отопительная или комбинированная печь, можно установить водогрейную колонку в газоходе отходящих от печи газов (рис. 50). Вмазанная в газоход колонка обогревается теплом отходящих газов, занимает мало места. Такое решение можно считать целесообразным.

Другим распространенным типом водонагревателей

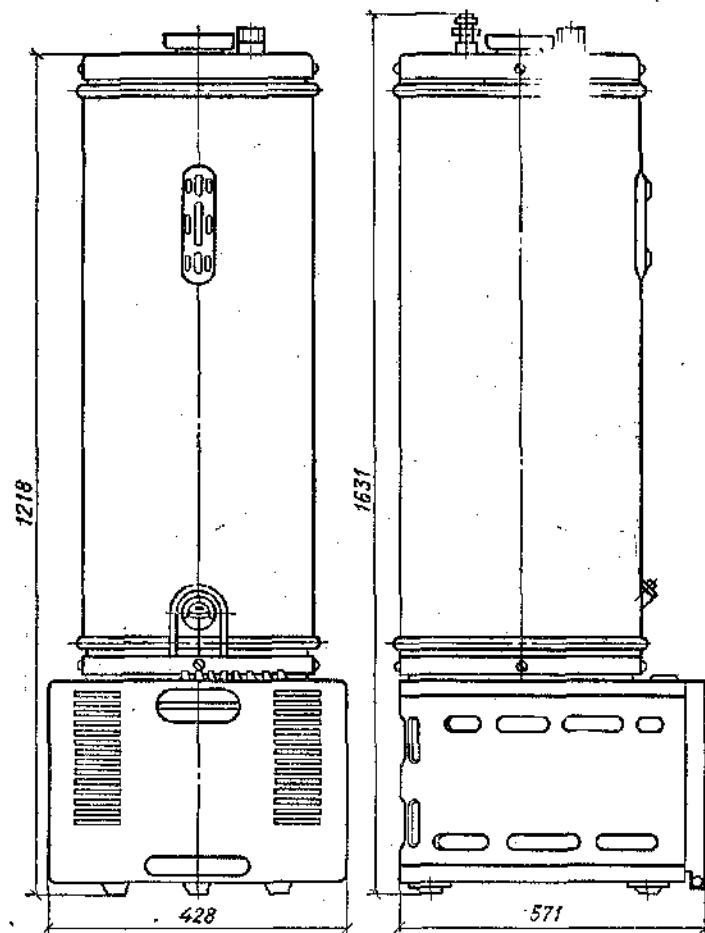


Рис. 49. Емкостный водонагреватель на жидком топливе ВЕЖ-2 (3302)

являются газовые колонки с поверхностями нагрева из трубчатых змеевиков (скоростные водонагреватели). Водяной емкости в этих аппаратах нет, и вода, нагретая в колонках, сразу поступает к потребителю. Поэтому теплопроизводительность скоростных колонок должна быть существенно большей, чем емкостных. Расчетный расход газа большинства колонок

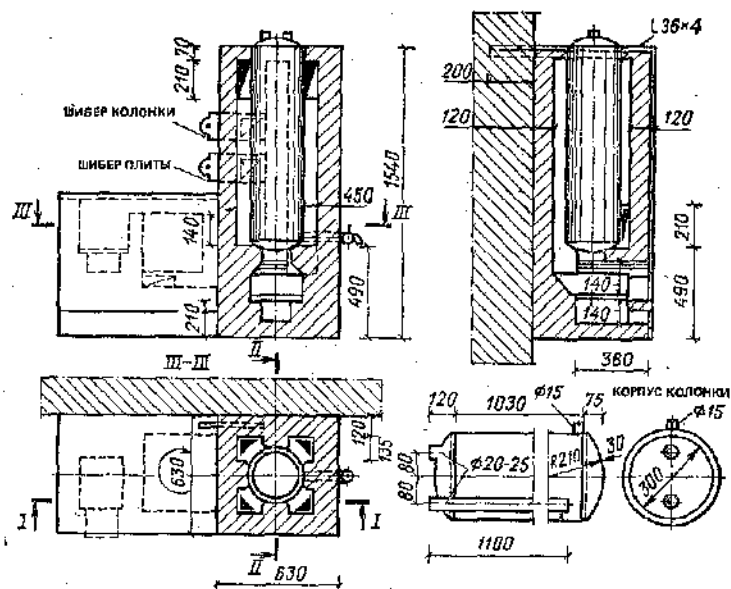
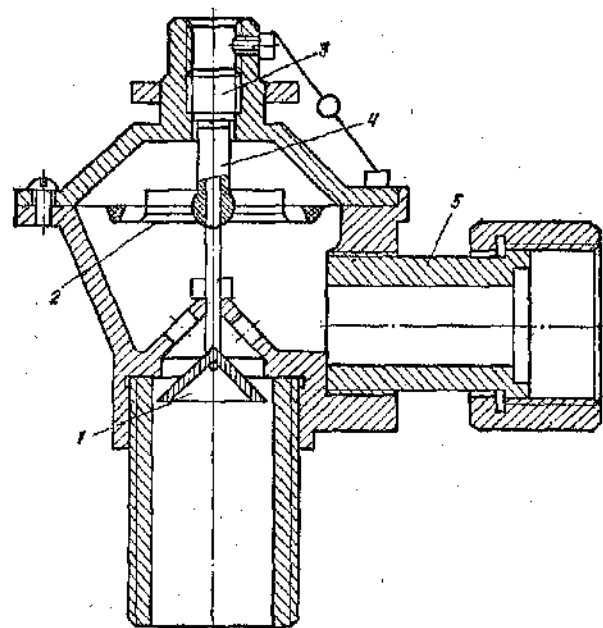


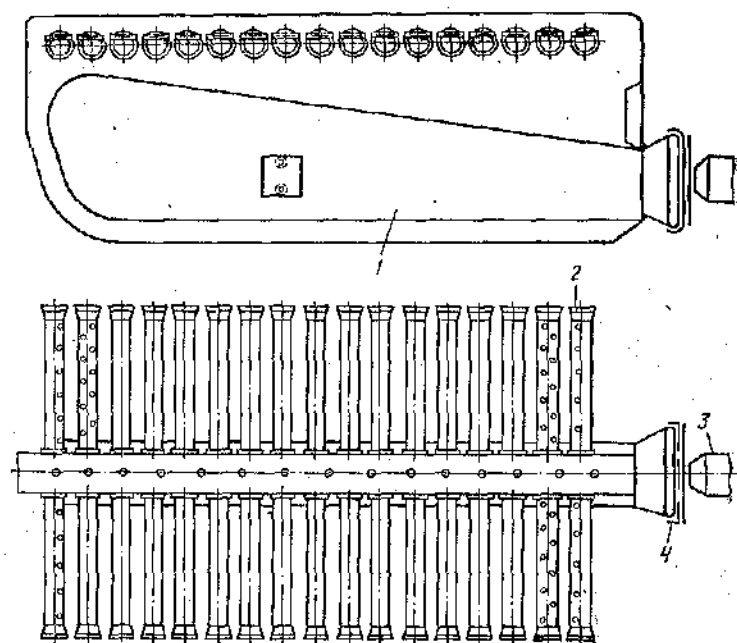
Рис. 52. Регулятор давления блок-крана КГИ-56

1 — клапан; 2 — мембрана; 3 — регулировочный винт; 4 — пружина; 5 — присоединительный штуцер

Рис. 50. Горячее водоснабжение ванной комнаты от водогрейной колонки конструкции инж. С. Н. Васильева

Рис. 51. Инжекционная горелка водонагревателя КГИ-56

1 — смеситель; 2 — распределительные трубки; 3 — сопло; 4 — шибер



скоростного нагрева значительно больше, чем остальных бытовых газовых приборов.

Автоматический водонагреватель КГИ-56 предназначен для многоточечного водоразбора. В аппарате использована инжекционная горелка (рис. 51) с общим центральным смесителем 1 и с 34 двухсторонне укрепленными распределительными трубками 2. Газ через сопло 3 подводится к конфузору. Водонагреватель имеет развитую огневую камеру, выполненную из листовой меди и однозаходный змеевик. В верхней части теплообменника расположен двухсекционный калорифер из медных пластин толщиной 0,6 и 0,8 мм.

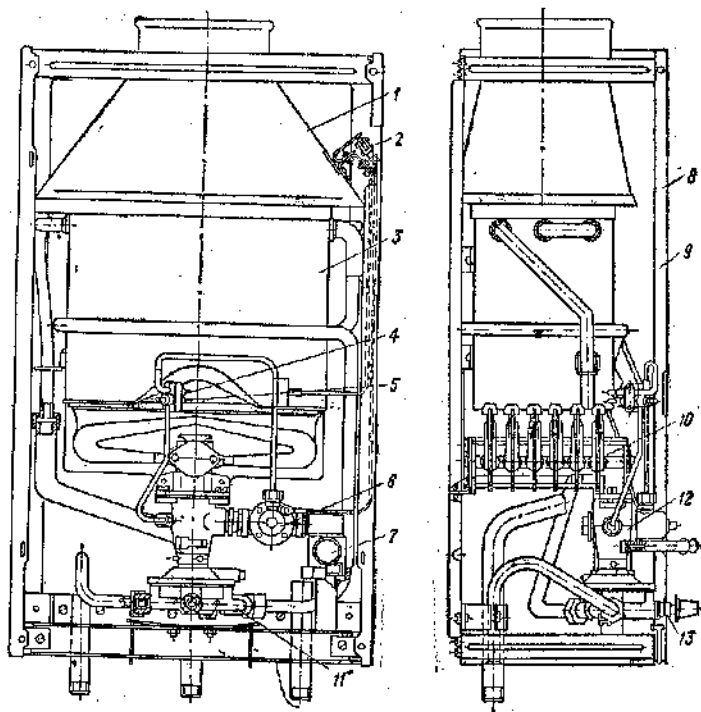


Рис. 53. Водонагреватель ВПГ-18

1 — газоотводящее устройство; 2 — датчик тяги; 3 — теплообменник; 4 — термореле; 5 — запальная горелка; 6 — электромагнитный клапан; 7 — регулятор расхода газа; 8 — передняя стенка; 9 — задняя стенка; 10 — газогорелочное устройство; 11 — регулятор расхода воды; 12 — газовый кран; 13 — селектор температуры воды

Блок-кран (рис. 52), выполненный из листовой бронзы, в водяной части работает в зависимости от перепада давлений воды на входе (холодной) и выходе (горячей). Подмембранное пространство водяного узла связано каналом с проточной частью холодной, а надмембранное — горячей воды. Подвижная мембрана при токе воды из-за снижения давления в верхней полости прогибается вверх и открывает доступ газа к горелке. Пружина возвращает клапан в исходное состояние при прекращении водоразбора и выравнивании давления воды в надмембранной коробке.

Подача холодной воды и отбор горячей выполнены

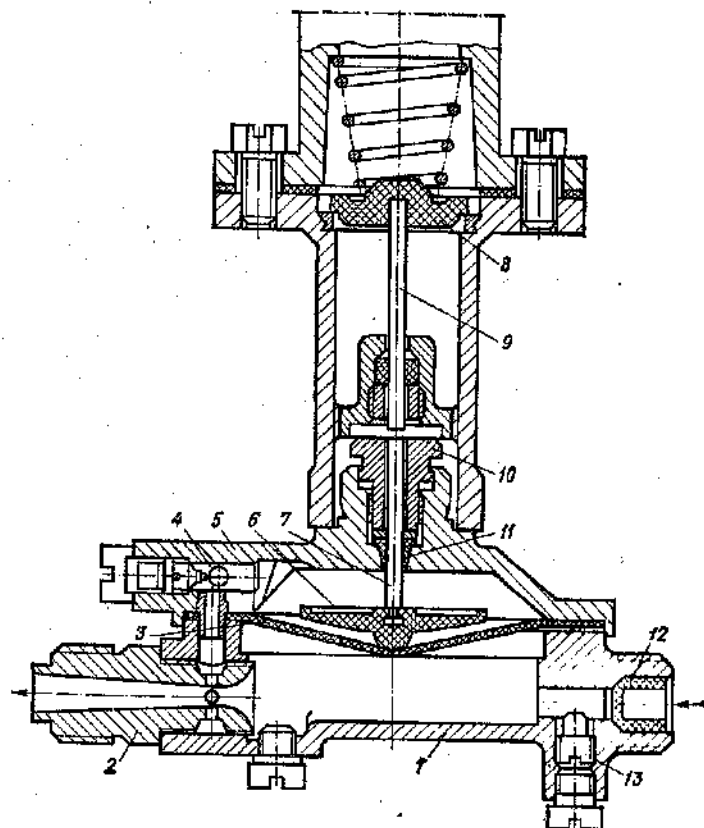


Рис. 54. Схема блок-крана водонагревателей Л-3 и ВПГ-18

1 — корпус водяного узла; 2 — трубка Вентури; 3 — мембрана; 4 — шарик замедлителя; 5 — крышка; 6 — тарелка; 7 — водяной шток; 8 — газовый клапан; 9 — шток газового клапана; 10 — штуцер; 11 — уплотнитель; 12 — фильтр; 13 — регулятор расхода воды

в самом блок-кране через два подсоединенных к нему патрубка. На подаче холодной воды установлен фильтр и имеется регулятор расхода воды. Надмембранная и подмембранная полости водяной камеры автономны.

Газовый кран управляется двумя рукоятками, выведенными в прорезь наружной облицовки. Поворот одной рукоятки открывает доступ газа к запальнику, другой — к основной горелке. Аппарат снабжен краном-смесителем.

Техническая характеристика водонагревателя
КГИ-56

Номинальная тепловая нагрузка, Вт	23 000
КПД, %	80
Давление газа, Па	1300
Давление воды, кПа	50—600
Расчетный расход природного газа, м³/ч	3,3
Расход воды при нагреве на 45°C, л/мин	6,8
Габариты, мм:	
высота	950
ширина	425
глубина	255
Масса, кг	23—25

Водонагреватель ВПГ-18 (модель 3106) может обеспечить многоточечный водоразбор (рис. 53). Блок-кран этой системы (рис. 54) имеет управление газовым клапаном также от водяного узла с двумя полостями. В отличие от аппарата КГИ-56 обе полости размещены на потоке холодной воды до входа в эмеевик. Вывод горячей воды — через самостоятельный патрубок мимо блок-крана непосредственно к водоразбору или смесителю. Трехпозиционный газовый кран управляется одной ручкой, последовательно включающей газ на запальник и основную горелку.

Горелка универсальная инжекционная с двумя диффузорами обеспечивает сжигание как природного, так и сжиженного газа (рис. 55). Распределители горелки снабжены 12 трубками овального профиля с поперечными фрезерованными щелями — огневыми отверстиями, в верхней части трубок размещены фасонные стальные пластины, образующие огневые отверстия. Аппарат ВПГ-18 имеет резко сокращенную по высоте огневую камеру. Из-за односекционной конструкции теплообменный калорифер имеет значительно меньшую высоту и массу, на изготовление теплообменника расходуется меньше дефицитной меди.

Для автоматизации розжига газа используется термopapa, вводимая в пламя запальной горелки. Нижний колпак газоотводящего устройства полностью перекрывает верхнюю часть кожуха аппарата, и горячий воздух, восходящий вдоль стенок теплообменника, выводится в дымоотводящий канал. На задней стенке установлен биметаллический датчик тяги, связанный трубопроводом с запальником. При отсутствии

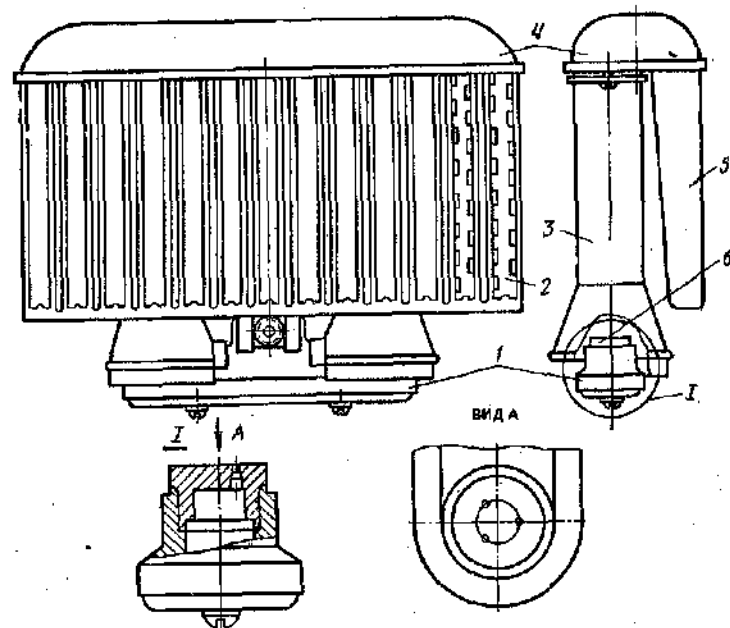


Рис. 55. Инжекционная горелка водонагревателей Л-1; Л-3 и ВПГ-18

1 — тройник с соплами; 2 — пластина; 3 — смеситель; 4 — крышка смесителя; 5 — распределительная трубка; 6 — сопло

разрежения в дымоходе датчик открывает импульсный канал и отводит газ от запальника. Термopapa охлаждается и связанный с ней электромагнитный клапан перекрывает подачу газа к аппарату.

Техническая характеристика ВПГ-18-1-3 (3106)

Тепловая нагрузка горелки, Вт:	
основной	20 900
запальной	350
Расход природного газа, м³/ч	2,12
Расход воды, л/мин, при нагреве на 45°C	5,4
Давление газа, Па	1300
Давление воды, кПа	50—600
КПД, %	82
Габариты, мм:	
высота	860
ширина	390
глубина	250
Масса, кг	20

Емкостные электроводонагреватели типа УСН (настенные низкого давления) выпускает Бакинский завод электротермического оборудования.

Характеристика электроводонагревателей типа УСН

	УСН10	УСН40	УСН60	УСН100
Вместимость, л	10	40	60	100
Мощность нагревателя, кВт	1,25	1,25	1,25	1,25
Напряжение, В	220	220	220	220
Температура нагрева воды, °С, до	85	85	85	85
Скорость остывания воды на 1°, ч	0,7	0,7	0,7	0,7
Время нагрева, ч	2	3,2	4,8	7,5
Масса, кг	12	30	40	46
Габариты, мм:				
высота	895	1160	1265	1550
ширина	260	400	418	447

Поскольку корпус электронагревателей изготавливают из листовой стали, срок службы определяется устойчивостью к коррозии. Оцинкованные баки служат 20 лет и более даже без антикоррозионной защиты. Принято, что вода с $pH=7-7,5$ и небольшим содержанием CO_2 (до 20 мг/л) может нагреваться в емкостных оцинкованных нагревателях без какой-либо обработки.

Для повышения антикоррозионных свойств нагреватели защищают специальными средствами. Наиболее распространена протекторная защита бака. Протектор представляет собой магниевую трубку, которая образует со стальным корпусом бака своего рода гальванический элемент, что препятствует локальному растворению стали в воде электролита и предотвращает от коррозии внутренние поверхности бака. Средний срок службы магниевого протектора — 3—4 г.

Существенные преимущества имеют системы горячего водоснабжения при использовании для нагрева воды электроэнергии. Электроводонагреватели удобны в эксплуатации, они экономичны благодаря снижению в 1,5—2 раза расхода горячей воды.

Электронагреватели подразделяют на скоростные (проточные) и емкостные. Предпочтение следует отдавать, несомненно, емкостным, поскольку для них требуется меньшая установленная мощность нагревателя (в сравнении со скоростным). Кроме того, емкост-

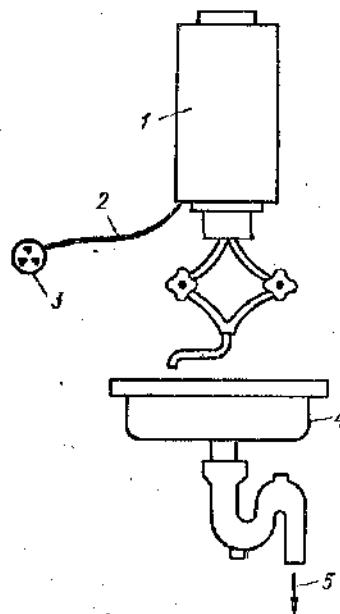


Рис. 56. Схема установки быстродействующего емкостного электроводонагревателя

1 — корпус электроводонагревателя; 2 — шнур электропитания; 3 — розетка с заземляющим контактом; 4 — умывальник; 5 — спуск в канализацию

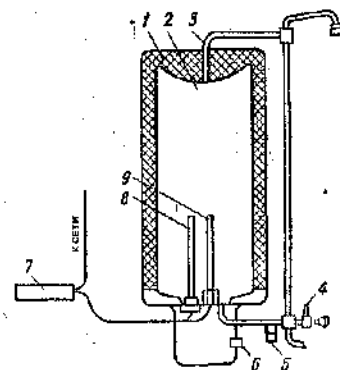


Рис. 57. Аккумуляционный электронагреватель УНС-100

1 — теплоизоляция; 2 — емкость водонагревателя; 3 — труба для выхода горячей воды из прибора; 4 — регуляторы подачи горячей и холодной воды; 5 — смеситель; 6 — сигнальная лампочка; 7 — термостат; 8 — нагревательный элемент; 9 — трубка с термоконтактом

ные электронагреватели могут работать и в ночное время, т.е. потреблять энергию по льготному тарифу. На рис. 56 показана схема установки быстродействующего электронагревателя с небольшой емкостью (5—10 л). В отличие от быстродействующих чисто аккумуляционные нагреватели имеют увеличенную емкость, а снаружи теплоизоляцию, препятствующую охлаждению нагретой воды (рис. 57).

В качестве нагревателей используют ТЭНы с терморегуляторами, отключающими подачу питания при нагреве воды до 85°С. Нагревательные элементы выпускаются серийно мощностью 0,5; 0,7; 1; 1,4; 1,6; 2 и 4 кВт.

Эмалирование внутренней поверхности бака существенно увеличивает долговечность нагревателя. Для удаления накипи нагревательные элементы промывают слабым раствором соляной кислоты.

2.3. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПРАВИЛАХ ПОЛЬЗОВАНИЯ БАННЫМИ И ПАРНЫМИ ПРОЦЕДУРАМИ, ИХ ОЗДОРОВИТЕЛЬНОМ ДЕЙСТВИИ

Водные и парные процедуры имеют двойное назначение: гигиеническое и терапевтическое. Прежде главная роль отводилась гигиенической функции бани, в последнее же время основное значение придается профилактико-терапевтическим функциям.

Физиологическое действие банных процедур во многом объясняется процессами тепло- и влагообмена между телом человека и окружающей средой, осуществляемыми через кожный покров. Кожа является как бы посредником между окружающей средой и нашим организмом, его «передним краем». Кожа первой воспринимает все тепловые и влажностные воздействия и передает их центральной нервной системе. Она защищает нас от переохлаждения и перегрева, от проникания внутрь болезнетворных микробов. В смысле защиты организма от опасных наружных воздействий кожа играет роль своеобразного изолятора. В то же время она сама является активным проводником, отводящим в окружающую среду шлаковые отходы жизнедеятельности организма. Пользуясь технической терминологией, можно сказать, что кожа является своеобразным полупроводником: выводит наружу вредные вещества, но не пропускает их извне, rozumeeтся, если кожный покров не нарушен.

Кожа, как известно, «дышит», выделяя отработанную углекислоту, помогает почкам, выбрасывая через потовые железы пот, в состав которого входят соли натрия, калия, хлора, а в некоторых случаях и мочевины: все это — отходы (шлаки) жизнедеятельности организма. Естественно, что санитарные свойства кожи проявляются полноценно, если она чистая. Однако кожа непрерывно загрязняется вследствие выделения жира сальными железами, воздействия пыли из окружающей среды. Кроме того, сама кожа со временем отмирает, образуя ороговевшую ткань. Все это

и является причиной постоянного загрязнения кожи. А грязь, с одной стороны, закупоривает поры, через которые выводятся шлаки из организма, с другой — является питательной средой для различного рода микробов. В этих условиях могут легко возникнуть воспалительные процессы, и как следствие — инфицирование организма.

Банный жар — прекрасное профилактическое средство ухода за кожей. Пар хорошо очищает поры тела, сальные железы, мягко снимает омертвевший роговой слой. Освобождение кожи от старых клеток создает условия для рождения новых, способствует самообновлению организма и тем самым ускоряет обмен веществ. Очищенная кожа как бы молодеет, улучшаются ее функциональные способности, она легче «дышит». По своему воздействию на кожу банная процедура по меньшей мере равноценна многим косметическим средствам. Жаркая баня оказывает и бактерицидное воздействие: на коже гибнут грибковые паразиты и бактерии. Отсюда ясна вся важность содержания кожи в чистоте.

Кожа выполняет функцию теплового регулятора организма. Ее поры, расширяясь при жаре и сужаясь от холода являются хорошим регулятором работы потовых желез поддерживая водный и тепловой баланс организма человека. В зависимости от климатических условий пот выделяется в разных количествах. В средних климатических поясах суточное выделение пота составляет примерно 500 мл, в холодных поясах это количество снижается до 100 мл, а в жарком экваториальном климате возрастает во много раз. Посредством кожных температурных рецепторов осуществляется своего рода «обратная связь» между внешними условиями и организмом человека. Сигнал о холоде — кровеносные сосуды сужаются и отдача теплоты сокращается, сигнал о жаре — пот и теплота поступают к поверхности кожи и выходят наружу. Учитывая, что на испарение 1000 мл пота организм должен затрачивать 600 ккал теплоты, выделение пота — эффективное средство теплорегуляции организма, благодаря которому его температура всегда поддерживается постоянной.

В современных комфортных условиях человек все реже подвергается воздействию естественных темпе-

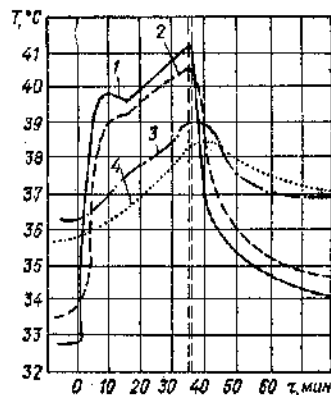


Рис. 58. Изменение температуры тела человека в процессе банной процедуры в сауне при температуре воздуха 100 °С, относительной влажности 2 %, скорости перемещения воздуха 0,1—0,2 м/с

1 — средняя температура кожного покрова; 2 — температура подкожного слоя; 3 — температура средостения; 4 — температура мышц

ратурных раздражителей и его терморегулирующие способности нередко в той или иной мере атрофируются. При воздействии так называемого банного жара терморегулирующий механизм кожи испытывает экстремальные нагрузки. В обычных условиях теплота, вырабатываемая в организме, идет изнутри наружу. В общем потоке (балансе) теплоты излучением отдается в среднем 50 %, конвекцией — 35 %, испарением влаги — 15 %. В бане же, наоборот, потоки теплоты излучения, теплопроводности и конвекции направлены снаружи внутрь и организм охлаждается исключительно за счет испарения пота. Во время пребывания в бане человек получает 300—500 ккал теплоты. Большая часть ее расходуется на испарение пота (300—500 мл), оставшаяся часть способствует повышению температуры тела.

График на рис. 58 хорошо иллюстрирует динамику изменения температуры тела в процессе банной процедуры. Первый температурный импульс воспринимается кожей, температура которой быстро возрастает до 39—40 °С. Система терморегуляции реагирует на этот импульс расширением кровеносных сосудов и включением в работу потовых желез. В результате начавшегося испарения пота температура кожи через 30 мин, достигнув максимума, начинает снижаться. Температура внутренних органов и после начала выделения пота продолжает постепенно повышаться, достигая в конце процедуры 38—39 °С. Столь высокая

температура тела держится в течение короткого времени.

Итак, горячая баня — стимулятор усиленной работы организма, потовых желез, выводящих из организма пот, представляющий собой сильно концентрированный токсин; это также незаменимое средство тренировки потоотделительной функции кожи. За один банный сеанс из организма человека выделяется от 500 до 1500 мл пота (что соответствует одно-, трехсуточной норме потовыделения), с которым выводятся шлаки из организма. Вывод шлаков стимулирует основные жизненные процессы, в первую очередь белковый обмен. Следует заметить, что как борьба с ожирением баня малоэффективна, так как при средней по продолжительности банной процедуре в организме «сгорает» лишь 14 г жиров. Тем не менее баня позволяет тренировать терморегуляцию организма тучного человека, которая дегенерирует из-за толстого подкожного теплоизолирующего слоя. Выходя из бани, человек чувствует себя словно заново родившимся. Физиологи объясняют это тем, что с потом удаляется молочная кислота, этот неперенный спутник утомления.

Тренировка сердечно-сосудистой системы. Во время банной процедуры система кровообращения участвует в существенном увеличении теплообмена между обогреваемой поверхностью тела человека и его внутренними органами, она обеспечивает резкое увеличение энергообмена в тканях. Это достигается за счет интенсификации работы сердечно-сосудистой системы, основными характеристиками которой является скорость кровообращения, сопротивление сосудистой системы кровотоку, частота пульса, объем сердца. Медицинские исследования показали, что при гипертермии (перегреве) существенно возрастает кровоток при одновременно резком снижении сопротивления сосудов за счет раскрытия дополнительных артериально-венозных каналов, что соответствует оптимальным условиям для тренировки сердечно-сосудистой системы. Частота пульса у человека в бане возрастает, достигая к моменту окончания процедуры в среднем 120 ударов в минуту. После отдыха пульс снижается до нормы.

Разгрузка нервной системы. В наше непростое вре-

мя человек испытывает сильные психологические и эмоциональные нагрузки, приводящие зачастую к нервным стрессам, на которые накладывается физическая детренированность. Парные бани и сауны играют важную компенсирующую роль для снятия нервных стрессов путем расслабления вегетативной нервной системы и мышечного аппарата. Влияние сауны на психику нашло отражение в различных пословицах и поговорках, в которых живописуется приносимое сауной чувство физической и духовной разгрузки, умиротворенности («В сауне испаряется гнев», «На скамье сауны рождаются чувства и мысли, которые не посетят тебя в другом месте»). Сауна рождает у человека чувство оптимизма, жизнерадостности, она — прекрасное средство социальной психологии.

Профилактика простудных заболеваний. Баня — прекрасное профилактическое средство против простудных заболеваний и гриппа. Любопытно, что в Финляндии с ее довольно суровым климатом простуда весьма редкое явление. Японцы, регулярно посещающие бани, по праву гордятся рекордно низким процентом простудных заболеваний. Согласно статистическим данным, в ФРГ во время эпидемии гриппа люди, пользующиеся банными процедурами, заболевают в 4 раза реже.

Известно, что современный человек во многом ушел от естественных природных условий, в которых пребывали его предки. Человек создавал себе оторванный от природы микроклимат с постоянной комфортной температурой в помещениях 20—22 °С. Но в результате утратилось необходимое равновесие с окружающей средой. В современных тепличных условиях резко уменьшаются сила и число сигналов, поступающих с нервно-рецепторных полей на коже человека. В результате этот важный рефлекс постепенно атрофируется, а механизм терморегуляции разлаживается. Современному человеку поэтому необходимо тренировать теплорегулирующие рефлексы искусственными методами.

Рецепт такой тренировки давно известен — это закаливание. Однако прежде закаливание понималось одностороннее, только как привычка к холоду, ныне в это понятие включаются привычка к смене тепло-влажностных условий и адаптация организма в обла-

сти повышенных температур, при которых нужно регулировать потовыделение. Человек с тренированным механизмом терморегуляции подготовлен к смене климатических условий и поэтому в гораздо меньшей степени подвержен заболеваниям простудного и гриппозного характера. Закаливание как средство профилактики заболеваний называют медициной ближайшего будущего. Банная процедура, позволяющая менять температурные воздействия в широчайших пределах — от холодной воды до пара, — ни с чем не сравнимое средство тренировки теплорегулирующих рефлексов.

Лечебное действие. Выше указывалось, что баня является важным средством профилактики заболеваний. Однако она помогает уже и заболевшим людям, ведь не зря ее исстари называли народным лекарством. Хорошо известно, что баня снимает простудное заболевание в начальной стадии — для этого достаточно попариться, пропотеть, выпить горячего чая.

Одним из важнейших и наиболее терапевтически апробированных видов положительного воздействия банной процедуры является гипертермия дыхательных путей, имеющая быстрый и опережающий по сравнению с общей гипертермией характер. Горячий воздух воспринимается как более сухой, уменьшение концентрации паров ведет к расширению дыхательных путей, увеличению максимального объема дыхания и его глубины. Действие парной эффективно сказывается при хронических бронхитах, катарах носоглотки, для которых баня стала классическим методом теплолечения. Имеющиеся данные говорят о возможности использования банного жара для лечения астмы.

В последнее время внимание медицинской науки привлечено к возможности использования бани для лечения болезней системы кровообращения. Многочисленные опыты финских и германских специалистов показали возможность снижения кровяного давления у гипертоников. В выходящем в Германии журнале «Гиппократ» рассказывается об успешном применении в берлинских клиниках суховоздушной бани при сердечно-сосудистых заболеваниях с помощью дозированных процедур. Баня давала положительный эффект как при повышенном, так и при пониженном давлении. Если давление в результате процедуры не

нормализовалось, значит в кровеносных сосудах возникли необратимые изменения (они стали жесткими); баня в таких случаях помогает установлению правильного диагноза.

В Киевском НИИ медицинских проблем физической культуры лечат начальные стадии гипертонии, используя водные, паровые (где вместе с паром подается и кислород) банные процедуры и массаж.

Незаменима баня при лечении различных растяжений, вывихов, ушибов. Систематически используют баню для лечения травм спортсмены. По многочисленным свидетельствам, банный жар и процедуры отлично помогают при лечении травм.

В Берлине в 15 клиниках оборудованы бани сухого жара, в которых лечат целый ряд болезней костно-суставной системы: полиартрит, ревматизм, радикулит, ишиас, подагру. Одной из основных причин этих болезней являются отложения солей в костях, хрящах и сухожилиях. Вывод значительного количества солей из организма с потом помогает в борьбе с этими недугами.

Баня существенно облегчает работу почек, благодаря чему применяется для лечения многих болезней почек вплоть до нефрита. Наконец, лечение баней применимо и к диабетикам. И при этой болезни, являющейся результатом неполноценного углеводного обмена в организме, баня, нормализуя обменные процессы, дает положительный эффект. Современную медицину занимает проблема искусственного повышения температуры человека как средства лечения заболеваний. Еще с древних времен обращалось внимание на то, что повышение температуры человека усиливает реакцию организма на болезнь. Эти взгляды согласуются с современными воззрениями, согласно которым повышение температуры является приспособительной реакцией организма и преследует цель активизации обменных процессов. Положительное его воздействие усматривается в подавлении активности или уничтожении возбудителей заболевания. Это объяснимо, если учесть, что многие болезнетворные вирусы являются нестойкими к повышенным температурам тела. Порог чувствительности многих патогенных микробов ниже порога температур, которые достигаются при банной процедуре. (Это относится, например, к гоно-

кокку, малярийному плазмодию, бледной спирохете и др.).

Особый интерес гипертермия вызывает в связи с возможностью повлиять на лечение злокачественных опухолей. Объясняется это тем, что критические температуры, переносимые опухолевыми клетками, ниже тех, которые может перенести человеческий организм. Клинические эксперименты (на мышах) показали, что при температуре 39°C рост опухолевых саркомных клеток замедляется, а выдержка организма при температуре 40—42°C в течение часа приводит к отмиранию клеток. Особое внимание уделяется комбинированию теплового метода воздействия с вводом кислорода, усиливающего обменные процессы в тканях организма.

Говоря о лечебных свойствах бани, следует помнить, что в некоторых случаях пользование ею противопоказано. Исключается пользование баней при острой стадии всех заболеваний, обострения хронических заболеваний, в том числе сердечно-сосудистой системы, при повышенной температуре, вызванной воспалительными процессами, и т. д. В каждом отдельном случае необходим совет лечащего врача.

2.4. УСТРОЙСТВО ИНДИВИДУАЛЬНЫХ БАНЬ И САУН НА ПРИУСАДЕБНЫХ УЧАСТКАХ

Устройство бани. Баню желательно строить на берегу водоема (озера или реки) или вблизи колодца. Следует иметь в виду, что речная и озерная вода лучше для мытья, чем жесткая колодезная. Желательно, чтобы баня была хорошо видна из окон дома. Если она находится под одной крышей с домом, ее удобно топить. Окна бани должны выходить на запад, поскольку пользуются ею больше к вечеру и в это время помещение освещается солнечными лучами.

Конструктивно баня состоит из мыльной, парилки, помещения для переодевания и отдыха и расположенной между ними прихожей — «тамбура» (рис. 59). Парилка в бане одновременно используется и для мытья. Полки в парилке расположены обычно в двух уровнях.

В углу у двери размещают дровяную печь-каменку, в которой предусматривают водогрейное устройст-

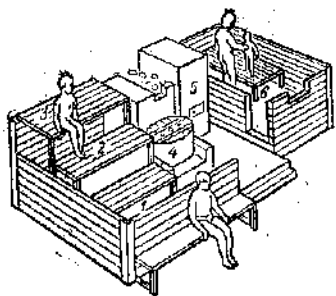


Рис. 59. Баня с мыльной и парильной
1 — низкая убираемая скамья; 2 — высокая скамья; 3 — полба; 4 — бак с водой; 5 — печь-каменка; 6 — предбанник

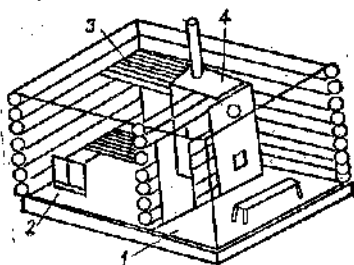


Рис. 60. Баня с совмещенным предбанником
1 — предбанник; 2 — моечная; 3 — полки; 4 — печь-каменка

во. В парной размещают емкость с холодной водой, ушаты и ковшики для мытья и ополаскивания. В комнате для переодевания ставят скамью, вешалку, маленький стол, можно лежак. Предбанник с окном служит для отдыха после мытья. Если баней предполагают пользоваться зимой, то предбанник должен быть отапливаемым. В этом случае целесообразно печь-каменку поставить в тамбур между парилкой и предбанником, отапливая, таким образом, одной печью все три помещения.

Наиболее простая конструкция — баня с совмещенным предбанником-прихожей (рис. 60). Печь в этом случае выкладывают в парной, задняя стенка ее обогревает предбанник. Размеры бани в плане $4,5 \times 2,5$ м.

Фундамент. В настоящее время баню обычно ставят на фундамент из камня или бетона. Для небольшой бани можно ограничиться столбчатым фундаментом, требующим меньше материалов на выкладку по сравнению с ленточным. Глубина заложения фундамента зависит от вида грунта. В глинистых и суглинистых грунтах, обладающих свойством вспучивания при промерзании, основание фундамента располагают несколько ниже уровня промерзания грунта (на 10—20 см). В грунтах песчаных и гравелистых глубина заложения не зависит от глубины промерзания и принимается не менее 0,5 м от планировочной отметки.

Столбчатый фундамент для бани сооружают из гли-

няного красного кирпича (силикатный кирпич не применяется) или из бетонных столбов. Фундаментные столбы ставят под всеми углами сооружения и в местах сочленения внутренних и наружных стен. Столбы выводят выше уровня почвы на 200—400 мм, выравнивают цементным раствором и устраивают гидроизоляцию двумя слоями рубероида. Поверх грунта на высоту 100—150 мм делают подсыпку из песка и гравия, на которую укладывают бетон толщиной 30—50 мм.

Для грунтов глиняных, супесей и т. д. лучше использовать бетонные столбы. Столбы сечением 80×100 и длиной 2900 мм забивают на глубину 1700—1800 мм. Их легко изготовить самостоятельно в самодельной опалубке.

Как кирпичные, так и бетонные столбы при пучинистых грунтах следует забивать в ямы с контруклонами, с утрамбовкой зазора песком. Столбы обертывают рубероидом. При замерзании, вспучиваясь, грунт отрывается от столба и скользит по песчаной засыпке и рубероиду.

Стены возводят обычно из бревен или брусьев, используя деревья хвойных пород. Бревенчатые стены строят так же, как и для живой избы. Стены брусчатые выкладывают из брусьев, т. е. опиленных на четыре канта бревен толщиной 150 и 180 мм, высотой 150 мм. Брусья соединяют на круглых шипах длиной 100 мм, диаметром 25 мм. Углы и сопряжения с внутренними стенами собирают в шпунт или «в лапу». Брусья прокладывают паклей. После выкладки стен пазы проконопачивают, через год-полтора после возведения строения, когда стены окончательно сядут, швы еще раз конопатят.

В проемы окон и дверей вставляют косяки, в которых выбирают пазы для соединения со срубом, и четверти для оконных переплетов и дверей. Верх проема заделывают брусом такой же формы, как и косяк, но без паза. Над брусом для осадки стен оставляют зазор 4—5 см, проложенный паклей. Для снижения теплопотерь стены обшивают с одной или обеих сторон строгаными досками толщиной 16 мм (вагонкой) по рейкам, прибитым к стене. Обшивать стены можно только после завершения процесса осадки.

Крыша состоит из несущей части (стропила, фермы и т. д.) передающей нагрузку от веса крыши на

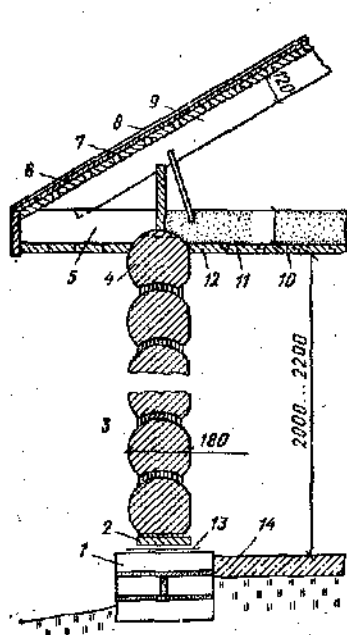


Рис. 61. Крыша с висячими стропилами и устройство бревенчатой стены

1 — фундамент; 2 — подкладка; 3 — паз; 4 — верхняя обвязка; 5 — балка чердачного перекрытия; 6 — разреженный настил; 7 — сплошной настил; 8 — рулонная кровля; 9 — висячие стропила; 10 — пароизоляция; 11 — утеплитель; 12 — обшивка; 13 — гидроизоляция; 14 — бетонный пол

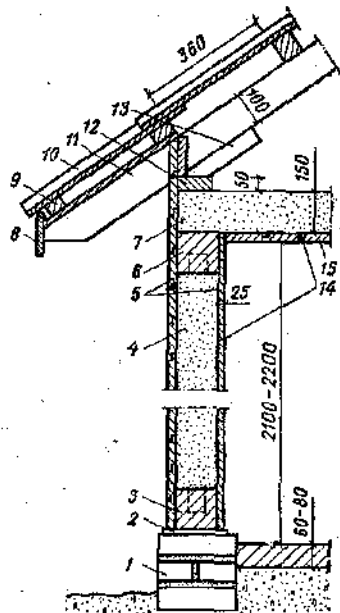


Рис. 62. Крыша с наслонными стропилами и устройство обшивной стены

1 — фундамент; 2 — гидроизоляция; 3 — нижняя обвязка; 4 — утеплитель; 5 — обшивка; 6 — верхняя обвязка; 7 — балка; 8 — карнизная доска; 9 — обрешетка; 10 — асбестоцементный лист; 11 — стропила; 12 — обшивка; 13 — брус; 14 — пароизоляция; 15 — обшивка

стены и отдельные опоры, и наружной оболочки или покрытия здания — кровли. Последняя состоит из водоизолирующего слоя и основания (обрешетки, стяжки и др.), которые укладывают на несущие конструкции. По конфигурации различают односкатные и двускатные крыши. Угол ската составляет для кровельной стали 15—25°, волнистых асбестоцементных листов — 25°, толя, рубероида — 3—15°.

Стропила устраивают висячие и наслонные (рис. 61). Висячие состоят из двух стропильных ног (бревен диаметром 130—150 мм или досок размером 40×

×180 мм), работающих на сжатие и изгиб и передающих усилия распора на деревянную затяжку, которой служит балка чердачного перекрытия с выпущенными концами. Шаг между стропилами принимают 100—120 см. Основные элементы наслонных стропил — стропильные ноги, укладываемые вдоль ската и поддерживающие обрешетку. Нижние концы стропильных ног опираются на наружные стены через настенный брус — мауэрлат (рис. 62).

Кровлю бани сооружают из асбестоцементных листов, листовой кровельной стали или рулонного материала. Кровлю из волнистых асбестоцементных листов стандартного размера укладывают на деревянную обрешетку из брусков сечением 50×120 мм, располагаемых на расстоянии примерно 1000 мм. Асбестоцементные листы крепят к деревянной обрешетке гвоздями с антикоррозийной шляпкой длиной 100 мм, забиваемыми в гребни волн смежных листов. Под головки гвоздей подкладывают уплотняющие шайбы из толя, рубероида или резины с уплотнением отверстия цементно-известковым раствором.

Для крепления волнистых листов на свесе карниза к нижнему бруску обрешетки прибавляют скобы из оцинкованной стали, которые загнывают на свес первого ряда листов. Коньки кровли перекрывают специальными асбестоцементными коньковыми шаблонами или оцинкованной сталью. Для изоляции листов от дымовой трубы устраивают разделку из кровельной стали. Асбестоцементные листы огнестойки, не требуют окраски и служат десятки лет.

Рулонные кровли (рубероид, толь или пергамин) укладывают на сплошной деревянный настил. Основания под рулонные кровли делают гладкими, чистыми и сухими, так как к сырому основанию рулонный материал приклеивается плохо. Склеивают ковер и обрешетку битумной мастикой, разогретой до 180°C в передвижных котлах. На крыше рулон укладывают вдоль конька, перепуская его конец на другую сторону конька на 150—200 мм. Основание кровли смазывают горячей мастикой и немедленно наклеивают рулонное полотно, разглаживая его от середины к краям. После наклейки первой полосы таким же образом наклеивают вторую полосу на противоположном скате, а затем все остальные полосы внахлестку на 60 мм

(рис. 63). Второй слой наклеивают, смещая его по отношению к нижнему на величину, равную половине ширины рулона. Нижний край полосы прибивают к карнизу гвоздями через деревянную накладку.

Прежде чем покрыть кровлю стальными листами, их тщательно очищают от ржавчины и загрязнений и покрывают олифой. После сушки отдельные листы соединяют в длинные полосы — «картины» (рис. 64), которые крепят к деревянной обрешетке крыши клин-мерами из полос листовой стали. Карнизные свесы укрепляют костылями из полосовой стали, поперечники которых выступают за край свеса на 100—200 мм. Недостатком кровель из листовой стали является необходимость их периодической окраски для предупреждения коррозии, что удорожает эксплуатацию.

Полы в бане выстилают досками или бетонируют, последнее предпочтительнее. Теплые полы выполняют из двух слоев бетона с промежуточным теплоизоляционным слоем минеральной ваты или битумного войлока. Для предохранения промежуточного слоя от влаги его отделяют от бетона слоем рубероида или двумя слоями полиэтиленовой пленки.

Предусматривается наклон полов в сторону сливного отверстия с решеткой, через которое вода отводится в дренаж. Стык между полом и стенами покрывают слоем бетона для того, чтобы исключить просачивание воды наружу. Бетонные полы желательно облицовывать керамической или асбестоцементной плиткой. На пол обычно кладут деревянную решетку, которую периодически чистят.

Дощатые полы устраивают обычно в тамбуре и прихожей. Их настилают из шпунтованных досок по деревянным лагам. Лаги укладывают на кирпичные столбы сечением 25×25 см, опирающиеся на песчаный или бетонный поддерживающий слой. Потолок бани изготавливают из строганных досок, плотно подогнанных одна к другой.

Перекрытие оборудуется паро- и теплоизоляцией. Пароизоляция достигается накладкой слоя рубероида на битумном растворе или обмазкой из глины толщиной 1,5—2 см. В качестве теплоизоляции могут быть использованы слой керамзитового гравия, минеральная вата или древесная щепа, смоченная цементным раствором (в пропорции 8:1). Поверх утеплителя ус-

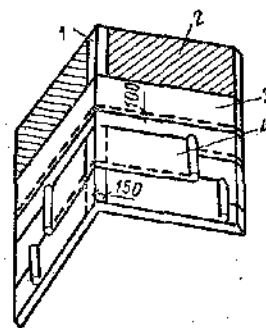


Рис. 63. Наклейка рулонов при двухслойном покрытии

1 — полоска кровельной стали; 2 — дощатый настил; 3, 4 — первый и второй слой рубероида

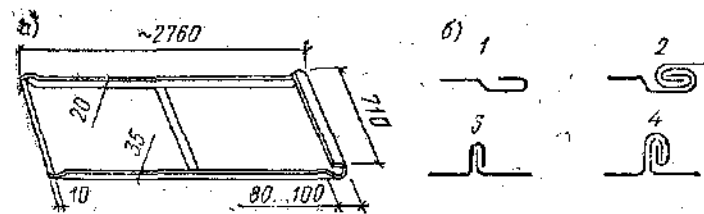


Рис. 64. Металлическая крыша

а — картина рядового покрытия; б — фальцевые соединения: 1 — однопарное лежачее; 2 — двойное лежачее; 3, 4 — одинарное и двойное стоячее

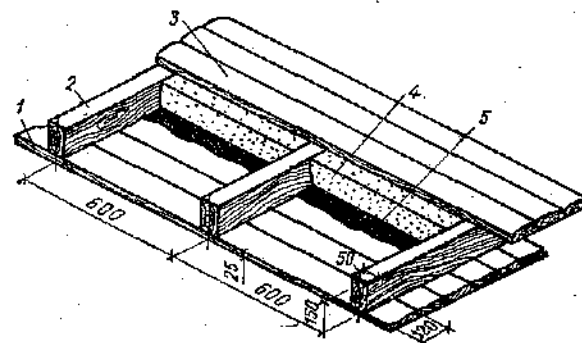


Рис. 65. Конструкция потолка бани

1 — внутреннее дощатое перекрытие; 2 — поперечная обрешетка; 3 — наружное дощатое перекрытие; 4 — теплоизоляция; 5 — рубероид

транвают известково-песчаную стяжку. Конструкция потолка показана на рис. 65.

Полки могут быть двух видов. Они состоят из ряда ступеней, причем верхняя значительно шире осталь-

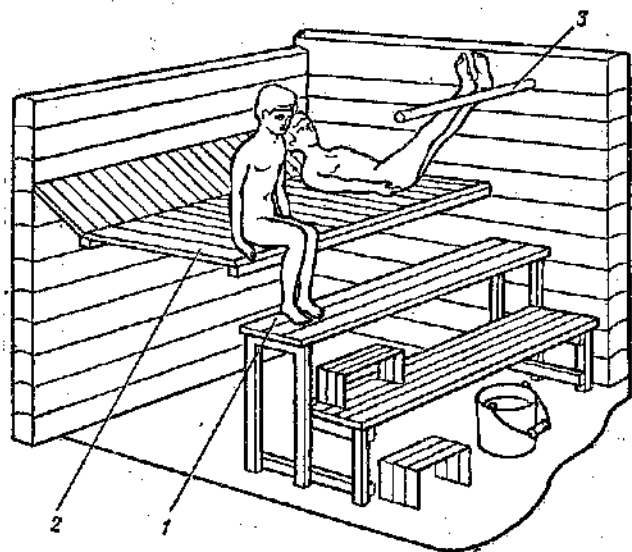


Рис. 66. Полки и скамья в парилке
1 — скамья; 2 — полки; 3 — подставка для ног

ных и на ней достаточно места, чтобы сидеть или лежать. На верхнюю полку ведет деревянная лестница. Расстояние между потолком и полкой должно быть не менее 105 см, чтобы моющемуся удобно было сидеть и хлестать себя веником. Полки следует размещать на одном уровне или чуть выше парной двери печи-каменки, с тем чтобы тепло печи использовалось полностью. Конструкция полки показана на рис. 66. Поскольку ноги выдерживают более высокую температуру по сравнению с другими частями тела, на полке делают подставку для ног. Можно использовать не только деревянный брусок, но и тканевую ленту, свешивающуюся с потолка.

Если для скрепления досок используют гвозди, то необходимо загонять их внутрь как можно глубже. Не рекомендуется использовать суковатые и особенно смолистые доски.

Полки изготавливают из досок и планок, которые не красят, не пропитывают никакими растворами во избежание вредного воздействия на разгоряченную ко-

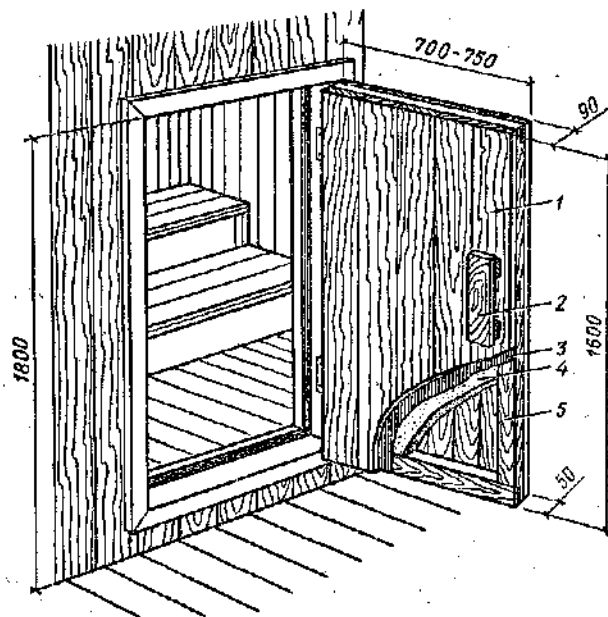


Рис. 67. Дверь парилки

1 — обшивка; 2 — ручка; 3 — паронепроницаемая; 4 — минеральная вата; 5 — обвязка двери

жу. Полки должны быть съемными, чтобы их можно было мыть и чистить.

Окна бани, как правило, двойные; их размер может быть различным, но достаточным для хорошего освещения помещения бани. Поскольку в бане температура повышается от пола к потолку, для уменьшения теплопотерь окно размещается ближе к полу (60—70 см от пола); длинная сторона окна обычно параллельна полу. Дверь парной выполняют из досок с утеплением минеральной ватой или войлоком. Высота двери для сохранения тепла меньше обычной: 1,6—1,8 м. Порог в парной для уменьшения притока холодного воздуха устраивают высотой 100—150 мм. Конструкция двери показана на рис. 67. Дверная ручка со стороны парилки должна быть деревянной.

Устройство сауны. Финская сауна устроена почти так же, как русская баня. Отличается она главным образом тем, что в ней не моются, а лишь парятся.

Поэтому необходимо предусмотреть душевую или отдельное моечное помещение. Печь-каменку размещают целиком в парилке, в ближнем ко входу углу. Полки для жарения располагают в два яруса, причем верхняя по трем стенам парной. Ширина верхнего полка должна быть не меньше 50 см. Если сауна мала, и в ней только один ярус полка, то расстояние от него до потолка должно быть таким, чтобы голова сидящего парильщика не доставала до потолка. Печь-каменка чаще всего с электрообогревом, но можно использовать и деревянную печь. Во избежание ожогов печь выгораживается перилами.

В сауне температура выше, чем в русской бане, поэтому ее теплоизоляция производится более тщательно. Стены сауны выкладывают из хорошо просушенных досок лиственных пород: осины, березы или липы. Эти породы не коробятся при высокой температуре. Допустимо использовать сосну или лиственницу. Изнутри доски располагают вертикально и плотно подгоняют одну к другой. Под внутренние доски подкладывают паронизляционный слой из полиэтиленовой пленки, алюминиевой фольги или пергамента. Рубероид или толь использовать нельзя, так как при высокой температуре от них исходит неприятный запах. Тщательно паронизируют стык стены с потолком, для чего сверху стены оставляют напуск 150—200 мм, который затем подшивается при обшивке потолка.

Снаружи каркас бани обшивают досками, которые в отличие от внутренней обшивки, располагаются горизонтально. Наружную обшивку покрывают олифой и окрашивают. Внутреннюю поверхность не окрашивают и не лакируют, чтобы не было выделения вредных веществ при нагреве. Слой теплоизоляции для потолка сауны на 40—50 % толще, чем для стен.

Освещение сауны дневным светом из окна размером примерно 600×500 мм. Если через окно периодически проветривают помещение, то используют поролоновые или войлочные уплотнители. Стекла крепят на казеиновой замазке или резиновым уплотнителем (рис. 68). Дополнительно для освещения устанавливают светильник, углубленный в потолок.

При пользовании сауной моются в расположенном отдельно помещении, имеющем водогрейное устрой-

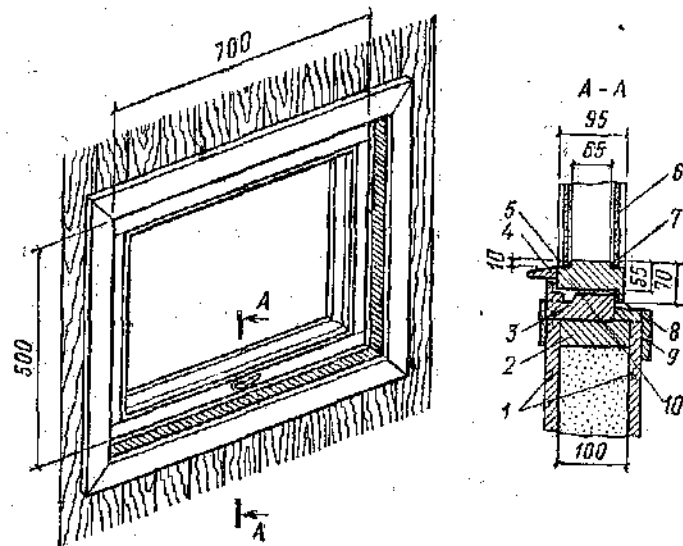


Рис. 68. Окно парилки

1 — обшивка бани; 2 — каркас; 3 — коробка; 4 — отлив; 5 — раскладка; 6 — стекло; 7 — замазка; 8 — шнур; 9 — нащечник; 10 — оконный блок

ство. Обитые досками стены покрывают двумя слоями рубероида и пластиковым гидроизоляционным покрытием. Полы в моечной бетонируют и облицовывают плиткой.

2.5. ПЕЧИ-КАМЕНКИ ДЛЯ БАН И САУН ПЕЧИ ДЛЯ БАНЬ

Для отопления русской бани всегда использовали деревянную печь с засыпкой из камней, которые укладывали открыто. Дымоотводящей трубы не было. Печь топились «по-черному», с выпуском дыма в помещение. Ныне в банных печах камни укладывают в газоходе, а дым отводят через трубу в атмосферу. Помещение для мытья не загрязняется сажей.

Наиболее распространенное топливо для банных печей — дрова лиственных пород деревьев, например березы, которая горит высоким ровным пламенем. Хвойные деревья имеют тот недостаток, что в их составе содержатся смолистые вещества, которые при

горении нередко образуют сажу. При сжигании, например, сосновых дров к концу топки в печь подбрасывают несколько осиновых поленьев, образующееся длинное красно-синее пламя «облизывает» камни и выжигает всю сажу и гарь. Если этого не делать, то камни приходится периодически извлекать из печи и очищать от сажи.

Каменка. Различают печи с открытой и закрытой каменкой. В открытой камне уложены кучей над топкой и не защищены сверху огнеупорной кладкой. Открытая каменка быстро нагревает помещение, которое быстро охлаждается. Поэтому печи с открытой каменкой приходится топить непрерывно в течение всего времени пребывания в парной. Открытые каменки применяют в электропечах для отопления саун.

В печах с закрытой каменкой (рис. 69), выложенных из кирпича, камни размещают внутри газоходов; используют большее число камней, чем в открытой каменке. Размеры печи в этом случае гораздо больше, поэтому для ее нагрева также требуется больше времени. Аккумулируя значительное количество тепла, закрытая каменка после окончания топки может продолжительное время отдавать тепло, обогревая помещение бани. В русской бане чаще устанавливают печи с закрытой каменкой.

Наиболее приемлемыми для индивидуальных и малых сельских бань являются теплоемкие кирпичные печи периодического действия, имеющие достаточно массивную внутреннюю кирпичную кладку. После топки в массиве кладки аккумулируется значительное количество теплоты, достаточное для продолжительной работы бани. Кладка защищает наружную стенку от перегрева и снижает ее температуру. Благодаря интенсивной топке каменная засыпка может быть нагрета до высоких температур (1000—1100 °С в нижней и до 500—600 °С в верхней части). Если в результате неполного сгорания в газах появится сажа и осядет на поверхности камней, то при столь высоких температурах сажистые частички могут быть выжжены, поэтому для теплоемких печей-каменок периодического действия допустимо использовать более простую конструкцию с прохождением продуктов сгорания непосредственно через каменную засыпку (рис. 70). Топливник печи перекрыт сверху кирпичными ар-

Рис. 69. Печь-каменка

1 — топочная дверца; 2 — поддувальная дверца; 3 — колосниковая решетка; 4 — топливник; 5 — щелевая арка; 6 — огнеупорный кирпич

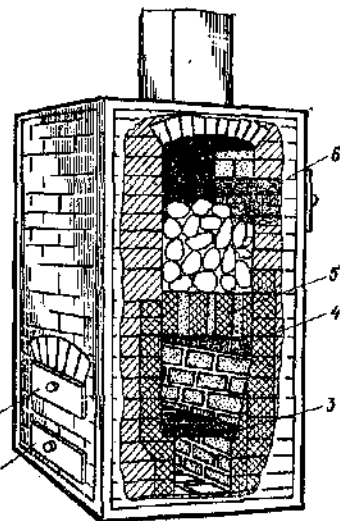
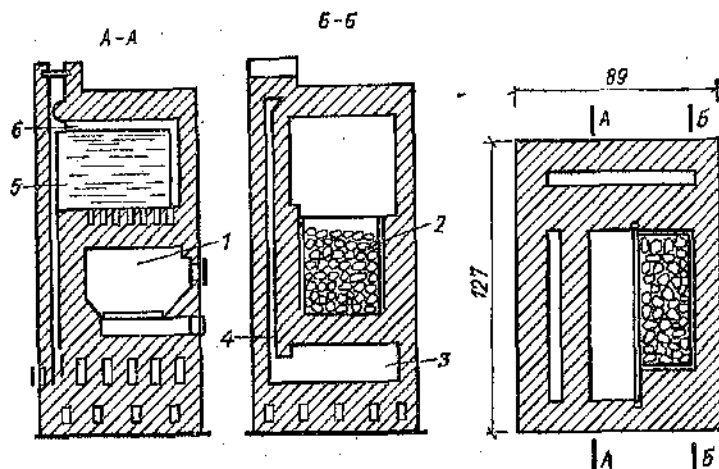


Рис. 70. Каменка конструкции А. Суздальцева

1 — топливник; 2 — засыпка из камней; 3 — нижний канал; 4 — вертикальный канал; 5 — водогрейный бак; 6 — проем



ками с промежутками между арками шириной 5—8 см; на арки насыпаны камни. Дымовые газы из топливника через прогары в арках омывают засыпку, прогревая ее, далее поступают в опускающие колодцы,

после чего из общего сборного дымохода отводится в дымовую трубу. Камера над арками с засыпкой сообщается с помещением парильной откидной дверцей. Когда требуется получить пар, открывают дверцу и окатывают раскаленные камни водой из шайки; образующийся пар вырывается в парильную. Непарившаяся вода по откосу стекает обратно в парильную. Арки каменки выкладывают из огнеупорного кирпича. Выкладка кирпичных арок представляет собой довольно трудоемкую операцию. Можно ее избежать, если заменить арки чугунной решеткой.

Каменка индивидуального изготовления, в которой каменная засыпка отделена от газов металлической перегородкой, показана в прил. 1. Печь имеет длину 102 см (4 кирпича), ширину 115 см (4,5 кирпича), высоту 203 см (29 рядов кладки), наружный объем 2,3 м³, топливник выкладывают из огнеупорного кирпича, остальной массив — из красного. Топливник объемом 0,11 м³ снабжен колосниковой решеткой размером 38×48 см. Работает печь следующим образом: топочные газы, омывая дно камеры, попадают в вертикальные газоходы и поднимаются кверху камеры. Затем газы перемещаются в параллельные боковые газоходы и, обогревая боковые стенки, опускаются до дна камеры. Отсюда через подъемный газоход газы направляются в дымовую трубу.

В качестве разделительной перегородки между газами и камнями используется отработанный чугунный пищеварочный котел. Эту печь так же, как предыдущую, можно отапливать углем, что делает ее применимой для безлесных районов. Ввиду того, что каменная засыпка отделена от газового пространства, исключено просачивание воды в топку.

Все эти типы каменок служат для отопления бани и выработки пара, но наиболее универсальными являются конструкции печей, которые, кроме того, служат для нагрева воды. К таким печам относится *банная печь конструкции А. Суздальцева*. Она имеет внутренний топливник и присоединенную к нему камеру с засыпкой из камней, отгороженную чугунной плитой. Водонагреватель (сварной бак из оцинкованной стали) располагается в верхней части печи. Нижний массив печи имеет специальные клапаны для нагрева воздуха помещения. Конструкцией предусмотрена ра-

бота печи в двух режимах: с открытым и закрытым дроссель-клапаном. В первом режиме дымовые газы, минуя каналы, попадают в колпак и по его каналам — в водогрейный бак. Выходя через проем, газы поступают в верхнюю часть вертикального дымового канала, соединяющегося с нижним каналом. Наряду с этим дымовые газы, выходя из проема и направляясь по кратчайшему пути в трубу, засасывают воздух из вертикального канала (и из всех других, последовательно с ним соединенных).

Во втором режиме газы поступают в дымоход, затем опускаются по боковому каналу в нижний канал, откуда поднимаются по вертикальному каналу и направляются в дымовую трубу. В этом случае печь начинает работать через 20—30 мин после начала топки. При этом дымовые газы проходят через нижние каналы, обеспечивая нижний прогрев печи. В каналы колпака горячие газы попадают благодаря газовому напору. Охладившись за счет теплообмена с баком, они опускаются вниз. После топки дроссель-клапан открывается, а дымовые заслонки закрываются. При этом усиливается теплообмен между разогретыми массивом печи и баком.

Печь отличается малой теплоемкостью и развитыми поверхностями для нагрева воды. Поэтому разогрев ее (от холодного до рабочего состояния) происходит за 5—6 ч. Вода нагревается после окончания топки в течение 4—6 ч. Ввиду того, что дымовые газы нагревают камни через чугунную плиту, в печи можно сжигать любые виды топлива. Наличие двух ходов позволяет перераспределять теплоту, идущую на отопление и приготовление горячей воды. Учитывая небольшой расход материалов, печь может быть рекомендована для сельского строительства. Основные конструктивные характеристики и эксплуатационные показатели (по данным испытаний) печи конструкции А. Суздальцева приведены ниже.

А. Конструктивные характеристики

Общая высота, м	1,85
Кубатура, м ³	2,5
Объем кладки, м ³	1
Масса кладки, кг	2450
Площадь тепловоспринимающей поверхности, м ²	14,9

Число кирпичей, шт.:	
красного	660
огнеупорного	40
Площадь колосниковой решетки, м ²	0,06
Объем топливника, м ³	0,074
Вместимость водонагревателя, м ³	214
Площадь поверхности нагрева, м ²	2,4
Вместимость баков, л:	
холодной воды	600
горячей воды	650
Масса загруженных камней, кг	180

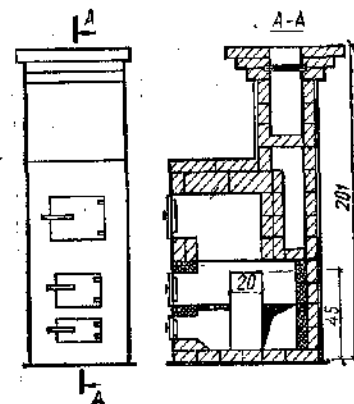
Б. Эксплуатационные показатели

Продолжительность топки печи, ч	12
Средний часовой расход сосновых дров, кг/ч	14,2
Тепловое напряжение топливника, кВт/м ²	686
Температура уходящих газов, °С	193
Коэффициент избытка воздуха	1,7
Расход горячей воды, кг/ч	248
Время нагрева каменки, ч	12
Теплопроизводительность водонагревателя, кВт	17,6
Продолжительность действия, ч	9,5
Паропроизводительность, кг/ч	9,5
Количество теплоты, отданное печью окружающей среде, кВт	6
Доля теплоты, %, используемой на:	
нагрев воды	30
получение пара	11,7
нагрев воздуха в помещении	15
Потери теплоты, %:	
с химическим недожогом	4,8
с уходящими газами	13
КПД, %	70

Недостатком печи конструкции А. Суздальцева является то, что для ее сооружения необходимы дефицитные комплектующие материалы: чугунная плита для камней и оцинкованная сталь для изготовления водогрейного бака.

Интерес представляет банная печь-каменка конструкции А. Ф. Филичко. Каменка предназначена для топки углем, размер ее 84×59 см. Ее особенность — быстрый ввод в действие. Большинство каменок периодического действия нужно сначала протопить, добиться требуемой температуры в помещении бани и только после этого можно начинать мыться. Данная конструкция позволяет значительно сократить время подготовки бани к мытью. Мыться можно начать вскоре после растопки печи, причем топку ведут непрерыв-

Рис. 71. Банная печь конструкции А. Ф. Филичко



но и не прекращают во время мытья. Пропускная способность бани с такой печью увеличивается. Банная печь гигиенична, так как нагрев засыпки производится без пропуска через нее дымовых газов, путем теплопередачи теплоты через поверхность железной плиты, на которую загружена засыпка. В качестве засыпки используется чугунный металлолом, а не камни. Поскольку чугун имеет меньшую по сравнению с каменным материалом теплоемкость, засыпка не остывает после того, как ее обольют водой, поэтому печь топится непрерывно. Чтобы получить требуемое количество пара, нужно использовать подогретую воду. В конструкции предусмотрен водогрейный бак (для горячего водоснабжения). Во время топки вода в нем постепенно испаряется, и бак нужно периодически наполнять водой. Каменку непрерывного действия можно рекомендовать для индивидуальных застройщиков и для общественного пользования (в рабочих поселках, на полевых станах и др.). Пользуясь чертежами порядовой кладки (см. прил. 1), банную печь можно сложить самостоятельно. В прил. 2 даны конструкции печей-каменок.

На рис. 71 изображен фасад печи, а в прил. 1 — разрезы А—А, Б—Б, В—В. Каменка в металлическом футляре выкладывается из 16 рядов (от уровня пола до полочной разделки). При кладке печи в грунте сооружается фундамент глубиной 75 см и на расстоянии 7 см ниже уровня грунта прокладывается

гидроизоляция (в два слоя толя). На разрезе А—А видно устройство зольниковой камеры, над которой поперек топливника располагается колосниковая решетка (30×20 см). Над топливником высотой 28 см устанавливают железную плиту толщиной 2 см, на которую (для увеличения массы) кладут чугунный металлолом. Рядом с зольниковой камерой и топливником размещают сварной бачок (52×20×45 см) для нагрева воды.

При топке каменным углем (в связи с чем обмуровка топливника выполняется из огнеупорного кирпича) горячие газы и пламя накаляют железную плиту и металлолом, затем омывают бачок для нагрева воды (ход газов показан на разрезе А—А стрелками) и опускаются почти до уровня пола. Последующее движение дымовых газов показано на разрезе В—В стрелками (снизу вверх и далее в дымовую трубу).

На разрезе А—А видно расположение печных приборов: поддувальной и топочной дверок, колосниковой решетки, железной плиты, дверки паровой камеры, дымовой заслонки. Габариты паровой камеры 37×32×37 см.

На разрезе Б—Б изображена установка колосниковой решетки над зольниковой камерой.

1-й ряд кладки от уровня грунта сооружают из кирпичей, уложенных плашмя в металлическом футляре.

2-й ряд выкладывают из кирпичей, установленных на ребро, а над ними укладывают плашмя ряд в один кирпич, на который устанавливают поддувальную дверку, бачок для нагрева воды и обогревательный щит (обмурованный огнеупорным кирпичом).

3-м рядом из кирпичей, установленных на ребро, закрепляют поддувальную дверку, укладывая над нею плашмя ряд в один кирпич (вровень с 3-м рядом кирпичей, установленных на ребро), затем поперек топливника кладут колосниковую решетку размером 30×20 см. Правую сторону бачка для нагрева воды, а также под вокруг колосниковой решетки (если он имеется) обмуровывают огнеупорным кирпичом и укрепляют ряд стальными полосами. Ширина обогревательного щитка в 3-м ряду составляет 18 см.

4-м и 5-м рядами из кирпичей, уложенных на реб-

ро, закрепляют топочную дверку; затем производят внутреннюю обмуровку топливника и обогревательного щитка огнеупорным кирпичом, а также укладывают плашмя один ряд кирпичей над топочной дверкой (вровень с рядом кирпичей, установленных на ребро), а затем устанавливают перемычку между дымоходами (длина каждого — 17 см). Бачок для нагрева воды должен выступать снаружи печи (для удобства черпания из него горячей воды). Пунктирные линии на 5-м ряду означают, что верхняя плоскость бачка для нагрева воды находится на 6,5 см ниже 5-го ряда кирпичей, установленных на ребро. На 5-й ряд кладут железную плиту толщиной 2 см (на чертеже не показана).

6-й ряд выкладывают из кирпичей, установленных на ребро, в один ряд в обогревательном щите — из огнеупорных кирпичей, уложенных плашмя. На этот ряд загружают (на высоту 12—18 см) чугунный металлолом на железную плиту толщиной 2 см.

7-й и 8-й ряды выкладывают из кирпичей, установленных на ребро, и закрепляют дверку паровой камеры. Над последним рядом прокладывают металлические пластины, показанные на чертеже пунктиром.

9-й ряд выкладывают из кирпичей, установленных на ребро, и один ряд (обогревательного щита) — из кирпичей, уложенных плашмя.

10-й ряд выкладывают из кирпичей, уложенных плашмя; в обогревательном щите — из кирпичей, установленных на ребро, и прокладывают металлическую пластину, показанную на чертеже пунктиром.

11-й, 12-й, 13-й ряды выкладывают из кирпичей, установленных на ребро. Внутри 11-го ряда два ряда выкладывают из кирпичей, уложенных плашмя. В 11-м ряду ширина обогревательного щита составляет 18 см. На 12-м ряду прокладывают стальные полосы и металлическую пластину, показанную на чертеже пунктиром, на 13-м только стальные полосы.

На 14-м ряду устанавливают дымовую заслонку и продолжают кладку с таким расчетом, чтобы 15-й ряд стал предпоследним, а 16-й — прижал асбест к деревянному потолку.

На потолке и на крыше выкладывают дымовую трубу из пяти рядов кирпичей, уложенных плашмя (на крыше — с заделкой и карнизной шапкой), или

Рис. 72. Банная печь с водогрейной емкостью

1 — кладка каменки; 2 — корпус; 3 — дымовая труба; 4 — водогрейная емкость; 5 — камни; 6 — опорная решетка; 7 — топка

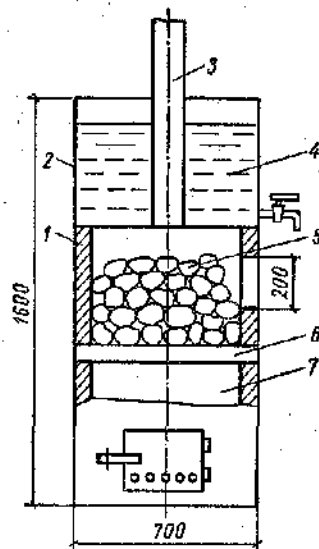


Рис. 73. Банная печь

1 — поддувало; 2 — топка; 3 — наружная кладка; 4 — дымовая труба; 5 — люк для подлива камней; 6 — спускные газоходы

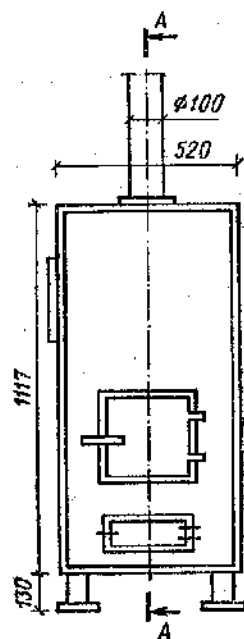
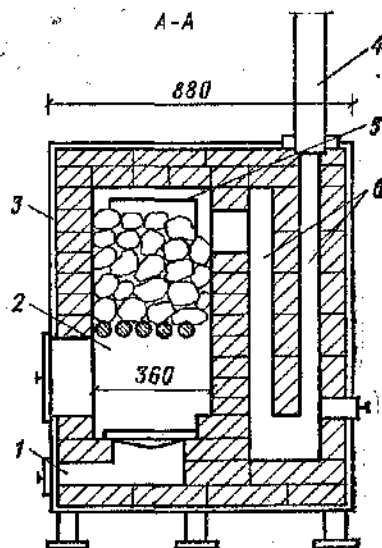
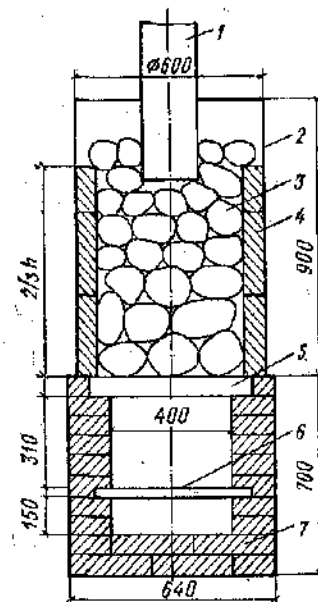


Рис. 74. Печь из бочки

1 — дымовая труба; 2 — корпус; 3 — камни; 4 — кладка каменки; 5 — опорная решетка; 6 — колосниковая решетка; 7 — под топки



устанавливают дымовую трубу облегченного типа, выпускаемую промышленностью.

Для семейного пользования удобны небольшие закрытые печи, выкладываемые в металлическом корпусе, в который встроена водогрейная емкость (рис. 72). Кожух печи размером $70 \times 70 \times 170$ см сварен из стального листа толщиной 4 мм. По высоте печь разделена на три зоны: нижняя служит топкой, средняя — каменкой, верхняя предназначена для нагрева воды. Кожух печи в зонах топки и каменки выложен изнутри красным кирпичом «на ребро». Над топкой на решетку из рельсов уложены камни. Над каменкой размещена водяная емкость с крышкой, обогреваемая центральной дымовой трубой. В кожухе имеется дверца, через которую в баню выходит пар, образующийся при выплескивании воды на камни.

На рис. 73 показана другая конструкция банной печи, отличающаяся большей теплоемкостью благодаря более толстой кладке, а также подключению дополнительных дымооборотов. Печь заключена в фут-

ляр из листовой стали толщиной 1,5—2 мм. Толщина стенок топки — $\frac{1}{2}$ кирпича, дымоходов — $\frac{1}{4}$ кирпича. Для полива водой камней в корпусе имеется боковая дверца.

Наиболее простую печь можно изготовить из обыкновенной металлической бочки без дна, которую устанавливают на очаг с решеткой, сложенной из кирпича (рис. 74). Нижнюю часть бочки, служащую топкой, изнутри обкладывают красным кирпичом «на ребро». Очаг перекрывают толстыми прутьями или рельсами и на них укладывают камни. Дым, проходя в зазоры между камнями, отдает им тепло и удаляется через дымовую трубу, заглубленную в кучу камней. Таким образом, эта каменка открытая и, чтобы избежать попадания дыма в баню, бочку накрывают крышкой. При парении крышку снимают и выплескивают воду на камни. После того как пар выйдет, крышку вновь надевают на бочку.

ПЕЧИ ДЛЯ САУНЫ

Сауна отличается от бани тем, что в ней постоянно поддерживается сухая горячая атмосфера и нет необходимости периодически поливать камни водой для образования пара. Поскольку нет необходимости аккумулировать тепло, масса камней значительно меньше. Печи сауны обогревают электричеством или топят дровами.

Печи длительного горения отличаются рядом особенностей: вследствие того что кладка топливника имеет небольшую толщину, корпус сильно нагревается снаружи, поэтому для предотвращения чрезмерного излучения корпус помещают в металлический кожух — своего рода защитный экран. В кольцевом зазоре между корпусом и экраном циркулирует воздух, нагревающийся от раскаленных стен топки. Обычно печь топят с постоянной небольшой нагрузкой, поэтому насадка из камней нагревается до температуры, составляющей по данным обследования нескольких зарубежных печей различного типоразмера 330—510 °С. В результате неполного сгорания топлива в продуктах сгорания может появиться сажа, которая оседает на камнях. При поливе их водой вырывающийся пар захватывает сажистые частицы и загрязняет воздух помещения парной. Для предотвращения

загрязнения воздуха каменная насадка в печах длительного горения отделяется от газов стальной или чугунной плитой.

Печи постоянного нагрева характеризуются сильным излучением, поэтому скамьи парной отделяют от печи кирпичной стенкой. Верх печи должен отстоять от потолка не менее чем на 1 м, причем при сильном излучении потолок над печью защищают экраном.

Наиболее удобны в эксплуатации электропечи, они легко регулируются, не загрязняют помещения бани, не требуют особого ухода. Электропечи (рис. 75) могут быть с открытыми и закрытыми трубчатыми электронагревателями (ТЭНами). ТЭНы более удобны, так как их легко заменить. В открытых нагревателях элемент размещен в виде спирали на огнеупорном керамическом основании. Тепловая защита печи выполняется из нескольких тепловых экранов, расположенных последовательно один за другим. Экраны имеют небольшую массу и быстро разогреваются.

В зависимости от объема парильной ориентировочная мощность, потребляемая электрокаменкой, кВт, составит: 5 м³ (на 2 чел.) — 3 кВт; 12—18 м³ (на 4 чел.) — 12; 16—24 м³ (на 5 чел.) — 15; 25—30 м³ (на 7 чел.) — 18; 30—40 м³ (на 9 чел.) — 25 кВт.

Схемы включения электропечи в сеть. Нагревательные элементы можно подключать к однофазной или трехфазной сети по однофазной схеме параллельного, последовательного и смешанного, т. е. параллельно-последовательного включения. Схема переключения двух сопротивлений с параллельного соединения на последовательное обеспечивает три ступени мощности: 100; 50 и 25 %. Если имеются два сопротивления с $R_1/R_2=2$, то можно получить четыре ступени мощности (I—IV): 100; 66; 33 и 22 %, присоединяя их, как показано на рис. 76.

Мощность печи изменяют либо вручную, либо автоматически по сигналу термодатчика, установленной в верхней точке помещения сауны. Благодаря эффективной передаче тепла от нагревателей воздуху печи имеют малые габариты, их высота составляет 650—840 мм и устанавливаются они на расстоянии 400—600 мм от стены. Температура разогрева камней в печах постоянного нагрева составляет 350—450 °С.

Конструкции дровяных печей. Дровяные печи по-

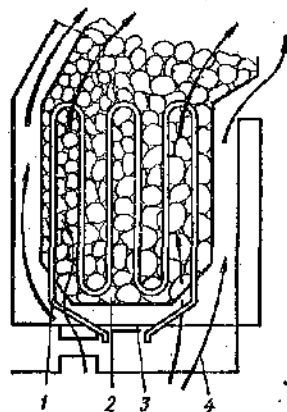
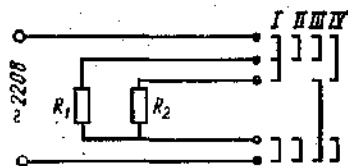


Рис. 76. Электрическая схема соединений ТЭНа

Рис. 75. Электрокаменки с утепленными трубчатыми электронагревателями (ТЭНами)

1 — ТЭНы; 2 — камни; 3 — подача воздуха к камням; 4 — подача воздуха в кожух

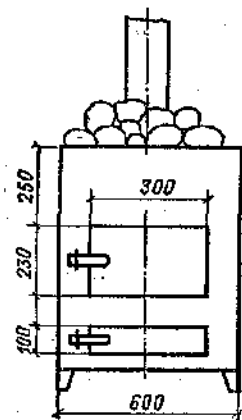
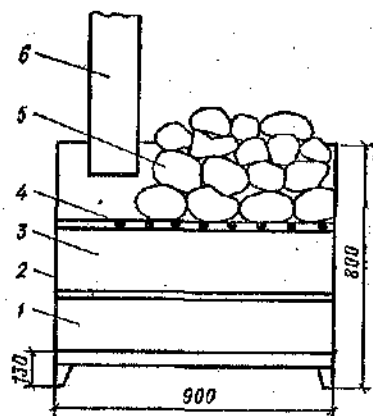


Рис. 77. Дровяная печь

1 — зольник; 2 — наружная стенка; 3 — топка; 4 — опорная решетка; 5 — камни; 6 — дымовая труба

стоянного действия зачастую изготовляют целиком из металла. Одна из таких печей показана на рис. 77. Топка и дымоход выполнены из листовой стали толщиной 4 мм, камни открыто уложены в верхнем горизонтальном дымоходе; здесь они нагревают воздух парной. Другой вариант металлической печи — калорифер постоянного действия конструкции И. Н. Муравьева (рис. 78), который выполняет три функции:

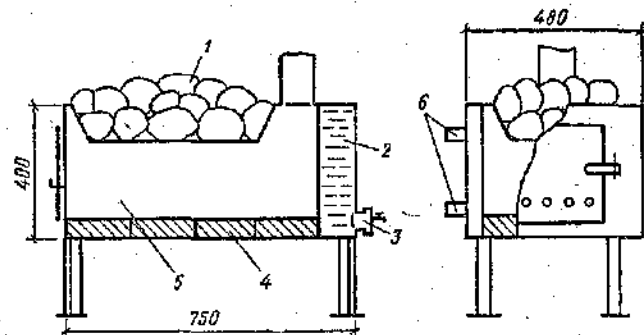


Рис. 78. Калорифер Муравьева

1 — камни; 2 — водогрейная емкость; 3 — отбор нагретой воды; 4 — кладка топки; 5 — топка; 6 — водяные патрубки

обогревает парную теплом разогретых камней, нагревает воздух парной тепловыми экранами, расположенными в боковых стенках печи и, наконец, нагревают воду в баке, размещенном в задней стенке топки и соединенной трубами с емкостью для воды в помещении для мытья. Благодаря небольшим размерам печь быстро прогревается, что позволяет нагреть парную за 90 мин при сохранении низкой влажности.

Дровяные печи для сауны устраивают вместе с каменкой. Они могут быть выложены из кирпича (см. рис. 71, 75) или сооружены другим способом. В этом случае печь состоит из корпуса, дымохода и каменки. Корпус изготовляют из листовой стали толщиной 3—5 мм. Дрова сжигают на колосниковой решетке; благодаря малой теплоемкости корпуса печи воздух в сауне быстро нагревается. Камни для аккумуляции тепла размещают в верхнем дымоходе печи. Для хорошей аккумуляции тепла масса камней должна составлять 5—7 кг на 1 м³ объема парной.

3. ПЕЧНОЕ ОТОПЛЕНИЕ МАЛОЭТАЖНЫХ ДОМОВ

3.1. ТИПЫ ПЕЧЕЙ, ИХ ВЫБОР ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПЕЧНОГО ОТОПЛЕНИЯ

При привязке печей в помещениях следует стремиться к тому, чтобы печи располагались преимущественно у внутренних капитальных стен и число их было минимальным.

Одна печь может отапливать не более трех смежных помещений. Должно быть соблюдено условие, при котором теплоотдача выходящей в каждое помещение части нагретой поверхности печи возмещала его теплопотери. Если теплоотдача выбранной печи превосходит теплопотери помещения более чем на 15 %, то необходимо выбирать печь меньших размеров. Применение печей с большей теплоотдачей допускается в том случае, если установка печей больших габаритов оказывается необходимой по условиям теплоустойчивости помещений.

Для отопления кухни, жилых комнат, подсобных помещений печи следует группировать в так называемый тепловой узел. В этом случае дымоходы объединяются в один кирпичный стояк. Стоимость печных работ при такой планировке заметно снижается.

Не рекомендуется устанавливать печи у наружных стен, так как это осложняет и удорожает работы по возведению дымовых труб. Печь по возможности должна стоять открыто и свободно обогревать помещения.

Теплоотдача переведенных на газ печей может рассчитываться исходя из площади их теплопередающей поверхности и числа топок в сутки. При одной топке в сутки количество теплоты, снимаемой с 1 м² теплопередающей поверхности, должно составлять 290—360 Вт, при двух топках — 590—600 Вт. Выбирая конструкцию печи, необходимо учитывать также санитарно-гигиенические требования к помещениям различного назначения.

В жилых и школьных зданиях можно применять печи повышенного прогрева. В момент максимального прогрева они имеют следующую температуру на теплопередающей поверхности: 100—110 °С на пло-

щади, равной не более 15 % общей площади поверхности печи; 110—120 °С на площади, которая составляет не более 5 % площади поверхности печи. Средняя температура всей теплопередающей поверхности печи в момент максимального прогрева не должна превышать 90 °С.

В служебных, конторских, складских помещениях разрешается устанавливать печи с теплопередающей поверхностью температурой выше 120 °С. Однако при этом печь должна иметь экранирующее ограждение в виде кожуха, который предохранял бы людей от ожогов при случайном соприкосновении. Во всех случаях преимущество отдается печам с нижним прогревом, как наиболее рациональным по распределению температур.

В помещениях, требующих поддержания постоянной температуры воздуха, необходимо устанавливать газовые отопительные печи с непрерывным режимом топки в течение суток, например кирпичную печь АКХ-14 с горелкой АКХ-СМЗ.

В сейсмических районах следует эксплуатировать легкие печи в металлических каркасах. При необходимости применения теплоемких печей последние заключаются в металлические футляры. В этих районах нельзя использовать насадные кирпичные трубы, а коренные трубы необходимо заключать в металлические каркасы.

Подбор печей периодического действия производят из расчета определенного количества топок печи в течение суток: для средней полосы — 2 раза в сутки, для северных широт с расчетной температурой минус 35 °С и ниже — 2 раза при увеличенной продолжительности топки, для южных районов, имеющих расчетную температуру отопления 5 °С и выше — 1 раз в сутки.

Каждая газовая печь периодического действия должна иметь обособленный дымоход. Однако в существующих жилых домах допускается присоединение к одному дымоходу до трех газовых бытовых печей, расположенных на одном или разных этажах при условии ввода продуктов сгорания в дымоход на различных уровнях, не ближе 50 см один от другого или устройства в дымоходе (на такой же высоте) рассечек.

Продукты сгорания можно отводить в стеновую ко-

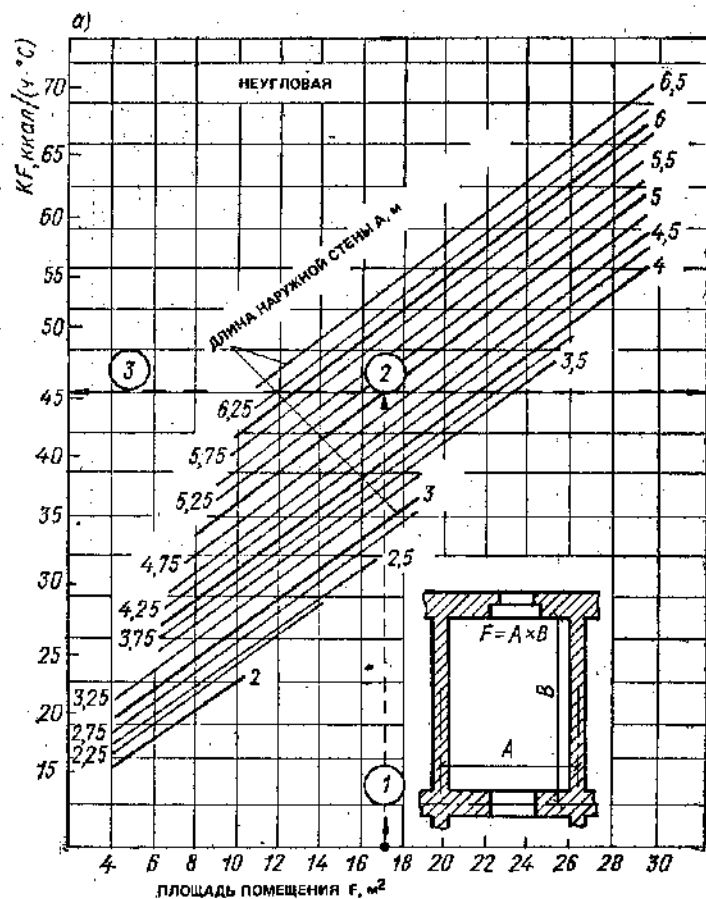
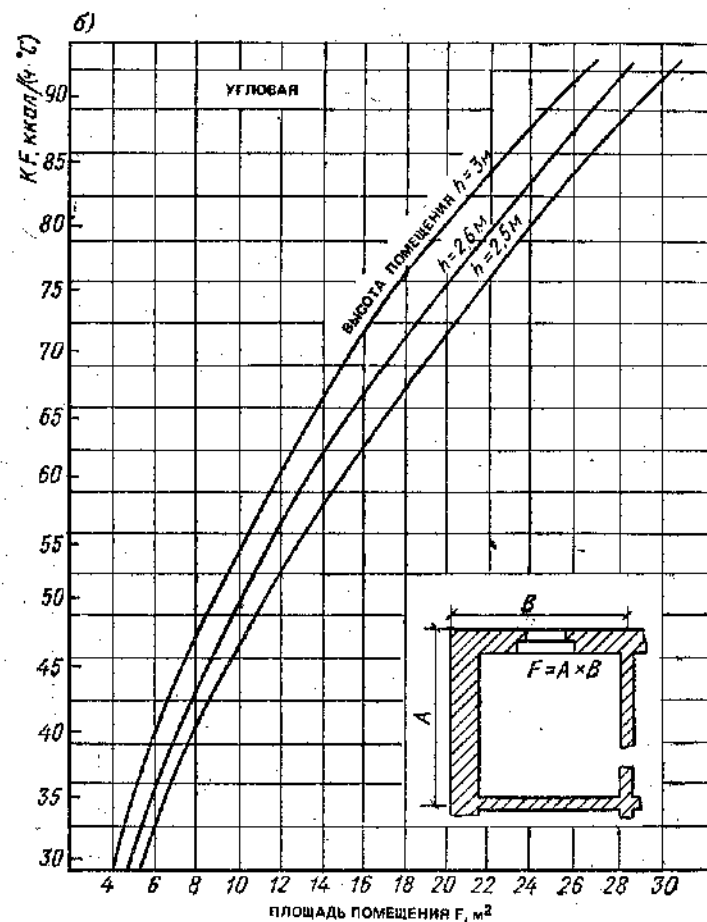


Рис. 79. Номограмма для расчета теплопотерь помещений

ренную или насадную трубу. При проектировании дымоходов в наружных стенах зданий расстояние от внутренней поверхности дымохода до наружной поверхности стены принимается не менее 64 см. Наружная поверхность дымохода должна быть оштукатурена.

При подборе печей прежде всего необходимо определить их теплопроизводительность, равную теплопотерям помещений при расчетной температуре на-



ружного воздуха. Определить теплопотери жилых комнат одноэтажных усадебных домов, строящихся по типовым проектам, можно по номограммам, показанным на рис. 79. Номограммой пользуются следующим образом: наносят на оси абсцисс точку 1, соответствующую площади данного помещения, и проводят вертикаль до наклонной линии, соответствующей заданной длине наружной стены помещения. Точку пересечения 2 сносят влево по графику и находят на оси ординат точку 3, указывающую значение произведения KF наружных ограждений данной комнаты.

Для определения теплопотерь комнаты следует полученную из номограммы величину KF умножить на расчетную разность температур.

Номограмма на рис. 79,б отличается от номограммы на рис. 79,а тем, что вместо наклонных линий разной длины комнат нанесены линии разной высоты помещений.

Если печь имеет закрытые поверхности, обращенные в отступки, то теплопередача от них в помещение рассчитывается с учетом поправочного коэффициента, который в зависимости от размеров и конструкции отступков принимается следующим: 0,75 — при закрытых с боков, но открытых вверху и внизу поверхностях при ширине 13 см и более; открытых с обеих сторон поверхностях при ширине от 7 до 13 см; в) открытых с обеих сторон поверхностях, закрытых с боков и нижней поверхности, с нижней решеткой и открытых вверху поверхностях; 0,5 — при закрытых поверхностях с нижней и верхней решетками.

После того как определены тепловые потери помещения, следует подобрать печь согласно таблице технических характеристик отопительных печей и с учетом компоновочных размеров.

Для применения печей периодического действия также необходимо рассчитывать теплоустойчивость помещений. Это объясняется следующими обстоятельствами. Наружные стены перекрытия, полы жилых домов, в том числе и с печным отоплением, имеют различную толщину. Кроме того, материалы, используемые для строительства домов (кирпич, дерево, шлакоблоки и т.д.), резко отличаются своими тепло-техническими свойствами. Поэтому при одинаковых наружных температурах одни строения будут лучше сохранять полученную теплоту, другие хуже. Далее, сами печи периодического действия имеют неодинаковые габариты, массу, толщину стенок и по-разному в процессе остывания отдают теплоту, аккумулированную во время топки. Печи малогабаритные и тонкостенные быстро нагреваются и быстро остывают. Печи больших размеров и с более толстыми стенками медленно нагреваются и более равномерно отдают теплоту воздуху и стенам помещения. Колебание температуры в помещениях всегда зависит от числа топок в сутки. Таким образом, когда в жилых домах

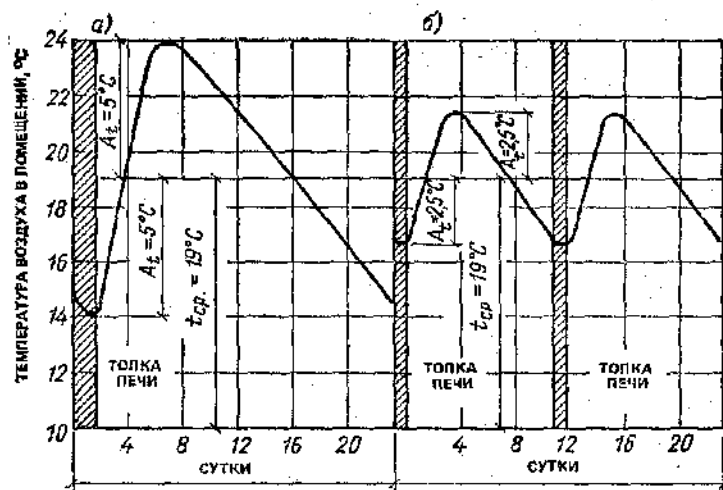


Рис. 80. Кривые изменения температуры воздуха в помещении при печном отоплении

а — при одной топке в сутки; б — при двух топках в сутки

установлены печи периодического действия, то колебания температуры воздуха в них в течение суток зависят в основном от характеристики ограждающих конструкций, теплоаккумулирующего массива печи и числа топок в сутки.

Теплоустойчивость помещений определяется величиной амплитуды колебаний температуры комнатного воздуха за промежуток между двумя топками. Например, на графиках (рис. 80) показано, что при одной топке печи в течение суток (рис. 80,а) температура в помещении изменяется от 14 до 24°C . Средняя температура равна 19°C , а амплитуда колебания, т.е. отклонение температуры от среднего значения в большую или меньшую сторону, равна 5° . Если печь топить 2 раза в сутки (рис. 80,б), но сжигать за две топки примерно столько же газа, сколько и в первом случае, то при одинаковой средней температуре в помещении амплитуда колебания уменьшится и станет равной $2,5^\circ$.

При проектировании газового печного отопления необходимо так выбрать значение теплоотдачи и га-

бариты печей, чтобы амплитуда колебания внутренней температуры помещения не превышала $\pm 3^\circ$.

Амплитуду колебаний температуры воздуха в помещениях с печным отоплением рекомендуется определять по формуле Л. А. Семенова

$$A_T = \frac{0,7MQ}{\Sigma \left[1 / \left(\frac{1}{\alpha_n} + \frac{1}{y_n} F_o \right) \right]}$$

где M — коэффициент неравномерности теплоотдачи печи при двух топках в сутки; Q — расчетные теплопотери помещения, Вт; α_n — коэффициент теплоотдачи воздуха помещения внутренней поверхности ограждения для стен, полов, потолков α_n может быть принят 7,5 Вт/(м²·град); y_n — коэффициент теплоусвоения внутренней поверхности ограждения при двух топках в сутки, Вт/(м²·град); F_o — площадь внутренней поверхности теплопоглощения ограждающих конструкций (стен, потолков, полов, дверей, окон), м².

Если при расчетах окажется, что амплитуда колебаний температуры превышает $\pm 3^\circ$, то это значит, что выбранная печь не обеспечивает теплоустойчивости помещения и должна быть заменена другой. Новая печь должна иметь меньший коэффициент неравномерности теплоотдачи M (табл. 6)

Таблица 6. Коэффициент неравномерности теплоотдачи M

Активный объем печи, м ³	М, при толщине стенок топливника и дымооборотов, см		Активный объем печи, м ³	М, при толщине стенок топливника и дымооборотов, см	
	более 7	12 и более		более 7	12 и более
0,4	0,65	—	1,6	0,34	0,18
0,6	0,6	0,5	1,8	0,32	0,16
0,8	0,5	0,4	2	0,31	0,14
1	0,45	0,3	2,2	0,3	0,13
1,2	0,4	0,25	2,6	0,28	0,12
1,4	0,36	0,21	3	0,26	0,11

Для упрощения вычислений ниже приведены значения выражения $1 / \left(\frac{1}{\alpha_n} + \frac{1}{y_n} \right)$ Вт/(м²·град) для наиболее распространенных строительных ограждений:

Стены наружные

Кирпичная со штукатуркой на растворе:	
холодном	5,17
теплом	5,11
Деревянная (рубленая, брусковая):	
без штукатурки	3,6
со штукатуркой	4,3
Конструкция, состоящая из сухой органической штукатурки толщиной 20 мм, воздушной прослойки, кирпичной кладки	3,84

Стены внутренние и перегородки

Кирпичные на холодном растворе со штукатуркой	5
Деревянные (рубленая, брусковая):	
без штукатурки	3,4
со штукатуркой	4,2
Дошатая перегородка толщиной 40 мм:	
без штукатурки	2,9
со штукатуркой	4,2

Перекрытия чердачные

Деревянный потолок без штукатурки при толщине не более 25 мм	3,6
Конструкция, состоящая из:	
штукатурки известковой толщиной 20 мм и подшивки дошатай толщиной более 20 мм	4,3
фанеры толщиной 5 мм, воздушной прослойки и горбылей толщиной более 20 мм	2,7
Фибролитовый потолок со штукатуркой	3,94

Полы

На лагах над холодным подпольем и утепленные при толщине верхнего настила более 25 мм	3
Деревянный настил более 25 мм толщиной в междуэтажном перекрытии	2,8
Асфальтовые или бетонные	4,4

Окна и двери

Окна и застекленные двери:	
одиночные переплеты	5,8
двойные переплеты	2,67
Двери деревянные внутренние	2,9

Тепловая мощность печного отопления рассчитывается в следующем порядке: определяют теплопотери помещений; подбирают отопительную печь соответствующей теплопроизводительности; рассчитывают теплоустойчивость помещений. Если предусмотрена установка газовых печей непрерывного горения, то не-

обходимость в последней операции отпадает. Теплотеря помещения следует определять при той температуре наружного воздуха, которая принимается для центрального отопления.

Пример 1. Имеется две жилые комнаты в одноэтажном рубленом деревянном доме с внутренней штукатуркой. Печь, эксплуатирующаяся на твердом топливе, установлена возле внутренней стены. Высота помещений 2,5 м, размеры окон $132 \times 1,4$ м, дверей $0,9 \times 2$ м. Наружная температура минус 30°C . Требуется перевести печь (с габаритами $110 \times 51 \times 215$ см) на газообразное топливо, а также рассчитать теплопотери и теплоустойчивость помещения.

Теплопотери помещений будут следующими. Для углового помещения 1: $A=4$ м; $B=3,5$ м; $F=4 \cdot 3,5=14$ м². По номограмме рис. 79: $kF=57,5$ ккал/(ч·°C); $Q=kF\Delta t=57,5(18+30)=2760$ ккал/ч. Для неуглового помещения 2: $A=4$ м; $B=4$ м; $F=4 \cdot 4=16$ м²; $kF=38,5$ ккал/(ч·°C); $Q=38,5 \cdot 48=1850$ ккал/ч. Суммарная теплопотеря двух помещений, которые отапливаются одной печью, равна: $2760+1850=4610$ ккал/ч.

Печь имеет площадь в плане $1,02 \times 0,89 = 0,91 \text{ м}^2$, т.е. она относится к печам большого размера — от 0,7 до 1 м². Площадь теплопередающей поверхности этой печи равна произведению активной высоты (3,2 м) на периметр (3,8 м), т.е. 12,1 м². Согласно паспорту, при двухразовой топке суточная теплоотдача этой печи составляет 440 Вт.

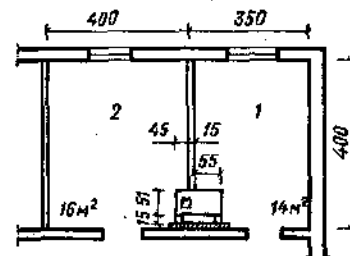
Следовательно, эта печь по тепловой мощности достаточна, чтобы обогреть оба помещения.

Далее необходимо проверить, достаточно ли площадь теплопередающей поверхности печи, выходящей в каждое помещение. На рис. 81 показана привязка печи к помещениям 1 и 2. Боковая сторона печи, обращенная к стене, отступает от нее на 15 см, поэтому теплоотдача ее принимается, как для открыто стоящей печи с отступкой, закрытой с боков и открытой снизу и сверху, т.е. с поправочным коэффициентом, равным 1.

Доля общей теплопередающей поверхности печи, выходящей в помещение 1, равна: $f_1 = 7,05/12,1 = 0,585$; $Q_1 = 0,585 \cdot 4400 = 2580$ Вт.

Помещению 1 не хватает теплоты: $2760 - 2580 =$

Рис. 81. Пример стопления двух помещений одной печью



$=180 \text{ Вт} = 280 \text{ Вт}$. Такая недостача допустима (в пределах 5—8 % теплотеря помещения).

Тепловосприятие второго помещения: $Q_2 = 0,415 \times 4400 = 1820$ Вт. Недостача тепла в нем: $1850 - 1820 = 30$ Вт (допустима).

Расчет теплоустойчивости производится по формуле

$$A_T = 0,7MQ / \left(\frac{1}{\frac{1}{\alpha_n} + \frac{1}{y_n}} \right) = \frac{0,7MQ}{\Sigma BF_0}.$$

Значения M , B , F_0 приведены в табл. 6 и на рис. 79.

Площадь наружных стен $F'_{\text{нар}} = 16,85 \text{ м}^2$; $BF'_{\text{нар}} = 43 \cdot 16,85 = 72,5 \text{ Вт/град.}$

Площадь внутренних стен $F'_{\text{вн}} = 15,9 \text{ м}^2$; $BF'_{\text{вн}} = 4,2 \cdot 15,9 = 67 \text{ Вт/град.}$

Площадь потолка $F'_{\text{пт}} = 14 \text{ м}^2$; $BF'_{\text{пт}} = 4,3 \cdot 14 = 60 \text{ Вт/град.}$

Площадь двери $F'_{\text{дв}} = 1,8 \text{ м}^2$; $BF'_{\text{дв}} = 2,9 \cdot 1,8 = 5,2 \text{ Вт/град.}$

$$\text{Площадь пола } F_{\text{пл}} = 14 \text{ м}^2; \quad BF'_{\text{пл}} = 3 \cdot 14 =$$

Площадь окна. $F'_{ок} = 1,85 \text{ м}^2$; $BF'_{ок} = 2,7 \cdot 1,85 =$
 $= 5 \text{ Вт/град.}$

Общая теплопотребность помещения 1 составляет $\Sigma BF_0 = 253,7 \text{ Вт/град.}$

Коэффициент неравномерности теплоотдачи для печи принимаем по табл. 6. При активном объеме печи, равном $V_{\text{акт}} = H_{\text{акт}} b = 3,2 \cdot 1,02 \cdot 0,89 = 2,90 \text{ м}^3$, а также толщине стенок топливника и дымооборотов, равной 12 см, коэффициент неравномерности можно принять $\approx 0,22$.

Амплитуда колебаний температуры воздуха в помещении 1

$$A_T = \frac{0,7MQ'}{\Sigma BF_0} = \frac{0,7 \cdot 0,22 \cdot 2580}{216,75} = 1,8^\circ \text{C} < 3^\circ \text{C}.$$

ПОМЕЩЕНИЕ 2

Площадь наружной стены $F'_{\text{нар}} = 8,15 \text{ м}^2$; $BF'_{\text{нар}} = 4,3 \cdot 8,15 = 36 \text{ Вт/град.}$

Площадь внутренних стен $F''_{\text{вн}} = 28,2 \text{ м}^2$; $BF''_{\text{вн}} = 4,2 \cdot 28,2 = 119 \text{ Вт/град.}$

Площадь потолка $F''_{\text{пот}} = 16 \text{ м}^2$.

Площадь пола $F''_{\text{пл}} = 16 \text{ м}^2$; $BF''_{\text{пл}} = 3 \cdot 16 = 48 \text{ Вт/град.}$

Площадь двери $F''_{\text{дв}} = 1,8 \text{ м}^2$; $BF''_{\text{дв}} = 2,9 \cdot 1,8 = 5,2 \text{ Вт/град.}$

Площадь окна $F''_{\text{ок}} = 1,85 \text{ м}^2$; $BF''_{\text{ок}} = 2,67 \times 1,85 = 4,95 \text{ Вт/град.}$

Общая теплопотребность помещения 2 составляет $\Sigma BF_0 = 280,75 \text{ Вт/град.}$

Амплитуда колебаний температуры воздуха в помещении 2

$$A_T = \frac{0,7MQ''}{\Sigma BF_0} = \frac{0,7 \cdot 0,22 \cdot 1820}{240,75} = 1,2^\circ \text{C} < 3^\circ \text{C}.$$

Проверка теплоустойчивости помещений показала, что переведенная на газ существующая печь способна поддерживать почти постоянную температуру воздуха в помещениях, колебания которой в течение суток составляют $1,8-1,2^\circ$.

В том случае, если для отопления используются две прямоточных газовых печи АКХ-14, амплитуда колебания температур рассчитывается так.

Активный объем кладки печи АКХ-14 равен:

$$V_{\text{акт}} = H_{\text{акт}} b = 1,9 \cdot 0,77 \cdot 0,51 = 0,75 \text{ м}^3,$$

а коэффициент неравномерности при двух топках в сутки, равен $\approx 0,42$.

Для помещения 1 с печью АКХ-14

$$A_T = \frac{0,7 \cdot 0,30 \cdot 2580}{240,75} = 2,17^\circ \text{C} < 3^\circ \text{C}.$$

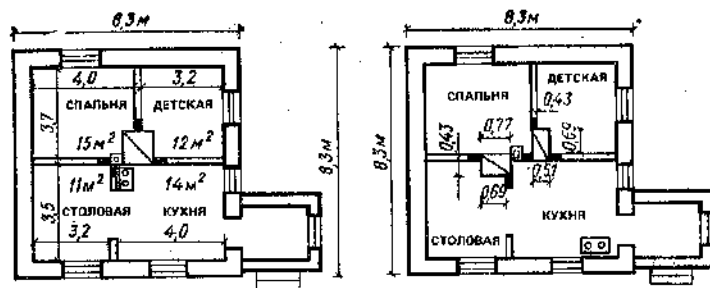


Рис. 82. Расположение многооборотной голландской отопительной печи и кухонного очага в одноэтажном жилом доме

Для помещения 2 с печью АКХ-14

$$A_T = \frac{0,7 \cdot 0,30 \cdot 1820}{240,75} = 1,6^\circ \text{C} < 3^\circ \text{C}.$$

Пример 2. Жилой дом (рис. 82) состоит из четырех комнат: столовой, спальни, детской и кухни. Высота помещений 2,5 м. Наружные стены сложены из шлакобетонных блочных камней толщиной 40 см. Наружная расчетная температура минус 30°C . Размеры окон $1,32 \times 1,2 \text{ м}$ и $0,6 \times 0,9 \text{ м}$, наружной двери $0,9 \times 1,8 \text{ м}$, внутренней $0,8 \times 1,8 \text{ м}$. Для приготовления пищи установлен кухонный очаг, для отопления — многооборотная голландская печь размером $102 \times 102 \times 220 \text{ см}$. Требуется газифицировать жилой дом с учетом перевода печного отопления на газ. При составлении проекта газификации следует предусмотреть установку четырехконфорочной газовой плиты взамен кухонного очага.

Теплопотери помещений определяем по номограмме: столовой $Q = 48 \cdot 45 = 2160$; спальни $Q = 60 \cdot 45 = 2700$; детской $Q = 52 \cdot 45 = 2340$; кухни $Q = 57 \cdot 45 = 2560$. Общие теплопотери дома 9740 Вт . Для отопления дома требуется установить две печи ПТО 4800 с суммарной теплоотдачей при двухразовой топке 9600 Вт . Для отвода продуктов сгорания целесообразно выложить одну коренную трубу, расположенную вблизи передних стенок печей. В месте ввода продуктов сгорания в дымоход следует предусмотреть расщелку. Расположение теплоотдающих поверхностей принимается с таким расчетом, чтобы обеспечить теплопотери отапливаемых помещений.

Столовая и кухня соединены между собой и отапливаются одной печью. Теплопотери составляют $2160 + 2560 = 4720$ Вт, а теплоотдача печи 4800 Вт (избыток теплоты 80 Вт).

Спальная и детская также отапливаются одной печью. Общие теплопотери $2700 + 2340 = 5040$ Вт. Недостача теплоты $5040 - 4800 = 240$ Вт, что составляет 4,5 %, т.е. в пределах допустимой нормы (5—8 %).

3.2. ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ ТВЕРДОГО, ГАЗООБРАЗНОГО И ЖИДКОГО ТОПЛИВА

В отопительных печах можно использовать твердое, жидкое и газообразное топливо. Каждому виду присущи свои особенности, которые влияют на эффективность эксплуатации печей.

Конструкции отопительных печей создавались в течение длительного времени и предназначались для сжигания в них твердого топлива. Как правило, твердое топливо (дрова, различные виды каменного угля, антрацит, кокс и др.) сжигается слоями на колосниках, с периодической загрузкой и очисткой колосников от шлака. Такой процесс сжигания имеет четкий циклический характер со следующими стадиями: загрузка топлива, подсушка и разогрев слоя, выделение летучих веществ и их горение, горение топлива в слое, догорание остатков и, наконец, удаление шлаков. На каждой из этих стадий создается определенный тепловой режим, и процесс горения в печи происходит с непрерывно меняющимися показателями.

Первичная стадия подсушки и разогрева слоя носит так называемый эндотермический характер, т.е. сопровождается не выделением, а наоборот поглощением теплоты, получаемой от раскаленных стен топливника и от недогоревших остатков. Далее, по мере разогрева слоя выделяются газообразные горючие компоненты, которые выгорают в газовом объеме. На этой стадии идет постепенно нарастающее тепловыделение в топке. Под влиянием разогрева начинается горение твердой коксовой основы слоя, обеспечивающей обычно наибольший тепловой эффект. По мере выгорания слоя тепловыделение постепенно уменьшается, и на конечной стадии имеет место малоинтенсив-

ное догорание горючих веществ. Известно, что роль и влияние отдельных стадий цикла слоевого горения зависит от таких показателей качества твердого топлива, как влажность, зольность, содержание летучих горючих веществ и углерода в горючей массе.

Рассмотрим, как влияют эти составляющие на характер процесса горения в слое. Увлажнение топлива отрицательно сказывается на горении, так как на испарение влаги затрачивается часть удельной теплоты сгорания топлива. В результате снижаются температуры в топливнике, ухудшаются условия сжигания, а сам цикл горения затягивается.

Отрицательная роль зольности топлива проявляется в том, что зольная масса обволакивает горючие компоненты топлива и препятствует доступу к ним кислорода воздуха. В результате горючая масса топлива не догорает, образуется так называемый механический недожог.

Установлено, что большое влияние на характер развития процессов горения оказывает соотношение содержания в твердом топливе летучих газообразных веществ и твердого углерода. Летучие горючие вещества начинают выделяться из твердого топлива при сравнительно низких температурах, начиная со 150—200 °С и выше. Летучие вещества разнообразны по составу и отличаются различными температурами выхода, поэтому процесс их выделения растянут по времени и его окончательная стадия обычно сочетается с горением твердой топливной части слоя.

Летучие вещества имеют относительно низкую температуру воспламенения, так как содержат много водородсодержащих компонентов, горение их происходит в надслоевом газовом объеме топливника. Твердая часть топлива, остающаяся после удаления летучих веществ, состоит в основном из углерода, имеющего наиболее высокую температуру воспламенения (650—700 °С). Горение углеродного остатка начинается в последнюю очередь. Оно протекает непосредственно в тонком слое колосниковой решетки, и ввиду интенсивного тепловыделения в нем развиваются высокие температуры. Высоким содержанием летучих веществ отличаются дрова, а минимальное их содержание отмечается у антрацита и кокса.

Типичная картина изменения температуры в топке

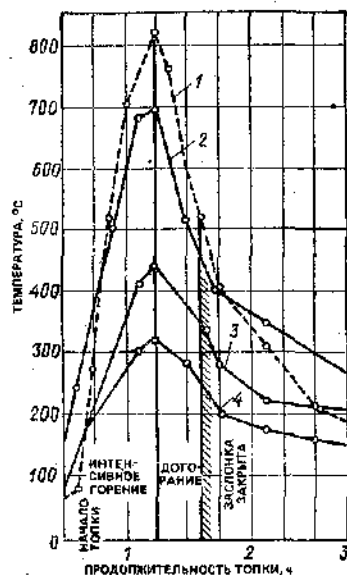
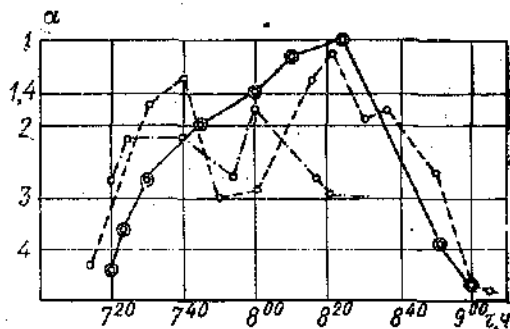


Рис. 83. Изменение температуры дымовых газов в различных сечениях отопительной печи при топке твердым топливом
1 — температура в топливнике (на расстоянии 0,23 м от колосниковой решетки); 2 — температура в первом горизонтальном дымоходе; 3 — температура в шестом горизонтальном дымоходе (перед заслонкой печи)

Рис. 84. Изменение коэффициента избытка воздуха в течение цикла горения твердого топлива



и газоходах в течение цикла горения твердого топлива показана на рис. 83. Как видно, в начале процесса наблюдается быстрое нарастание температур в топливнике и дымоходах. На стадии же догорания происходит резкое снижение температуры внутри печи, особенно в топливнике. Каждая из стадий требует подачи в топку определенного количества воздуха для горения. Однако ввиду того, что в топку поступает

постоянное количество воздуха, на стадии интенсивного горения коэффициент избытка воздуха составляет $\alpha = 1,5-2$, а на стадии догорания, продолжительность которой достигает 25—30 % времени топки, $\alpha = 8-10$. На рис. 84 показано, как изменяется коэффициент избытка воздуха на протяжении одного цикла горения на колосниковой решетке трех видов твердого топлива: дров, торфа и каменного угля в типичной отопительной печи периодического действия.

Из рис. 84 видно, что коэффициент избытка воздуха в печах, работающих с периодической загрузкой твердого топлива, непрерывно меняется. При этом на стадии интенсивного выхода летучих веществ количества поступающего в топку воздуха обычно недостаточно для полного их сгорания, а на стадиях предварительного разогрева и дожигания горючих веществ количество воздуха в несколько раз превышает теоретически необходимое.

В результате на стадии интенсивного выхода летучих веществ происходит химический недожог выделившихся горючих газов, а при дожигании остатков отмечаются повышенные потери теплоты с уходящими газами из-за увеличения объема продуктов сгорания. Потери теплоты с химическим недожогом составляют 3—5 %, а с уходящими газами — 20—25 %. Однако отрицательное действие химического недожога проявляется не только в дополнительных потерях теплоты и снижении КПД. Опыт эксплуатации большого числа отопительных печей показывает, что в результате химического недожога интенсивно выделившихся летучих веществ на внутренних стенках топки и дымоходов откладывается аморфный углерод в виде сажи. Поскольку сажа имеет низкую теплопроводность, ее отложения увеличивают термическое сопротивление стенок печи и тем самым снижают ее полезную теплоотдачу. Отложения сажи в дымоходах сужают сечение для прохода газов, ухудшают тягу и, наконец, создают повышенную пожароопасность, так как сажа обладает повышенной горючестью. Из сказанного ясно, что неудовлетворительные показатели слоевого процесса во многом объясняются неравномерностью выделения летучих веществ по времени.

При слоевом сжигании высокоуглеродистых видов топлива процесс горения сосредоточен в пределах до-

вольно тонкого топливного слоя, в котором развиваются высокие температуры. Процесс горения чистого углерода в слое имеет свойство саморегулирования. Это значит, что количество прореагировавшего (сожженного) углерода будет соответствовать количеству поступившего окислителя (воздуха). Поэтому при фиксированном расходе воздуха постоянным будет и количество сожженного топлива. Изменение же тепловой нагрузки осуществляется благодаря регулированию подачи воздуха V_a . Например, при увеличении V_a возрастает количество сожженного топлива, а снижение V_a вызовет уменьшение теплопроизводительности слоя, причем значение коэффициента избытка воздуха останется стабильным. Однако сжигание антрацита и кокса связано со следующими трудностями. Для создания высоких температур слой антрацита и кокса при сжигании должен быть достаточно толстым. При этом рабочей зоной слоя является относительно тонкая нижняя его часть, в которой осуществляются экзотермические реакции окислирования углерода кислородом воздуха, т. е. происходит собственно горение. Весь вышележащий слой служит как бы тепловым изолятором горячей части слоя, предохраняющим зону горения от охлаждения за счет излучения теплоты на стенки топливника.

В зоне горения выделяется полезная теплота в результате окислительных реакций $C + O_2 \rightarrow CO_2$. Однако при высоких температурах слоя в верхней его зоне осуществляются обратные восстановительные эндотермические реакции, протекающие с поглощением теплоты, согласно уравнению $CO_2 + C \rightarrow 2CO$. Образуется оксид углерода CO — горючий газ, обладающий довольно высокой удельной теплотой сгорания, поэтому его присутствие в дымовых газах свидетельствует о неполноте сгорания топлива и снижении эффективности работы печи. В силу сказанного, для обеспечения высоких температур в зоне горения топливный слой должен иметь достаточную толщину; это в свою очередь приводит к вредным восстановительным реакциям в верхней части слоя, обуславливающим химический недожог твердого топлива. Ясно, что в любой печи периодического действия, работающей на твердом топливе, возникает нестационарный процесс горения, неизбежно снижающий КПД печей.

Большое значение для экономичной работы печи имеет качество твердого топлива. Для коммунально-бытовых нужд обычно используют каменные угли (марок Д, Г, Ж, К, Т и др.), а также бурые угли и антрациты классов 6—13, 13—15, 25—50 и 50—100 мм (размер кусков). Зольность угля в расчете на сухую массу колеблется в пределах 14—35 % для каменных углей и до 20 % — для антрацита, влажность 6—15 % для каменных и 20—45 % для бурых углей.

Топочные устройства бытовых печей не оборудованы средствами автоматического регулирования подачи дутьевого воздуха, шуровки слоя и т. д., поэтому эффективность процесса сжигания угля в печах зависит от его качества, к которому должны предъявляться достаточно высокие требования. Значительная часть угля поставляется, однако, несортированным, рядовым, с характеристиками (влажность, зольность, содержание мелочи), существенно отличающимися от предусмотренных стандартами.

Сжигание некондиционного топлива происходит с повышенными потерями от химического и механического недожога. Расчетом определен годовой материальный ущерб, получаемый в результате поставки углей низкого качества. Оказалось, что неполное использование топлива связано с материальным ущербом, составляющим около 60 % стоимости добычи угля. Экономически и технически целесообразно обогащать топливо на месте его добычи и доводить до кондиционного состояния, так как дополнительные расходы на обогащение составят примерно половину указанного значения материального ущерба.

Важной качественной характеристикой угля, влияющей на эффективность его горения, является фракционный состав. При повышенном содержании в топливе мелочи она, уплотняясь, закрывает прозоры в горящем топливном слое, что приводит к кратерному горению, имеющему неравномерный характер по площади слоя. По этой же причине хуже по сравнению с другими видами топлива ведут себя бурые угли, имеющие свойство растрескиваться при нагреве с образованием значительного количества мелочи.

С другой стороны, использование чрезмерно крупных кусков угля (более 100 мм) также приводит к кратерному горению.

Влажность угля, вообще говоря, не ухудшает топочного процесса; однако она снижает удельную теплоту сгорания, температуру горения, а также усложняет хранение угля, так как при минусовых температурах происходит его смерзание. Обычно влажность каменных углей не должна превышать 8 %.

Вредным компонентом в твердом топливе является сера; продуктами ее сгорания являются диоксид серы SO_2 и сернистый ангидрид SO_3 , обладающие сильными коррозионными свойствами, к тому же еще и весьма токсичные.

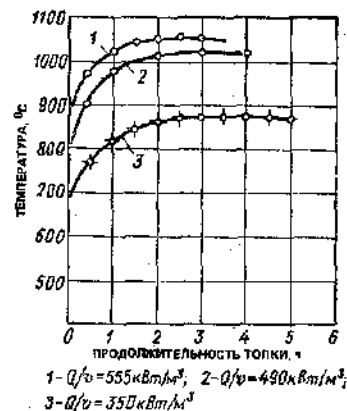
Установлено, что угли, используемые в жилищно-коммунальном хозяйстве, должны отвечать следующим требованиям:

максимальная зольность каменных углей и антрацитов в расчете на сухую массу, %	16—18
размеры кусков, мм	13—25 и 25—50
содержание мелочи, %	не более 20
влажность, %	не выше 8
содержание серы, %	не более 1,1

Бурые угли к употреблению не рекомендуются, они должны использоваться в брикетированном виде. Следует заметить, что в печах периодического действия рядовые угли хотя и менее эффективно, но все же можно сжигать; для печей длительного горения указанные требования должны выполняться в полной мере.

В печах непрерывного действия, в которых сжигается жидкое или газообразное топливо, процесс горения имеет не циклический, а непрерывный характер. Топливо поступает в печь равномерно, благодаря чему соблюдается стационарный режим горения. Если при сжигании твердого топлива температура в топливнике печи колеблется в широких пределах, что неблагоприятно отражается на процессе горения, то при сжигании природного газа вскоре после включения горелки температура в топочном пространстве достигает 650—700 °С. Далее она постоянно увеличивается с течением времени и достигает 850—1100 °С. Скорость повышения температуры при этом определяется тепловым напряжением топочного пространства и временем топki печи (рис. 85). Процесс сжигания газа сравнительно легко поддерживать при постоянном из-

Рис. 85. Изменение температуры продуктов сгорания в топливнике газовой отопительной печи в зависимости от напряженности топочного пространства и продолжительности топki печи



бытке воздуха, чему способствует наличие воздушной заслонки. Благодаря ей при сжигании газа в печи создается стационарный режим горения, позволяющий свести к минимуму потери теплоты с уходящими газами и добиться работы печи с высоким КПД, достигающим 80—90 %. КПД газовой печи стабилен по времени и существенно выше, чем КПД печи на твердом топливе.

Коэффициент полезного действия печи. Расчеты показывают, что тепловая экономичность отопительной печи, т. е. величина теплового КПД, зависит от так называемых внешних и внутренних факторов. К внешним факторам относятся площадь теплоотдающей наружной поверхности S печи в зоне топливника и дымооборотов, толщина стенок δ , коэффициент теплопроводности λ материала стенок печи и теплоемкость C . Чем больше $S\lambda$ и меньше δ , тем лучше теплоотдача от стенок печи к окружающему воздуху, более полно охлаждаются газы и выше КПД печи.

К внутренним факторам относится в первую очередь значение КПД топливника, зависящее в основном от полноты сгорания топлива. В отопительных печах периодического действия практически всегда имеются потери теплоты от химической неполноты горения и механического недожога. Эти потери зависят от совершенства организации процесса горения, определяемого удельным тепловым напряжением топочного объема Q/V . Значение Q/V для топливника заданной

вольно тонкого топливного слоя, в котором развиваются высокие температуры. Процесс горения чистого углерода в слое имеет свойство саморегулирования. Это значит, что количество прореагировавшего (сожженного) углерода будет соответствовать количеству поступившего окислителя (воздуха). Поэтому при фиксированном расходе воздуха постоянным будет и количество сожженного топлива. Изменение же тепловой нагрузки осуществляется благодаря регулированию подачи воздуха V_a . Например, при увеличении V_a возрастает количество сожженного топлива, а снижение V_a вызовет уменьшение теплопроизводительности слоя, причем значение коэффициента избытка воздуха останется стабильным. Однако сжигание антрацита и кокса связано со следующими трудностями. Для создания высоких температур слой антрацита и кокса при сжигании должен быть достаточно толстым. При этом рабочей зоной слоя является относительно тонкая нижняя его часть, в которой осуществляются экзотермические реакции окислирования углерода кислородом воздуха, т. е. происходит собственно горение. Весь вышележащий слой служит как бы тепловым изолятором горящей части слоя, предохраняющим зону горения от охлаждения за счет излучения теплоты на стенки топливника.

В зоне горения выделяется полезная теплота в результате окислительных реакций $C + O_2 \rightarrow CO_2$. Однако при высоких температурах слоя в верхней его зоне осуществляются обратные восстановительные эндотермические реакции, протекающие с поглощением теплоты, согласно уравнению $CO_2 + C \rightarrow 2CO$. Образуется оксид углерода CO — горючий газ, обладающий довольно высокой удельной теплотой сгорания, поэтому его присутствие в дымовых газах свидетельствует о неполноте сгорания топлива и снижении эффективности работы печи. В силу сказанного, для обеспечения высоких температур в зоне горения топливный слой должен иметь достаточную толщину; это в свою очередь приводит к вредным восстановительным реакциям в верхней части слоя, обуславливающим химический недожог твердого топлива. Ясно, что в любой печи периодического действия, работающей на твердом топливе, возникает нестационарный процесс горения, неизбежно снижающий КПД печей.

Большое значение для экономичной работы печи имеет качество твердого топлива. Для коммунально-бытовых нужд обычно используют каменные угли (марок Д, Г, Ж, К, Т и др.), а также бурые угли и антрациты классов 6—13, 13—15, 25—50 и 50—100 мм (размер кусков). Зольность угля в расчете на сухую массу колеблется в пределах 14—35 % для каменных углей и до 20 % — для антрацита, влажность 6—15 % для каменных и 20—45 % для бурых углей.

Топочные устройства бытовых печей не оборудованы средствами автоматического регулирования подачи дутьевого воздуха, шуровки слоя и т. д., поэтому эффективность процесса сжигания угля в печах зависит от его качества, к которому должны предъявляться достаточно высокие требования. Значительная часть угля поставляется, однако, несортированным, рядовым, с характеристиками (влажность, зольность, содержание мелочи), существенно отличающимися от предусмотренных стандартами.

Сжигание некондиционного топлива происходит с повышенными потерями от химического и механического недожога. Расчетом определен годовой материальный ущерб, получаемый в результате поставки углей низкого качества. Оказалось, что неполное использование топлива связано с материальным ущербом, составляющим около 60 % стоимости добычи угля. Экономически и технически целесообразно обогащать топливо на месте его добычи и доводить до кондиционного состояния, так как дополнительные расходы на обогащение составят примерно половину указанного значения материального ущерба.

Важной качественной характеристикой угля, влияющей на эффективность его горения, является фракционный состав. При повышенном содержании в топливе мелочи она, уплотняясь, закрывает прозоры в горящем топливном слое, что приводит к кратерному горению, имеющему неравномерный характер по площади слоя. По этой же причине хуже по сравнению с другими видами топлива ведут себя бурые угли, имеющие свойство растрескиваться при нагреве с образованием значительного количества мелочи.

С другой стороны, использование чрезмерно крупных кусков угля (более 100 мм) также приводит к кратерному горению.

Влажность угля, вообще говоря, не ухудшает топочного процесса; однако она снижает удельную теплоту сгорания, температуру горения, а также усложняет хранение угля, так как при минусовых температурах происходит его смерзание. Обычно влажность каменных углей не должна превышать 8 %.

Вредным компонентом в твердом топливе является сера; продуктами ее сгорания являются диоксид серы SO_2 и сернистый ангидрид SO_3 , обладающие сильными коррозионными свойствами, к тому же еще и весьма токсичные.

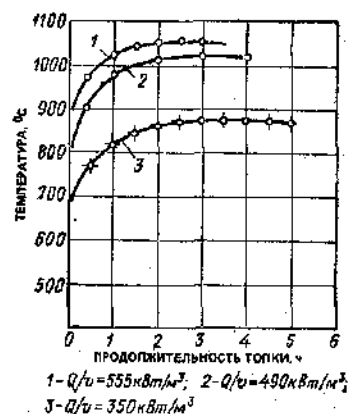
Установлено, что угли, используемые в жилищно-коммунальном хозяйстве, должны отвечать следующим требованиям:

максимальная зольность каменных углей и антрацитов в расчете на сухую массу, %	16—18
размеры кусков, мм	13—25 и 25—50
содержание мелочи, %	не более 20
влажность, %	не выше 8
содержание серы, %	не более 1,1

Бурые угли к употреблению не рекомендуются, они должны использоваться в брикетированном виде. Следует заметить, что в печах периодического действия рядовые угли хотя и менее эффективно, но все же можно сжигать; для печей длительного горения указанные требования должны выполняться в полной мере.

В печах непрерывного действия, в которых сжигается жидкое или газообразное топливо, процесс горения имеет не циклический, а непрерывный характер. Топливо поступает в печь равномерно, благодаря чему соблюдается стационарный режим горения. Если при сжигании твердого топлива температура в топливнике печи колеблется в широких пределах, что неблагоприятно отражается на процессе горения, то при сжигании природного газа вскоре после включения горелки температура в топочном пространстве достигает 650—700 °C. Далее она постоянно увеличивается с течением времени и достигает 850—1100 °C. Скорость повышения температуры при этом определяется тепловым напряжением топочного пространства и временем топки печи (рис. 85). Процесс сжигания газа сравнительно легко поддерживать при постоянном из-

Рис. 85. Изменение температуры продуктов сгорания в топливнике газовой отопительной печи в зависимости от напряженности топочного пространства и продолжительности топki печи



бытке воздуха, чему способствует наличие воздушной заслонки. Благодаря ей при сжигании газа в печи создается стационарный режим горения, позволяющий свести к минимуму потери теплоты с уходящими газами и добиться работы печи с высоким КПД, достигающим 80—90 %. КПД газовой печи стабилен по времени и существенно выше, чем КПД печи на твердом топливе.

Коэффициент полезного действия печи. Расчеты показывают, что тепловая экономичность отопительной печи, т. е. величина теплового КПД, зависит от так называемых внешних и внутренних факторов. К внешним факторам относятся площадь теплоотдающей наружной поверхности S печи в зоне топливника и дымооборотов, толщина стенок δ , коэффициент теплопроводности λ материала стенок печи и теплоемкость C . Чем больше $S\lambda$ и меньше δ , тем лучше теплоотдача от стенок печи к окружающему воздуху, более полно охлаждаются газы и выше КПД печи.

К внутренним факторам относится в первую очередь значение КПД топливника, зависящее в основном от полноты сгорания топлива. В отопительных печах периодического действия практически всегда имеются потери теплоты от химической неполноты горения и механического недожога. Эти потери зависят от совершенства организации процесса горения, определяемого удельным тепловым напряжением топочного объема Q/V . Значение Q/V для топливника заданной

конструкции зависит от расхода сжигаемого топлива. Результаты исследования и опытом эксплуатации печей установлено, что для каждого вида топлива и конструкции топливника существует оптимальное значение Q/V . При низких значениях Q/V внутренние стенки топливника прогреваются слабо, температура в зоне горения недостаточна для эффективного сжигания топлива. При повышении Q/V возрастает температура в топочном объеме, и при достижении определенного значения Q/V достигаются оптимальные условия горения. При дальнейшем повышении расхода топлива уровень температур продолжает повышаться, но процесс горения не успевает завершиться в объеме топливника. Газообразные горючие компоненты увлекаются в газоходы, процесс их горения прекращается и появляется химический недожог топлива. Точно так же при чрезмерном расходе топлива часть его не успевает сгореть и остается на колосниковой решетке, что приводит к механическому недожогу. Таким образом, для того чтобы отопительная печь имела максимальный КПД, необходима работа топливника с оптимальным тепловым напряжением. Потери теплоты в окружающую среду от стен топливника не снижают КПД печи, так как теплота расходуется на полезный обогрев помещения.

Вторым важным фактором является расход дымовых газов V_g . Даже если печь работает при оптимальной величине теплового напряжения топливника, объем газов, проходящий через дымоходы, может существенно меняться вследствие изменения коэффициента избытка воздуха α , представляющего собой отношение действительного расхода воздуха, поступающего в топку, к теоретически необходимому его расходу. При данном значении Q/V значение $\alpha \tau$ может изменяться в весьма широких пределах. В обычных отопительных печах периодического действия величина $\alpha \tau$ в период максимального горения может быть близкой к 1, т. е. соответствовать минимально возможному теоретическому пределу. Однако в период подготовки топлива и на стадии догорания остатков значення $\alpha \tau$ в печах периодического действия обычно резко возрастают, нередко достигая предельно высоких величин — порядка 8—10. С увеличением $\alpha \tau$ возрастает объем газов, сокращается время их пребыва-

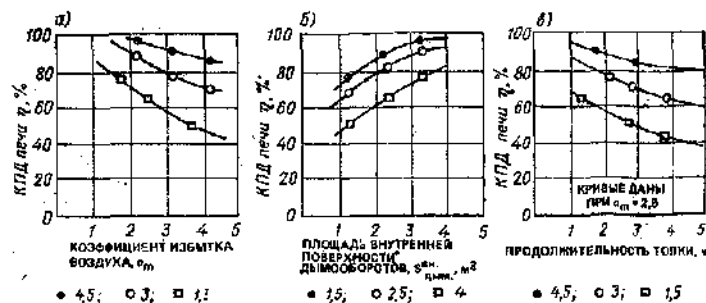


Рис. 86. Зависимость КПД газовой отопительной печи от различных параметров

а — от коэффициента избытка воздуха при площади внутренней поверхности дымооборотов м^2 ; б — от площади внутренней поверхности дымооборотов при различных коэффициентах избытка воздуха; г — от продолжительности топки при различных площадях внутренней поверхности дымооборотов, м^2

ния в системе дымооборотов и, как следствие, увеличиваются потери теплоты с уходящими газами.

На рис. 86 приведены графики зависимости КПД отопительной печи от различных параметров. Из рисунка видно, что при увеличении α от 1,5 до 4,5 КПД снижается с 80 до 48 %. На рис. 86 показана зависимость КПД отопительной печи от площади внутренней поверхности дымооборотов S , из которой видно, что при возрастании S от 1 до 4 м^2 КПД повышается с 65 до 90 %.

Кроме перечисленных факторов, КПД зависит и от продолжительности топки печи τ (см. рис. 86). По мере увеличения τ внутренние стенки печи прогреваются до более высокой температуры и газы соответственно охлаждаются меньше. Поэтому с увеличением продолжительности топки экономичность любой отопительной печи снижается, приближаясь к определенной минимальной величине, характерной для печи данной конструкции.

3.2.1. Сжигание газа в отопительных печах

Горением называется сложный физико-химический процесс взаимодействия горючих газов с кислородом воздуха, происходящий при высоких температурах. Известно, что молекулы горючих газов и воздуха состоят из отдельных атомов, более или менее прочно

удерживающихся силами взаимного притяжения. Молекулы находятся в постоянном движении и непрерывно сталкиваются между собой.

При низких температурах газовой смеси скорость столкновения молекул невелика и при соударениях они отскакивают одна от другой. С увеличением температуры горючей смеси скорость движения молекул резко возрастает и сила их удара при столкновении может быть такой, что связи между отдельными атомами нарушаются и молекулы распадаются на составляющие их атомы. Энергия, которая была затрачена на объединение атомов в молекулу, при разрушении ее высвобождается и добавляется к той кинетической энергии, которую наследовали атомы после разрушения молекулы. В результате распавшиеся молекулы становятся активными центрами. Их энергия настолько значительна, что при столкновениях с другими целыми молекулами они их разбивают, что в свою очередь приводит к созданию новых активных центров. Вместе с тем, сталкиваясь, активные центры могут прекратить свое существование, объединившись в новые молекулы, так как для этого они обладают достаточным запасом энергии.

При низких температурах смеси существует определенное равновесие между процессами возникновения и распада активных центров, в результате чего концентрация их в смеси остается примерно постоянной. В этом случае некоторые (но немногие) активные центры могут образовывать так называемые цепи, которые, правда, очень быстро распадаются из-за гибели всех порожденных в них активных центров.

Иначе развивается процесс взаимодействия между горючим газом и кислородом в газовой смеси при высокой температуре (выше температуры воспламенения), когда скорость образования активных центров начинает превышать скорость их гибели. Большинство из вновь образовавшихся активных центров вызывают серию превращений, в которой возникают одна или несколько молекул инертного конечного продукта и несколько новых активных центров. Каждый из этих последних в свою очередь порождает молекулы конечного продукта и новые активные центры и т. д.

Например, активный атом водорода, столкнувшись

с молекулой кислорода, может выбить из нее один атом, а с оставшимся образовать нестойкое соединение — гидроксильную группу OH ; точно так же активный атом кислорода, столкнувшись с молекулой водорода, может выбить из нее один атом, а с другим образовать гидроксильную группу.

Особого внимания заслуживают случаи образования молекулы водяного пара. Если гидроксильная группа столкнется с молекулой водорода, то, выбив из нее один атом водорода, с другим она может образовать стабильную (устойчивую) молекулу водяного пара. Благодаря этим соударениям постепенно изменяется состав смеси за счет уменьшения содержания в ней водорода и кислорода и образования водяного пара.

При превращении горючего газа и кислорода в конечные продукты выделяется большое количество энергии, которая тут же воспринимается молекулами реагирующих газов. Их скорость движения в связи с этим увеличивается, а это вызывает дополнительное увеличение скорости образования активных центров. Реакция приобретает самоускорение, и в результате взаимодействия между горючим газом и кислородом развивается почти мгновенно, в тысячные доли секунды.

Итак, при подогреве газовой смеси сначала в ней отсутствуют какие-либо заметные изменения, а затем, когда достигается температура воспламенения, происходит практически мгновенная реакция горения, сопровождающаяся выделением большого количества теплоты.

Горение газозвушных смесей в бытовых печах или других тепловых аппаратах может происходить только в том случае, если содержание газа в воздухе находится в определенных пределах, соответствующих пределам воспламеняемости. Вне этих пределов газозвушные смеси не горят и не взрываются. При чрезмерно малом содержании газа в газовой смеси оказывается недостаточно теплоты, выделяющейся при горении, для доведения соседних слоев смеси до температуры воспламенения. То же явление происходит при чрезмерно большом содержании газа в смеси. В этом случае наблюдается недостаток кислорода воздуха для получения того количества теплоты, которое

требуется для нагрева соседних слоев смеси до температуры воспламенения. Пределы воспламеняемости простых газов приведены в табл. 7.

Для сжигания в бытовых печах используется в основном природный смешанный газ. Состав газов складывается из горючих и балластных компонентов. В горючую смесь газообразного топлива входят метан CH_4 , водород H_2 , окись углерода CO и тяжелые углеводороды.

Таблица 7. Пределы воспламеняемости газозоодушных смесей (при температуре 20°C и давлении 10^5 Па)

Газы	Содержание газа в воздухе, %		Газы	Содержание газа в воздухе, %	
	нижний предел	верхний предел		нижний предел	верхний предел
Водород	4	74,2	Пропан	2,37	9,5
Оксид углерода	12,5	74,2	Бутан	1,86	8,41
Метан	5	15	Пентан	1,4	7,8
Этан	3,22	12,45			

К предельным углеводородам, которые содержатся в природных газах, относятся этан C_2H_6 , пропан C_3H_8 , бутан C_4H_{10} , пентан C_5H_{12} . Отличительной особенностью последних трех газов является то, что они при нормальном атмосферном давлении и минусовых температурах превращаются в жидкость: пропан при минус 44°C , бутан при минус 10°C . Из непредельных углеводородов в газообразном топливе встречаются этилен C_2H_4 , пропилен C_3H_6 и бутилен C_4H_8 . Наибольший процент среди всех компонентов горючей части газообразного топлива падает на метан, представляющий собой углеводород с наибольшим содержанием водорода. Например, саратовский природный газ содержит 94 % метана, а ставропольский — 98 %. Тяжелых углеводородов в так называемых природных газах очень мало (от долей процента до 3—4 %), а водород и оксид углерода отсутствуют.

В состав балласта газового топлива входят азот N_2 и углекислота CO_2 . На долю этих газов приходится до 14 %.

Удельной теплотой сгорания горючего газа назы-

вается то количество теплоты, которое выделяется при полном сжигании 1 м^3 газа. Различают высшую $Q_p^{\text{в}}$ и низшую $Q_p^{\text{н}}$ удельную теплоту сгорания топлива. Эти понятия относятся только к тем горючим газам, которые содержат водород. При сгорании водород образует водяные пары, которые при конденсации выделяют дополнительное количество теплоты. Высшая удельная теплота сгорания топлива $Q_p^{\text{в}}$ больше низшей $Q_p^{\text{н}}$ именно на эту дополнительную величину теплоты, которая образуется за счет конденсации водяных паров в продуктах сгорания при охлаждении последних до 20°C .

Все теплотехнические расчеты, как правило, проводятся по низшей удельной теплоте сгорания, которая для заданного состава горючего газа определяется по формуле

$$Q_p^{\text{н}} = 108\text{H}_2 + 126,3\text{CO} + 358\text{CH}_4 + 591\text{CH}.$$

Состав определяется газоанализаторами типа ВТИ-2. При помощи этого прибора можно определить только общий процент предельных и непредельных углеводородов, которые в данном случае принято называть тяжелыми углеводородами (ТУ). При расчетах тяжелые углеводороды по тепловому эквиваленту условно приравниваются к этилену.

Пример. Требуется определить удельную теплоту сгорания смешанного московского газа: $\text{CH}_4 = 82,75\%$; $\text{H}_2 = 9,7\%$; $\text{CO} = 0,7\%$; $\text{ТУ} = 0,4\%$; $\text{CO}_2 = 0,85\%$; $\text{O}_2 = 0,3\%$; $\text{N}_2 = 5,3\%$.

Пользуясь формулой, получаем

$$Q_p^{\text{н}} = 108\text{H}_2 + 126,3\text{CO} + 358\text{CH}_4 + 591\text{ТУ} = 108 \cdot 9,7 + 126,3 \cdot 0,7 + 358 \cdot 82,75 + 591 \cdot 0,4 = 31\,000 \text{ кДж/м}^3$$

При всех расчетах объем горючих газов, продуктов сгорания и воздуха всегда принимается в кубических метрах, м^3 .

Для сжигания газа с заданной удельной теплотой сгорания требуется определенное количество воздуха, которое может быть теоретически необходимым и действительным. Теоретически необходимым называется такое количество воздуха, которое требуется для полного сгорания газа при использовании всего содержащегося в воздухе кислорода. Расчет теоретически

необходимого количества воздуха для горючих газов заданного состава производится по формуле

$$V = 0,0476 [0,5CO + 0,5H_2 + 2CH_4 + (m + n/4)(C_m H_n - O_2)],$$

где m — число атомов углерода; n — число атомов водорода.

Если состав газа неизвестен, но известна его удельная теплота сгорания, то определить V_0 можно с достаточной степенью точности, приняв, что на каждую 1000 кДж удельной теплоты сгорания топлива теоретически необходимо 0,27 м³ воздуха.

При подаче в топливник печи теоретически необходимого объема воздуха сгорание горючего газа будет неполным, так как практически невозможно добиться идеального смешения, при котором каждая молекула кислорода данного количества воздуха была бы полностью использована. Всегда определенная часть молекул кислорода окажется вне контакта с молекулами горючих компонентов газа, а поэтому не сможет участвовать в процессе горения. Чтобы обеспечить полное сгорание газа, в топливник должно поступать воздуха больше, чем это необходимо, исходя из теоретического расчета. При этом часть воздуха останется неиспользованной вследствие недостаточно совершенного контакта между кислородом и горючими составляющими топлива.

Отношение количества подаваемого в топку воздуха V_d к теоретически необходимому называется коэффициентом избытка воздуха

$$\alpha_T = V_d / V_0.$$

Для каждого газа существует предельная температура, которую могут иметь продукты сгорания. Она называется *теоретической температурой сгорания* $t_{теор}$. Такая температура практически недостижима, так как для создания ее требуется соблюдение идеальных условий, т.е. горение должно быть полным при теоретически необходимом количестве воздуха и полном отсутствии теплообмена между зоной сгорания и окружающей средой.

Теоретическая температура горения при $\alpha_T = 1$ называется также калориметрической. Значение ее для различных углеводородных газов, применяющихся в горелках печей (метана, этана, бутана, пропана), составляет 2065—2155 °С (в среднем 2100 °С).

С увеличением коэффициента избытка воздуха зна-

чение $t_{теор}$ резко падает, особенно в интервале от $\alpha_T = 1$ до $\alpha_T = 2$.

Теоретическую температуру сгорания газа при заданном коэффициенте избытка воздуха можно подсчитать по формуле

$$t_{теор} = \frac{Q_p^H + c_g t_g + V_0 \alpha_T c_v t_v}{\Sigma V_r c_r},$$

где Q_p^H — низшая удельная теплота сгорания, кДж/м³; c_g, c_v — теплоемкость соответственно газа и воздуха, кДж/(м³·°С); t_g, t_v — температура соответственно газа и воздуха, °С; V_0 — теоретически необходимое количество воздуха, м³/м³; α_T — коэффициент избытка воздуха; V_r — объем влажных продуктов сгорания, м³/м³.

В топливниках газовых бытовых печей, как и в любых топочных устройствах, фактическая температура горения всегда меньше теоретической, потому что в реальных условиях одновременно с выделением теплоты при сгорании газа происходит отдача тепловой энергии к стенкам, ограждающим камеру сгорания и продукты сгорания получают не всю расчетную теплоту, выделяющуюся в процессе горения, а только ее часть.

Фактическая температура в топливнике определяется расчетным путем в зависимости от условий сжигания газа, теплового напряжения топочного пространства, величины тепловоспринимающей поверхности топки и т.д.

При полном сгорании горючего газа продукты сгорания могут состоять только из инертных, не способных к дальнейшему окислению газов. Водород при полном сгорании превращается в водяной пар H₂O, оксид углерода — в углекислый газ CO₂, метан, а также другие предельные и непредельные углеводороды — в CO₂ и H₂.

Максимальное количество углекислого газа CO₂^{макс} содержится в продуктах сгорания при теоретическом расходе воздуха и полном сгорании, CO₂^{макс} имеет для каждого горючего газа определенное значение, зависящее от его состава. Действительное содержание CO₂^{действ} в продуктах сгорания всегда меньше максимального значения и притом тем меньше, чем больше избыток воздуха.

В состав продуктов полного сгорания входят балластные составляющие — азот N_2 и кислород O_2 . Азот всегда попадает в топку с воздухом, а кислород остается от неиспользованных в процессе горения воздушных потоков. Таким образом, дымовые газы, образующиеся при полном сгорании газообразного топлива, состоят из четырех компонентов: CO_2 , H_2O , O_2 и N_2 , теоретический объем которых, $м^3/м^3$, определяется по формулам:

теоретический объем трехатомных сухих газов

$$V_{CO_2} = 0,01 (CO_2 + CO + CH_4 + \sum C_m H_n);$$

теоретический объем водяных паров

$$V_{H_2O}^0 = 0,01 \left[H_2 + 2CH_4 + \sum \frac{n}{2} (C_m H_n) + 0,124 d_{гг} + 0,0161 V_B \right],$$

где $d_{гг}$ — влагосодержание продуктов сгорания, кг/кг с. г.;

теоретический объем азота

$$V_{N_2}^0 = 0,79 V^0 + N_2 / 100.$$

Зная процентный состав газа и коэффициент избытка воздуха, можно определить полный объем сухих продуктов сгорания в расчете на 1 $м^3$ газа

$$V_{с.г} = \frac{CO_2 + CO + CH_4 + C_m H_n}{CO_2 + CO + CH_4 + C_m H_n'}.$$

При неполном сгорании газообразного топлива в дымовых газах появляются горючие компоненты, оксид углерода, водород, а иногда и метан. При небольшом химическом недожоге в продуктах сгорания появляются частицы углерода, из которых образуется сажа. Неполное сжигание газа может возникнуть при недостатке воздуха в зоне горения ($\alpha < 1$), неудовлетворительном смешении, которое влечет обрыв реакции горения.

Пример. Допустим, что от сжигания 1 $м^3$ дашавского газа образуется сухих продуктов сгорания $V_{с.г} = 35 м^3/м^3$, при этом в них содержатся горючие составляющие: $CO = 0,2 \%$, $H_2 = 0,1 \%$; $CH_4 = 0,05 \%$. Необходимо определить потерю теплоты от химической неполноты сгорания. Расчет ведут следующим

образом:

$$Q_3 = V_{с.г} (126,3 CO + 108 H_2 + 358 CH_4) = 35 (126,3 \cdot 0,2 + 108 \cdot 0,1 + 358 \cdot 0,05) = 1890 \text{ кДж/м}^3.$$

или в процентном отношении

$$q_3 = \frac{Q_3}{Q_p} 100 = \frac{1890}{35700} 100 = 5,3 \%.$$

При эксплуатации газовых бытовых печей имеют место случаи, когда в дымовых трубах уходящие газы охлаждаются до точки росы. Точкой росы называется температура, до которой нужно охладить воздух или другой газ, чтобы содержащийся в нем водяной пар достиг состояния насыщения. Если дымовые газы имеют температуру ниже точки росы, то содержащиеся в них водяные пары конденсируются, в результате чего внутренние поверхности стенок дымоходов намокают. Точка росы продуктов сгорания определяется следующим образом. Находят полный объем продуктов сгорания

$$V_r = V_{CO_2}^0 + V_{H_2O}^0 + V_{N_2}^0 + (\alpha_m - 1) V^0$$

и, зная количество водяных паров $V_{в.п.}$, которое в них содержится, определяют парциальное давление водяных паров P_{H_2O} — давление насыщенного водяного пара (бар) при определенной температуре — по формуле

$$P_{H_2O} = \frac{V_{в.п.}}{V_r}.$$

Каждому значению парциального давления водяных паров соответствует определенная точка росы.

Пример. От сжигания 1 $м^3$ дашавского природного газа при $\alpha_m = 2,5$ образуется продуктов сгорания $V_2 = 25 м^3/м^3$, в том числе водяных паров $V_{в.п.} = 2,4 м^3/м^3$. Требуется определить температуру точки росы.

Парциальное давление водяных паров в продуктах сгорания равно:

$$P_{H_2O} = V_{в.п.} / V_2 = 2,4 / 25 = 0,0096 \text{ бара}.$$

Найденному парциальному давлению соответствует температура $46^\circ C$. Это и есть точка росы. Если дымовые газы данного состава будут иметь температуру ниже $46^\circ C$, то начнется процесс конденсации водяных паров.

Экономичность работы бытовых печей, переведенных на газовое топливо, характеризуется коэффициентом полезного действия (КПД). КПД любого теплового аппарата определяется из теплового баланса, т. е. равенства между теплотой, образовавшейся при сжигании топлива, и расходом этой теплоты на полезный обогрев.

Тепловой баланс газовой бытовой печи, приведенный к 1 м^3 горючего газа, может быть представлен в следующем виде:

$$Q_{\text{расп}} = Q_{\text{пол}} + Q_2 + Q_3,$$

где $Q_{\text{расп}}$ — располагаемое количество теплоты, кДж/м^3 ; $Q_{\text{пол}}$ — полезно используемая теплота, идущая на нагрев кладки печи, кДж/м^3 ; Q_2 — потери теплоты с уходящими газами, кДж/м^3 ; Q_3 — потери теплоты от химической неполноты сгорания, кДж/м^3 .

Часто тепловой баланс выражают в процентном отношении. Для газовой печи он имеет вид

$$100\% = q_{\text{пол}} + q_2 + q_3.$$

Коэффициент полезного действия печи (η) представляет собой отношение полезной теплоты, которая пошла на нагрев кладки, ко всему располагаемому количеству теплоты

$$\eta = (Q_{\text{пол}}/Q_{\text{расп}}) 100\%.$$

Выбор типа газовой горелки для печей. Оптимальное газогорелочное устройство отопительных печей должно обеспечивать устойчивый процесс горения при колебаниях давления газа в сети и полное сгорание топлива без химического недожога при малых избытках воздуха в топочном пространстве, а также создавать такой очаг горения, который обеспечивал бы интенсивный, но в то же время равномерный нагрев стенок топливника по его периметру.

Устойчивое сжигание газа — одно из основных условий, которое необходимо выполнять при проектировании любой газовой горелки, так как горелка, не обеспечивающая устойчивого процесса горения в заданных границах колебания тепловой нагрузки или калорийности газа, не может быть допущена к эксплуатации из-за опасности появления взрывчатой газозооушной смеси в печи.

Полное сжигание газа важно не только для дости-

жения высокого КПД печи, но и для получения безвредной смеси отходящих газов, не влияющих на здоровье людей.

Одной из наиболее существенных характеристик горения топлива является суммарное время $\tau_{\text{гор}}$, необходимое для его полного сгорания, которое состоит из трех слагаемых:

$$\tau_{\text{гор}} = \tau_{\text{р}} + \tau_{\text{под}} + \tau_{\text{см}}.$$

где $\tau_{\text{р}}$ — время собственно реакции горения; $\tau_{\text{под}}$ — время, необходимое для подогрева смеси до температуры воспламенения; $\tau_{\text{см}}$ — время, необходимое для смешения газа с воздухом.

Значения первого и второго слагаемых в основном определяются температурным режимом в зоне горения, зависящим главным образом от теплового напряжения топочного пространства. Третье слагаемое целиком определяется условиями движения потоков газа и воздуха в топочном пространстве.

Если наибольшее значение в суммарном времени, необходимом для завершения процесса горения, имеют первая и вторая составляющие, то реакция горения протекает в так называемой кинетической области. Горелки, осуществляющие сжигание газа в этой области, называются *беспламенными*. В случае преобладания в общем значении времени реакции третьей составляющей горение развивается в *диффузионной области*. Такой процесс горения происходит, как правило, в горелках диффузионного типа. И, наконец, когда процесс горения зависит от трех слагаемых, сжигание горючих компонентов газообразования топлива происходит в смешанной области. В этом случае процесс горения осуществляется горелками инжекционного типа.

Рассмотрим, какой тип горелок наиболее приемлем для перевода на газ существующих отопительных печей.

Горелки беспламенного типа (полного предварительного смешения газа с воздухом) служат для сжигания только заранее подготовленных газозооушных смесей, в которых на 1 м^3 горючего газа приходится теоретически необходимое для горения количество воздуха и, кроме того, газ и воздух полностью перемешаны между собой. Такая смесь называется *стехиометрической*.

В этом случае не затрачивается время на смешение потоков газа и воздуха в зоне горения, что приводит

к резкому увеличению скорости горения и, как следствие, к резкому возрастанию температуры в этой зоне. Последнее обстоятельство, способствуя еще большей активизации процесса горения газа, позволяет получить при коэффициентах избытка воздуха, практически равных 1, наиболее совершенное сжигание газа при полном отсутствии потерь теплоты от химического недожога. Так как при этом размеры видимого факела сокращаются почти до нуля, процесс сжигания газа получил название *беспламенного*.

Сжигание предварительно подогретой до температуры воспламенения и раздробленной газозвоздушной смеси стехиометрического состава было осуществлено в беспламенных горелках, предназначенных для бытовых газовых плит.

Беспламенное сжигание непрогретых смесей осуществлено в керамических блоках и туннелях. Установлено, что перевод котлов и печей на беспламенное сжигание газа повышает их КПД на 15—20 %. При этом полностью устраняются потери теплоты от химического недожога, увеличивается лучистый теплообмен в топочном пространстве, резко сокращаются потери теплоты с уходящими газами.

При использовании беспламенных горелок имеется возможность обеспечить усиленный прогрев нижней зоны печи за счет мощного направленного излучения горелок на стены. Другим положительным свойством беспламенных горелок является то, что продукты сгорания после них содержат существенно меньше наиболее вредных продуктов недожога — оксидов углерода и азота.

В инжекционных горелках зона горения заметно короче; однако протяженность зоны высоких температур достаточно велика, так как пламя инжекционной горелки имеет низкую излучательную способность, и поэтому охлаждается сравнительно медленно, вследствие чего в них также может образоваться оксид азота. В беспламенных горелках процесс горения имеет специфический характер: продукты сгорания уже в зоне горения передают значительное количество теплоты излучающей панели и благодаря этому сразу заметно охлаждаются. При сниженных температурах газа образование вредных продуктов прекращается. В топках, оборудованных газовыми горелками инжекционного

и беспламенного типов, содержание их значительно ниже при использовании беспламенных горелок.

Однако несмотря на очевидное преимущество этого метода, он пока еще не нашел применения при переводе отопительных печей на газовое топливо и находится в стадии экспериментирования по трем основным причинам: из-за низкого давления газа в городских распределительных сетях и у потребителя (750—1500 Па); трудности создания в течение всего процесса топки печи горючей смеси постоянного стехиометрического состава, а также вследствие того, что при беспламенном горении объем дымовых газов ввиду малых избытков воздуха существенно снижен и в существующих многооборотных печах газы чрезмерно охлаждаются, что приводит к ухудшению тяги трубы и зачастую к конденсации водяных паров. Это уменьшает срок службы труб, а в морозные дни может вызвать обмерзание трубы изнутри и ее закупорку.

Например, при сжигании 1 м³ природного газа и интенсивном охлаждении продуктов сгорания в дымовой трубе может выделяться до 1 л воды, а за время топки при общей подаче 5 м³ газа — 5 л воды.

При низком давлении газа перед соплом горелки скорость выхода газозвоздушной смеси перед попаданием ее в зону горения оказывается во всех случаях меньше скорости распространения пламени. Это обстоятельство вызвано тем, что основная часть энергии движущегося газа затрачивается на процесс эжекции воздуха. Расчеты показывают, что при сжигании природного газа потери энергии струи на эжекцию воздуха составляют около 90 % располагаемого напора.

В результате превышения скорости распространения пламени над скоростью выхода газозвоздушной смеси из смесительной части горелки беспламенный процесс сжигания газа в отопительных печах имеет неустойчивый характер и часто сопровождается проскоками пламени из зоны горения к соплу горелки. В горелках промышленного типа превышение скорости движения газозвоздушной смеси над скоростью воспламенения достигается легко либо за счет высокого давления эжектирующего газа, либо за счет принудительной подачи воздуха. В отопительных печах такой способ повышения устойчивости беспламенного горения нельзя признать целесообразным из-за ряда

технических и экономических причин. Трудность осуществления беспламенного процесса сжигания газа в бытовых печах обуславливается еще и тем, что разряжение в топливнике не остается на одном уровне, а меняется в зависимости от высоты дымовой трубы, температуры наружного воздуха, силы ветра.

Созданные для отопительных печей горелки беспламенного типа имели существенные недостатки и оказались непригодными для нормальной эксплуатации. Поэтому в настоящее время рекомендовать беспламенные горелки для использования в бытовых отопительных печах преждевременно.

Диффузионные горелки. Диффузионное горение газообразного топлива происходит при раздельном поступлении газа и воздуха в топливник. В топливнике отопительной печи может быть установлена наиболее простая диффузионная горелка в виде сплюсненной трубки диаметром $\frac{3}{4}$ ". При открытом запорном кране горючий газ выходит из трубки в топливник и, смешиваясь за счет диффузии с воздухом топочного пространства, постепенно выгорает. Воздух, необходимый для горения, подается в топочное пространство через зольниковую дверцу. При диффузионном сжигании газа зона устойчивого горения устанавливается в плоскости, отделяющей расположенную вне факела область, в которой имеются кислород воздуха, продукты сгорания и отсутствует горючий газ, от восстановительной области внутри факела, в которой отсутствует кислород, а имеются только горючий газ и продукты сгорания, находящиеся в непосредственной близости от фронта горения.

Восстановительная область внутри факела характеризуется тем, что внутри нее горючие компоненты газа подвергаются сильному нагреву. Газы, содержащие углеводородные соединения (смешанный, природный и попутные нефтяные), попадая в зону высоких температур восстановительной области, подвергаются термическому разложению, обусловленному подогревом в условиях отсутствия кислорода. В результате этого в следующей затем реакции горения принимают участие уже не исходные углеводороды, а продукты их термического разложения, в основном углерод и водород. Под действием высокой температуры в зоне горения мельчайшие частицы углерода раскаляются и ок-

рашивают пламя в ярко-желтый или соломенный цвет, в результате чего резко возрастает радиация такого факела.

Наряду с полезным эффектом увеличения излучательной способности такого факела присутствие частиц углерода в пламени затрудняет ведение самого процесса горения и он, как правило, не может быть доведен до конца. Это объясняется тем, что горение частиц углерода носит чисто поверхностный характер и может осуществляться только при диффузии кислорода к их поверхности, которая в реальных условиях топливника печи затрудняется двумя обстоятельствами:

1) по мере выгорания частиц углерода концентрация углекислоты в объеме, непосредственно прилегающей к поверхности частицы, увеличивается, она как бы обволакивается слоем инертного газа, что значительно затрудняет к ней доступ кислорода;

2) присутствием в пламени других горючих компонентов, в частности водорода, обладающего свойством быстрого взаимодействия с кислородом, в результате чего активированные молекулы водорода как бы перехватывают его у сажистых частиц.

Чтобы обеспечить более полное сгорание углерода, приходится вести сжигание газа в диффузионной области с повышенным избытком воздуха. При этом из-за большого разбавления продуктов сгорания инертными массами воздуха, не участвующими в горении, возникают значительные потери теплоты с уходящими продуктами сгорания. Однако даже избыток воздуха в топочном пространстве мало способствует полному выгоранию сажистых частиц, которые в виде хлопьев осаждаются на внутренних поверхностях дымоходов.

Испытание диффузионной горелки (сплюсненная на конце труба диаметром $\frac{3}{4}$ "), установленной в топливнике голландской отопительной печи, показали, что при малом коэффициенте избытка воздуха $\alpha_m = 1,1$ потери теплоты от химического недожога q_3 могут достигнуть 15—16 % со значительным сажеобразованием. При увеличении коэффициента избытка воздуха в топливнике $\alpha_m = 2,5$ величина q_3 снижалась до 8,7 %, однако сажеобразование и в этом случае не прекращалось. Наконец, при $\alpha_m = 4,9$ наблюдались лишь следы сажи, но потери теплоты от химического недожога газообразных компонентов (CH_4 , CO , H_2) все же со-

ставляли до 4 %. Однако наряду с уменьшением величины q_3 в последнем случае резко повысились потери теплоты с уходящими газами ($q_2=37,6\%$) из-за большого разбавления продуктов сгорания инертными массами воздуха, не участвующего в горении.

Проверка работы отопительных печей, оборудованных диффузионными горелками, показала, что площадь внутренней поверхности дымоходов с течением времени, как и при топке твердым топливом, покрывается слоем сажи. Сажа обладает чрезвычайно низкой теплопроводностью, и при толщине слоя ее даже 1—2 мм резко ухудшается тепловосприятие стенок дымоходов. Печи, засоренные сажой, имеют низкий КПД и отличаются плохим прогревом стенок, за исключением стенок топливника, на которых сажа выгорает.

К положительным особенностям диффузионного метода сжигания газа следует отнести благоприятное влияние излучения факела на развитие лучистого теплообмена в топливнике печи и на устойчивость горения, почти полностью предотвращающего возможность отрыва пламени, в результате чего обеспечивается надежный эксплуатационный режим.

Газогорелочные устройства, используемые при таком способе сжигания газа, конструктивно просты, срок службы из-за сравнительно низких температур в зоне горения оказывается более длительным по сравнению с другими видами горелок. Именно благодаря этим качествам диффузионные горелки периодического действия применяются в настоящее время для нагрева бытовых печей в районах газовых промыслов. Однако такие недостатки диффузионных горелок, как невозможность обеспечения полного сжигания газа при малых избытках воздуха и необходимость периодической очистки внутренних поверхностей дымоходов от сажи, не позволяют рекомендовать их для массового перевода существующих отопительных печей с твердого топлива на газ.

Инжекционные горелки. Процесс сгорания газа в такого рода горелках отличается тем, что до поступления в топливник газ смешивается в особой камере горелки с некоторым количеством воздуха, необходимым для горения (первичный воздух), а остальное количество (вторичный воздух) поступает непосредственно в топочное пространство печи.

Большинство инжекционных горелок состоит из следующих основных частей: сопла, регулятора первичного воздуха, камеры всасывания, диффузора и горелки.

Количество первичного воздуха, содержащегося в газозудной смеси горелки, определяется коэффициентом первичного воздуха. Он равен отношению количества первичного воздуха к теоретически необходимому для сгорания количеству воздуха. От значения коэффициента первичного воздуха зависит характер образующегося факела, устойчивость работы горелки и полнота сжигания газа.

Газовый факел инжекционных горелок имеет две зоны горения. Первая образуется, как правило, у устья газогорелочного отверстия при сгорании газа, смешанного с первичным воздухом. Остаток несгоревшего газа вместе с продуктами сгорания пересекает зону горения первого фронта пламени и при взаимодействии со вторичным воздухом образует вторую зону факела, которая определяется законами диффузионного горения.

С уменьшением содержания первичного воздуха в смеси первая зона горения уменьшается, а вторая увеличивается до предельного значения, соответствующего чисто диффузионному горению. И, наоборот, с увеличением содержания первичного воздуха зона диффузионного горения уменьшается и при подаче стехиометрической смеси совсем исчезает. Оптимальное количество первичного воздуха, содержащегося в газозудной смеси горелки, должно определяться двумя обстоятельствами: устойчивостью зоны горения и степенью окислорования первичных углеводородов и простейших альдегидов.

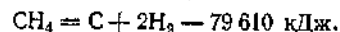
Наибольшая устойчивость горелки достигается при наименьшей величине коэффициента первичного воздуха. Однако при его значении, равном 12—10 % и ниже, появляются признаки копоти в верхней зоне газового факела, а это значит, что горелка не обеспечивает полного сжигания газа.

Если увеличить значение коэффициента избытка воздуха до 70 %, то создаются наилучшие условия для полного сжигания газа, но при этом резко падает устойчивость работы горелки, т. е. наблюдаются проскоки пламени к соплу горелки. Они крайне нежелатель-

ны, так как в этот период горелка работает с наибольшими потерями теплоты от химического недожога и при этом в продуктах сгорания содержится опасный для организма человека оксид углерода (угарный газ). Если в зоне верхних перевалов многооборотных печей имеются небольшие трещины, то уходящие газы, а с ними и оксид углерода, могут попасть в помещение и вызвать отравление людей. Для того чтобы инъекционная горелка не имела отдельных коптящих факелов и работала в устойчивом режиме без проскоков пламени на сопло горелки, коэффициент первичного воздуха принимают в пределах 40—50 %.

При описании структуры факела инъекционной горелки было указано, что часть горючих компонентов газового топлива, не успевших вступить в реакцию горения в первой зоне пламени, пересекает ее и нагревается, а затем, взаимодействуя с кислородом вторичного воздуха, образует вторую зону пламени. Нагрев газа при прохождении первой зоны пламени и пространства, заключенного между внутренними и наружными конусами факела, сопровождается двумя основными процессами: окислением, которое начинается при сравнительно низких температурах, и термическим разложением, если горючий газ представляет в основном смесь высокомолекулярных углеводородов (природный, нефтяной попутный газы). Процесс окисления горючих компонентов благоприятствует успешному ходу горения.

Процесс термического разложения углеводородов осложняет горение и вызывает в большинстве случаев потери теплоты от химического недожога. Разложение углеводородов под действием высокой температуры при отсутствии окисления описывается формулой



Реакции термического разложения, происходящие в факеле инъекционной газовой горелки (при величине коэффициента первичного воздуха 10—12 %), нежелательны не только из-за образования в результате трудносжигаемого аморфного углерода, но и вследствие повышения температуры в зоне горения (так как по своей природе они являются эндотермическими, т. е. требующими определенного количества теплоты для прохождения реакции).

Итак, на совершенство сжигания газа в инъекционных горелках оказывают влияния полезный процесс окисления высокомолекулярных углеводородов с последующим сгоранием продуктов, полученных в результате этого процесса (формальдегидов, оксида углерода, водорода), и нежелательный процесс термического разложения углеводородов, сопровождающийся образованием трудносжигаемого аморфного углерода.

Если создать благоприятные условия для протекания процесса окисления и предотвратить возможность возникновения процесса разложения углеводородов, то задача полного сжигания газообразного топлива в отопительных печах окажется решенной.

Какие же факторы влияют на протекание этих процессов? На процесс окисления углеводородов главным образом оказывают влияние качество перемешивания газа с первичным воздухом, величина коэффициента первичного воздуха и скорость диффузии кислорода вторичного воздуха во вторую зону пламени.

С интенсификацией этих параметров процесс окисления ускоряется, в противном случае ускоряется процесс термического разложения углеводородов. Исключительно большое влияние на процесс окисления углеводородов оказывает качество перемешивания газа с первичным воздухом. При недостаточном перемешивании их в смесительной камере горелки часть неокисленных высокомолекулярных углеводородов неизбежно будет попадать во вторую зону пламени, и под действием высокой температуры в этой зоне горения будет происходить их термическое разложение. Для того чтобы избежать указанного явления, конструкция смесительных камер горелок должна предусматривать максимальное выравнивание концентрации газозооной смеси во всей камере до ее выхода из головки горелки. Наиболее совершенной, как показали исследования, можно считать смесительную камеру, состоящую из конфузора, цилиндрической проточной части и диффузора.

Величина площади поверхности соприкосновения зоны горения с воздухом во многом зависит от вида факела, который образуется при сжигании горючей смеси в топливнике.

При конструировании горелки важно учитывать,

как производится распределение газа: одиночной струей или через систему отверстий. Расчеты показывают, что при распределении газа через систему рассредоточенных отверстий суммарная площадь поверхности факелов Σf превышает площадь поверхности одиночного факела (F) следующим образом:

$$\Sigma f / F = \sqrt{n},$$

где n — число рассредоточенных отверстий.

Вследствие расслоения потока горючей смеси при высокой температуре топливника печи сокращается время на ее подогрев до температуры воспламенения и значительно ускоряется процесс смещения газа с воздухом, увеличивается объемная скорость горения и в факеле устраняются отдельные зоны, объединенные кислородом.

Большое значение для процессов сжигания газа в инжекционных горелках имеет рациональное распределение вторичного воздуха в топливнике печи. Экспериментальные исследования показали, что он должен так распределяться в зоне горения, чтобы иметь свободный доступ ко всем факелам горелки.

Итак, можно сделать вывод, что при сжигании заранее подготовленной в камере смешения горелки газозвоздушной смеси характер горения газа в топливнике печи существенно меняется. При содержании первичного воздуха в газозвоздушной смеси в количестве 40—50 % из состава промежуточных продуктов сгорания полностью исчезает аморфный углерод. Увеличивать коэффициент первичного воздуха больше 45—50 % нерационально, так как при этом сокращаются пределы устойчивости газового факела.

Анализ методов сжигания газа в отопительных печах периодического действия показывает, что в настоящее время наиболее совершенное и устойчивое сжигание газа может быть достигнуто в инжекционных горелках с рассредоточенным по всей длине топливника факелом и с организованным подводом вторичного воздуха в зону горения.

Рекомендуемые к применению газогорелочные устройства. На основании исследований по изысканию способов, улучшающих сжигание газа в существующих печах, и накопленного при эксплуатации опыта, установлено, что газовая инжекционная горелка для

бытовых печей должна состоять из следующих основных частей: головки, смесителя, топочного щитка, герметизирующего топочное пространство от попадания в него избыточного вторичного воздуха, устройства, обеспечивающего регулируемый подвод вторичного воздуха к пламени горелки, защитного автоматического устройства, отключающего подачу газа на горелку при погасании пламени в топливнике и при отсутствии тяги в печи.

При переводе на газ согласно ГОСТ 16559—86 печи должны оснащаться следующими типами горелок.

Газовая горелка ГК-17 (рис. 87) с номинальной тепловой нагрузкой 15,1 кВт состоит из головки, смесителя, топочного щитка и защитного автоматического устройства. Головка горелки представляет собой чугунную отливку с тремя рядами отверстий диаметром 4 мм, просверленных по всей ее длине. Газовоздушная смесь поступает в головку из смесителя, который состоит из трех последовательно соединенных элементов: всасывающей камеры, горловины и диффузора. Топочный щиток выполнен из листовой углеродистой стали толщиной 1,5 мм. С помощью винтов щиток крепят к рамке, выполненной из стальных полос толщиной 2 мм. Рамку прикрепляют проволокой к кирпичной кладке. Для наблюдения за процессом горения газа на топочном щитке горелки имеется смотровое окно.

Защитное автоматическое устройство состоит из электромагнитного клапана, запальника конструкции Максимова и терморпары.

Принцип работы горелки и защитного автоматического устройства заключается в следующем. Через глазок для розжига подносят зажженный бумажный факел к запальнику и при этом почти одновременно нажимают пусковую кнопку электромагнитного клапана. При наличии тяги в печи у выхода из трубки запальника образуется стабильный газовый факел небольших размеров. При нормальной работе терморпара нагревается через 20—25 с. После этого кнопку отпускают и тут же срабатывает пусковой механизм электромагнитного клапана, который открывает доступ газа на основную горелку. Газовоздушная смесь при выходе из головки воспламеняется от пламени запальника.

Если в процессе работы печи произойдет завал ды-

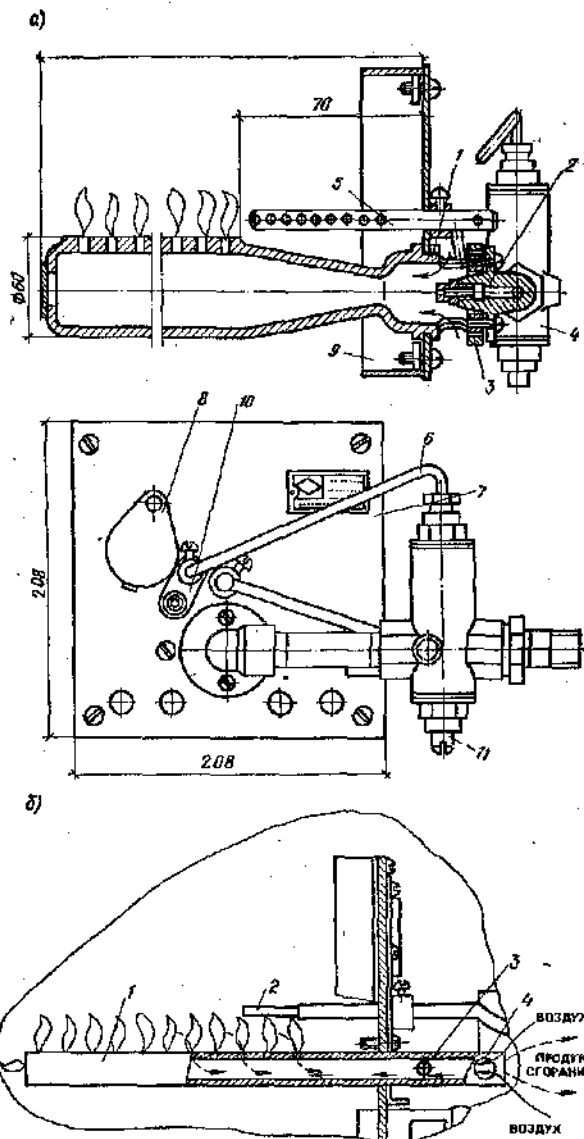


Рис. 87. Газовая горелка ГК-17

а — конструкция горелки; 1 — трубчатая головка; 2 — сопло; 3 — регулятор первичного воздуха; 4 — электромагнитный клапан; 5 — запальник (одновременно датчик тяги); 6 — термореле; 7 — фронтальный лист; 8 — глазок; 9 — рамка; 10 — подвешивающая планка; 11 — кнопка электромагнитного клапана; б — схема установки трубы конструкции Максимова на фронтальный щиток горелки ГК-17; 1 — труба (одновременно запальник горелки); 2 — термореле; 3 — отверстие для входа газа из электромагнитного клапана; 4 — отверстие для подачи воздуха или выхода продуктов сгорания

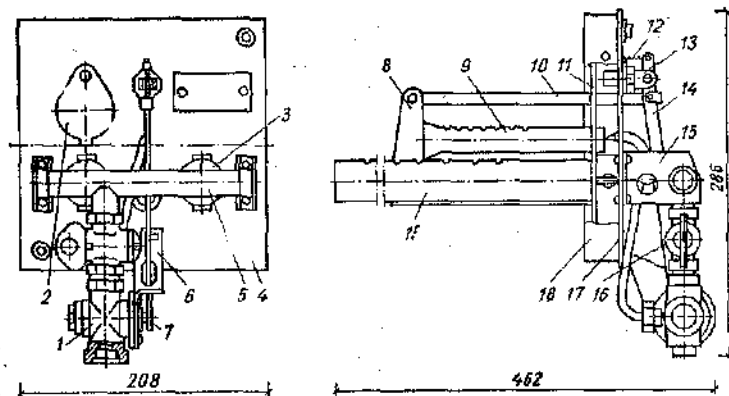


Рис. 88. Газовая горелка ГБП-14

1 — газовый клапан; 2 — глазок для розжига горелки; 3 — регулятор первичного воздуха; 4, 18 — топочный щиток; 5 — коллектор; 6, 8 — крошечки; 7 — болт; 9 — инжекционный запальник; 10 — тяга; 11, 15 — термодатчик; 12 — пружина; 13, 14 — рычаг-фиксатор; 16 — запорный кран; 17 — чугунная рамка; 19 — смеситель

мового канала, то продукты сгорания, не получив выхода в атмосферу, будут создавать давление в дымооборотах и топливнике печи. При незначительном избыточном давлении в топливнике сразу же прекращается подача пламени и начнется охлаждение термореле; через 10—15 с сила тока в обмотке якоря электромагнитного клапана окажется настолько малой, что сработает обратная пружина и клапан закроет доступ газа в горелку.

Теплотехнические испытания горелки показали, что при коэффициенте избытка воздуха $\alpha = 1,7—1,9$ газ в топливнике сгорает полностью. Коэффициент первичного воздуха горелки равен 35—40 %.

Газовая горелка ГБП-14 (рис. 88). Номинальная тепловая нагрузка 16,5 кВт. Горелка состоит из двух труб со смесителями, топочного щитка и защитного устройства.

В торце каждой трубы имеется сопло, в которое поступает горючий газ. При выходе из сопла газ подсаживает первичный воздух и образующаяся при этом газовая смесь поступает в трубу диаметром $1\frac{1}{2}$ ". Для улучшения смешения газа с первичным воздухом на входе каждой трубы имеется смеситель, состоящий из конфузора, горловины и диффузора. В трубах про-

сверлено по два ряда отверстий диаметром 4 мм с шагом 15 мм. При розжиге горелки газозвудушная смесь выходит через эти отверстия в топливник и воспламеняется от запального факела.

Топочный щиток горелки выполнен из чугуна. Для уменьшения нагрева при работе горелки щиток имеет отражатель. Щиток с отражателем прикрепляют к чугунной рамке, устанавливаемой в кладке печи.

Защитное устройство состоит из механического клапана, термодатчика, запальника, рычага-фиксатора с пружиной и регулирующего кронштейна. Принцип работы устройства следующий.

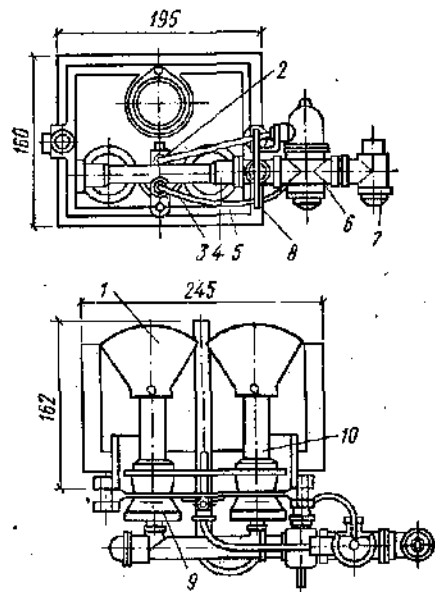
Через глазок 2 топочного щитка подносят зажженный бумажный факел к эжекционному запальнику 19 и одновременно нажимают кнопку механического клапана. При этом газозвудушная смесь, выходящая из отверстий головки запальника, воспламеняется и образовавшийся факел нагревает термодатчик 11 горелки, за счет чего длина его увеличивается по направлению к щитку горелки. В этот момент рычаг-фиксатор 13 сдвигается в сторону от топочного щитка 4 и прикрывает кнопку механического клапана. В этом случае механический клапан пропускает газ к запальнику и коллектору 5 основных горелок. Затем открывают запорный кран 16 коллектора горелки. Выходящая из отверстий труб газозвудушная смесь воспламеняется. При наличии тяги в печи данное газогорелочное устройство разжигают за 20—25 с.

Когда отсутствует тяга в топливнике, пламя на эжекционном запальнике становится чрезвычайно неустойчивым, вследствие чего термодатчик недостаточно прогревается и горелку невозможно включить в работу.

Если в процессе работы горелки произойдет завал дымового канала, то в топливник печи будет поступать недостаточное количество вторичного воздуха, необходимого для полного сгорания газа. Факел запальника при этом станет нестабильным; термодатчик горелки остынет, длина его станет меньше и в результате этого рычаг-фиксатор отойдет к щитку горелки и освободит кнопку механического клапана. Время отсечки клапана при завале дымового канала или при розжиге горелки с закрытой подвижной печи составляет 10—15 с. Термодатчик выполнен из нержавеющей стали

Рис. 89. Устройство газовой горелки ГДП-1,5

- 1 — щелевые насадки;
- 2 — запальник;
- 3 — термодатчик;
- 4 — коллектор;
- 5 — рамка;
- 6 — электромагнитный клапан;
- 7 — фильтр;
- 8 — запорный кран;
- 9 — регулятор первичного воздуха;
- 10 — смеситель.



и практически не имеет остаточной деформации. В любом положении термодатчик работает на растяжение. Рычаг-фиксатор настраивают регулирующим кронштейном 12. При ввинчивании и вывинчивании кронштейна меняется положение фиксирующей части кронштейна относительно кнопки клапана.

Горелка ГБП-8 имеет аналогичную конструкцию. Номинальная теплопроизводительность ее 9,3 кВт.

Газовая горелка ГДП-1,5 (рис. 89) с номинальной тепловой нагрузкой 15,6 кВт состоит из двух щелевых насадок, защитного автоматического устройства, коллектора, смонтированного на фронтальном щитке. Последний с помощью шпилек крепится к топочной рамке, закрепленной снизу и сверху в кладке металлическими полосами.

Первичный воздух подсасывается в горелку через регуляторы, вторичный воздух поступает через поддувальную дверцу. Приборы автоматической защиты, установленные на горелке, прекращают подачу газа в топку при отрыве и погасании пламени. Защитное автоматическое устройство состоит из запальника, тер-

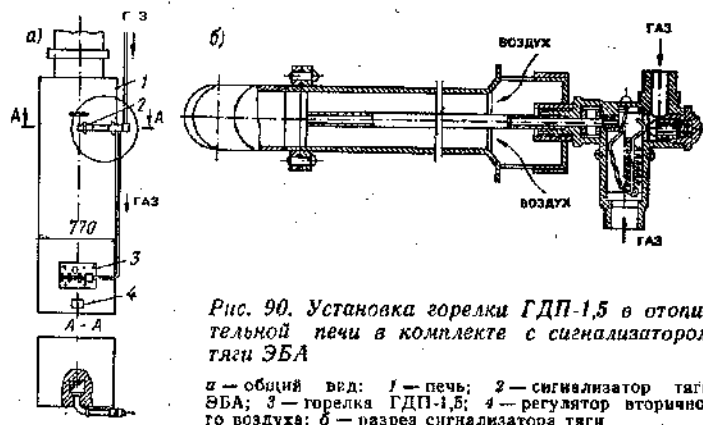


Рис. 90. Установка горелки ГДП-1,5 в отопительной печи в комплекте с сигнализатором тяги ЭБА

а — общий вид: 1 — печь; 2 — сигнализатор тяги ЭБА; 3 — горелка ГДП-1,5; 4 — регулятор вторичного воздуха; б — разрез сигнализатора тяги

молары (хромель-копель) и электромагнитного клапана.

Запальник и термоману устанавливают между чугунными головками горелок ближе к фронтальной части печи, а электромагнитный клапан на коллекторе — до запорного крана. Запальник зажигают через смотровое окно, закрываемое заслонкой, размещенной на фронтальной плите. При открытом кране, установленном на коллекторе, газ в горелку поступает только после срабатывания электромагнитного клапана. Проектная подача природного или смешанного газа для этой горелки принимается равной $1,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ при давлении 500 Па, фактически же в разных отопительных печах она колеблется от 1,6 до $2,2 \text{ м}^3/\text{ч}$.

В связи с тем, что в горелке ГДП-1,5 не предусмотрена автоматическая защита, прекращающая подачу газа в топливник при отсутствии тяги в дымоходе, она может в соответствии с действующими правилами Госгортехнадзора РСФСР применяться на практике только в комплекте с сигнализатором тяги ЭБА. Крепление сигнализатора к существующей печи и горелке ГДП-1,5 показано на рис. 90. В кладке дымохода на два ряда ниже заслонки пробивают отверстие и вставляют в него трубку диаметром $1\frac{1}{2}''$. В трубу вводят стержень терморегулятора, который обычно применяется в водонагревателях типа АГВ-80 и АГВ-120. Входной патрубок терморегулятора соединен с газопроводом, а выходной — с коллектором горелки.

При нормальной тяге в дымоходе воздух из помещения непрерывно всасывается в трубу, охлаждая при этом стержень терморегулятора. Когда стержень холодный, газ беспрепятственно через терморегулятор поступает в горелку. При нарушении нормальной тяги (неполное открытие заслонки, завал дымохода, появление обратной тяги) в дымооборотах печи создается давление немного выше атмосферного, воздух из помещения перестает поступать в трубу и стержень будет нагреваться продуктами сгорания. При определенной температуре (например, $50\text{--}60^\circ\text{C}$ стержень настолько удлинится, что клапан терморегулятора с помощью рычажного устройства прекратит подачу газа на горелку. При охлаждении длина стержня терморегулятора уменьшается и с помощью рычажного устройства открывается проход для газа. Терморегулятор можно настраивать на любую температуру в пределах $40\text{--}80^\circ\text{C}$.

Данный сигнализатор тяги прост по конструкции и имеет следующие достоинства: срабатывает именно в тот период, когда нарушается тяга, но не реагирует на посторонние и кратковременно действующие факторы (открывание форточек, мгновенное нарушение тяги от порыва ветра и т. д.); может быть установлен с горелками различных конструкций. Он надежен в работе, открывает горелку через 30—50 с после нарушения тяги в дымоходе.

3.2.2. Особенности горения жидкого топлива

Горение — это химический процесс окисления горючих компонентов топлива, сопровождающийся интенсивным выделением теплоты.

Известно, что при низких температурах наличие топлива и воздуха (окислителя) не обеспечивает их химического соединения, называемого горением. Горение начинается только после того, как частицы прогрелись до температуры, обеспечивающей их энергию активации E , достаточную для вступления в реакцию.

Для подготовки к сжиганию 1 кг мазута при $\alpha_m = 1,36$ расход теплоты на активацию факела $q_a = 4085 \text{ кДж/кг}$, т. е. составляет 10 % теплоты сгорания топлива. В действительности же расход теплоты меньше, так как не весь мазут испаряется и не вся

масса парообразных углеводородов нагревается до температуры $t_{с.в.}=600^{\circ}\text{C}$.

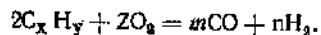
Для более благоприятных условий, т. е. когда $\alpha_{ж}=1,1$, $t_b=300^{\circ}\text{C}$, $V_0=10,5 \text{ м}^3/\text{кг}$ и $t_m=80^{\circ}\text{C}$, расход теплоты равен 2514 кДж/кг .

Предварительный подогрев, необходимый для зажигания топлива, первоначально создается внесением в топку горящего факела, искры или другого источника высокой температуры. В дальнейшем частицы горящего топлива, горячие газы, а также накаливающие стенки топочной камеры способствуют подогреву и протеканию реакции горения вновь поступающей топливно-воздушной смеси.

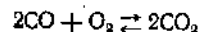
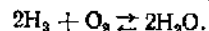
При нагреве жидкого топлива с недостатком воздуха происходит испарение углеводородов и их термическое разложение, сопровождающееся расщеплением углеводородов.

В результате расщепления образуются легкие и тяжелые углеводороды. Легкие углеводороды и водород быстро сгорают при благоприятных условиях (достаточная температура, наличие кислорода). Тяжелые, высокомолекулярные углеводороды и сажистый углевод очень трудно сгорают, вследствие чего значительная несгоревшая их часть уносится из топки либо образует в топках коксовые наросты. Копоть и сажа в пламени также являются результатом образования тяжелых, высокомолекулярных углеводородов.

При достаточном количестве кислорода углеводороды окисляются. Начальная стадия окисления проходит с образованием горючих газов — оксидов углерода и водорода



В результате облегчается конечная стадия горения:



Таким образом, процесс горения жидкого топлива проходит следующие стадии: смешение капель топлива с воздухом, подогрев их и испарение, термическое разложение (расщепление), образование газовой фазы, воспламенение и завершение окислирования (горения) газовой фазы. Стадии эти неотделимы одна от другой и в какой-то мере совместимы.

Образовавшаяся после прохождения первых ста-

дий горения газовая смесь легко воспламеняется и быстро сгорает.

Если процесс нагрева и испарения частиц топлива протекает быстро, то при достаточном количестве кислорода создаются наиболее благоприятные условия для полного горения, в противном случае происходит глубокий распад углеводородов с образованием трудносжигаемых частиц. Мелкое распыление частиц топлива и равномерное их распределение увеличивают активную поверхность реакции, облегчают нагрев и испарение частиц и способствуют процессу быстрого и полного горения.

Разложение углеводородов идет симметрично при сравнительно низких температурах (до 600°C). При более высоких температурах распад молекул идет не симметрично: наряду с легкими углеводородами образуются тяжелые углеводородные комплексы, наиболее трудносжигаемые. При условии тонкого, равномерного распыления топлива и хорошего смешения его с воздухом, по возможности подогретым, подводе всего воздуха к корню факела создаются наилучшие условия горения жидкого топлива.

Важно также, чтобы образование частиц тяжелых углеводородов и сажистого углерода, неизбежное в той или иной степени, происходило возможно раньше, чтобы частицы не уносились в атмосферу, а успевали полностью сгореть в зоне интенсивного горения.

Таким образом, основные условия эффективного сжигания жидкого топлива сводятся к следующему: необходимо обеспечить подвод всего количества воздуха к устью факела, мелкое и равномерное распыление топлива, тщательное смешение частиц топлива и воздуха, турбулентность потока, подогрев воздуха, высокую температуру и хорошую воспламеняемость топлива в топке.

Подвод воздуха в количествах, теоретически необходимых для горения топлива (стехиометрическая смесь), может обеспечить полное сгорание топлива лишь в случае очень тонкого его распыления и тщательного смешения с воздухом. Поэтому практически воздух подают в количестве, несколько большем, чем это необходимо для создания стехиометрической смеси (рис. 91). Однако во избежание чрезмерного охлаждения смеси избыток воздуха не должен быть слишком

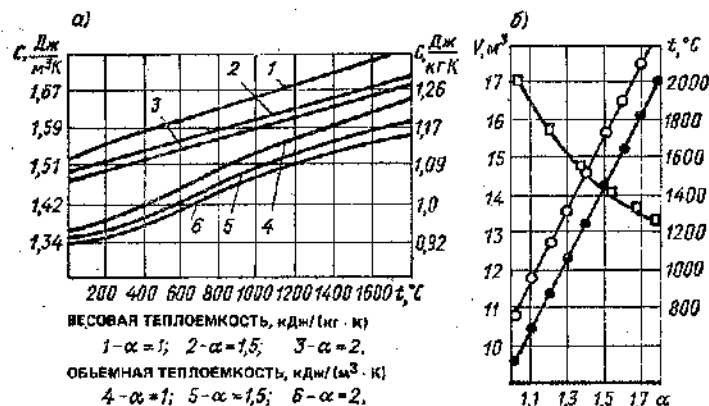


Рис. 91. Зависимость теплоемкости и объемов газов от коэффициента избытка воздуха

а — зависимость теплоемкости газов и воздуха от температуры; б — зависимость объема воздуха и продуктов сгорания от коэффициента избытка воздуха

большим. При двойном количестве воздуха воспламенение и горение топлива чрезвычайно затрудняется и даже становится невозможным.

Сгорание отдельной капли топлива можно представить следующим образом: в результате подогрева капли начинает испаряться, пары топлива, окружающие каплю, диффундируют в окружающую среду, происходит взаимопроникновение частиц воздуха и топлива. Капля, движущаяся относительно окружающей среды, будет иметь в передней части и сбоку более тонкую, а сзади — удлиненную зону горения.

При достаточной температуре смесь паров топлива и кислорода воздуха начинает активно реагировать, происходит процесс диффузионного сгорания газовой фазы топлива. Скорость химической реакции очень велика, скорость же физических процессов (испарение капли, смешение паров топлива с окислителем, подогрев смеси) значительно меньше, и, очевидно, эти физические процессы определяют скорость сгорания.

В основном время сгорания зависит от времени испарения и времени диффузии молекул. Ламинарная диффузия определяет спокойный, сравнительно медленный процесс, турбулентная — ускоренный процесс. С уменьшением размера капель уменьшается время

их испарения. Испаряемость топлива, его плотность, состав и условия теплообмена с окружающей средой также влияют на скорость горения.

Горение жидкого топлива состоит из процессов его распыления, смешения с воздухом (окислителем), испарения и реакции соединения с окислителем. Величина поверхности частиц топлива, омываемых воздухом и вступающих в реакцию с кислородом, имеет решающее значение для интенсивного и полного сгорания топлива. Величина активно реагирующей поверхности топлива определяется степенью и качеством его распыления, а также качеством смешения его с воздухом. Однородное и тонкое распыление топлива является обязательным и важным фактором подготовки топлива к сжиганию.

Распыление топлива — процесс дробления струи на мелкие капли. Для распыления струи жидкого топлива необходимо преодолеть силы сцепления и поверхностного натяжения. Для создания развитой поверхности топливных струй применяются следующие методы: распыление топлива сжатым воздухом, паром или дутьевым воздухом от вентилятора; распыление топливной струи благодаря действию центробежных сил в механических форсунках; создание тонкой конусовидной пленки вращающимся распылителем в ротационных форсунках; газификация топлива; распределение топлива тонкой пленкой на поверхностях корпуса горелки.

Наиболее совершенное распыление достигается сжатым воздухом или паром, однако для этого требуется компрессор или паровой котел. При распылении топлива дутьевым воздухом также получается хорошее качество распыления, однако здесь необходим вентилятор высокого или среднего давления (не менее 3000—4000 Па). Недостатком метода распыления с помощью форсунок является наличие вращающихся механизмов с довольно сложной кинематической передачей в механических форсунках, а в ротационных — еще требуются топливный насос высокого давления, а также система фильтрации топлива.

Все перечисленные способы распыления топлива применяются при расходах топлива не ниже 5—10 кг/ч, что существенно превышает потребность в топливе бытовых печей. По этим причинам для установки

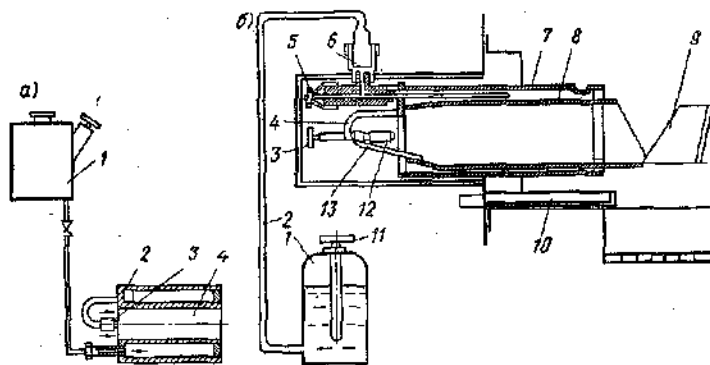


Рис. 92. Газификационная горелка

а — общая схема: 1 — топливный бак; 2 — кожух горелки; 3 — сопло; 4 — смеситель; б — конструктивная схема: 1 — баллон; 2 — трубопровод для топлива; 3, 5 — игольчатый клапан; 4 — паровая трубка; 6 — фильтр; 7 — кожух; 8 — смесительная камера; 9 — отражатель; 10 — лоток для розжига; 11 — насос; 12 — сопло; 13 — поддон

в бытовых отопительных и отопительно-варочных печах могут быть рекомендованы только методы газификации и распределения топлива тонкой пленкой в корпусе горелки. При этом требуется минимальное количество вспомогательного оборудования, причем расход топлива может быть минимальным.

3.2.3. Типы горелок для жидкого топлива

Для установки в бытовых печах могут быть использованы горелки с газификацией жидкого топлива. Принцип действия их основан на предварительном нагреве топлива до температуры кипения и последующем его испарении. При этом энергия паровой топливной струи используется для инжекции (подсоса) воздуха в горелку. Таким образом, для газификационной горелки не требуется вентилятор, подающий воздух в топку. Это существенное достоинство горелки. Однако для инжекции необходимого объема воздуха нужно, чтобы топливные пары поступали к соплу горелки под значительным избыточным давлением в топливном тракте. Это, а также повышенная пожарная опасность — специфические недостатки газификационных горелок.

На рис. 92 показаны газификационная горелка для

жидкого топлива и общая схема. Топливо из бака 1 поступает в кожух горелки 2, в котором нагревается до температуры парообразования и испаряется. Образовавшиеся пары, вытекая с высокой скоростью из сопла 3, инжектируют атмосферный воздух в смеситель 4 и далее сгорают в объеме топки.

Давление в топливной системе создается ручным воздушным насосом, смонтированным в топливном баллоне 1. Нагрев горелки при розжиге производится путем разведения огня в лотке для розжига 10. Для защиты испарителя от загрязнений на входном патрубке устанавливают топливный фильтр 6. Поддон 13 служит для сбора неиспарившихся топливных капель, выпавших из паровой струи.

Для эффективной инжекции воздуха целесообразно повышать давление топлива в системе, однако этот прием увеличивает температуру нагрева топлива, его термическое разложение с образованием смолы и кокса. Твердые отложения загрязняют испаритель и горелка выходит из строя. Для повышения срока службы горелки необходимо снижать давление топлива в испарителе без ухудшения процесса горения. В значительной мере этого можно достичь, направляя поток подсосываемого воздуха по касательной. При этом снижаются гидравлические потери в смесителе за счет уменьшения потерь на удар. Как показали результаты опытов, применение горелок с таким принципом образования смеси позволяет понизить давление в системе и значительно уменьшить пиролиз* топлива и отложение кокса в испарителе и в отверстии сопла.

В газификационных горелках рекомендуется использовать только легкие сорта жидкого топлива — керосин и легкие (зимние)* марки дизельного топлива.

Наиболее универсальными горелками для сжигания топлива в отопительных и отопительно-варочных печах являются испарительные горелки (рис. 93). В них также, как и газификационных, осуществляется испарение топлива, но не внутри испарительной камеры, а с открытой поверхности топливного слоя. Поэтому для таких горелок не требуется топливный насос. Из-за отсутствия избыточного давления температура испарения топлива ниже, чем в газификационных

* Разложение под действием высокой температуры.

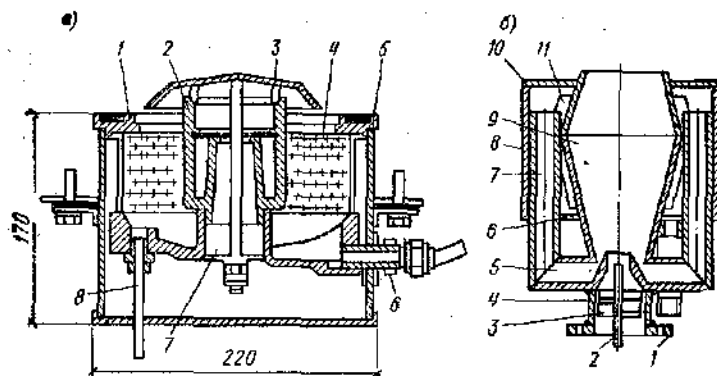


Рис. 93. Испарительные горелки

а — открытая: 1 — фланец; 2 — воздухо-распределительная колонка; 3 — отражатель; 4 — сетка; 5 — кожух; 6 — подвод топлива; 7 — вход воздуха; 8 — сливная трубка; б — закрытая: 1 — фланец; 2 — топливная трубка; 3 — лопатки; 4 — воздушная трубка; 5, 7 — паровая труба; 6 — нижняя крышка; 8 — корпус; 9 — камера сгорания; 10 — верхняя крышка; 11 — ребро

горелках, что уменьшает опасность пиролиза и крекинга тяжелых фракций топлива.

Различают испарительные горелки открытого и закрытого типов. В первых поверхность горящего топливного слоя открыта со стороны топки и испарение осуществляется за счет передачи теплоты излучением от открытого пламени. Во вторых топливный слой отделен от топки и нагревается за счет передачи теплоты через ее стенки.

Испарительные горелки могут работать как с принудительной, так и естественной подачей дутьевого воздуха. На рис. 93, а показана испарительная горелка открытого типа. Она состоит из сосуда цилиндрической формы, внутри которого установлена воздухо-распределительная колонка с пламеотражателем. Горелка имеет основание тарельчатой формы, по оси которого проходит воздушный канал. Внутри основания имеются штуцеры для подвода и слива переливающегося топлива, а также для подвода топлива к запальной свече. На основание горелки надет перфорированный цилиндр с отверстиями для подачи вторичного воздуха.

На дно горелки топливо подается самотеком из напорного топливного бачка. Воздух от вентилятора (или

благодаря естественной тяге) попадает в кожух горелки через центральное отверстие в колонке, а затем меняя направление, — на зеркало горящего топлива. Здесь происходит его смешение с парами топлива и топливозоудная смесь поднимается в цилиндр, где и происходит собственно горение.

Нормальная работа горелки требует точной установки ее в горизонтальной плоскости; при эксплуатации необходимо также постоянно наблюдать за тем, чтобы горелка не переполнялась топливом, так как перелив может послужить причиной возникновения пожара.

В меньшей степени подвержены этим недостаткам горелки закрытого типа. Их особенность состоит в том, что зеркало испарения топлива перекрыто крышкой, отгораживающей его от топочного объема. Горелка (рис. 93, б) состоит из корпуса 8, камеры сгорания 9, образованной двумя усеченными конусами, диффузора с ребрами 3 для завихрения воздуха, воздушной патрубкой 4 с фланцем для крепления вентилятора, трубки подвода топлива 2, паровых труб 5 и 7, нижней 6 и верхней 10 крышек корпуса и ребер 11 для передачи теплоты из камеры сгорания в испаритель.

Работает горелка следующим образом. При пуске топливо подается в запальную форсунку, откуда эжектируется завихренной ребрами струей воздуха, распыляется и выбрасывается в камеру сгорания, где воспламеняется электросвечой или факелом. После достижения устойчивого горения открывается кран рабочего топлива, которое подается в испаритель. Поскольку теплота передается через стенки камеры сгорания, температура в испарителе достигает 300—400 °С, что вполне достаточно для испарения жидкого топлива. Топливные пары через патрубки 5, 7 и кольцевой канал попадают в камеру сгорания и воспламеняются от факела пускового топлива. После выхода на рабочий режим подачу топлива в запальную форсунку прекращают. Закрытая горелка может работать только с дутьевым вентилятором низкого давления.

Система подачи топлива в испарительную горелку действует следующим образом. Топливо самотеком поступает в горелку из расположенного выше топливного бака. При таком способе питания требуется точное регулирование поступления топлива в горелку, так как

при нечеткой работе регулирующих вентилей возможен перелив (переполнение) ее топливом, что представляет опасность в пожарном отношении. Это явление тем более вероятно, что испарительные горелки работают с очень небольшим расходом топлива, составляющим 0,5—1,5 кг/ч. Поэтому для испарительных горелок применяют специальную систему подачи топлива из бака через поплавковую камеру с дозатором (рис. 94). Когда поплавковая камера пуста, поплавок 5 находится в нижней ее точке. По мере заполнения камеры топливом поплавок всплывает и с помощью клапана 2 перекрывает поступление топлива в камеру из бака. При снижении уровня топлива в камере поплавок опускается, клапан 2 открывает проход и камера вновь заполняется топливом. Из поплавковой камеры топливо по каналам А и Б поступает в промежуточный колодец Г. Игольчатым клапаном 4 можно прекратить доступ горючего из поплавковой камеры в промежуточный колодец с помощью рычага 3 вручную.

При открытом игольчатом клапане 4 топливо из промежуточного колодца поступает в колодец терморегулятора Д. Терморегулятор 1 служит для регулирования подачи топлива (нагрузки) на горелку при ее использовании, например для отопления жилых и общественных помещений.

При низких температурах (до 15°C) игольчатый клапан терморегулятора полностью открыт и топливо из колодца Д через канал Л поступает в колодец К и далее через капельницу 8 по трубопроводу подачи топлива — в горелку. Система отопления при этом работает с большим расходом топлива (1,5 кг/ч).

По мере нагревания окружающего воздуха в помещении терморегулятор начинает расширяться и своим нижним концом давит на клапан 2. При температуре 25°C клапан 2 полностью перекрывает проход и топливо из промежуточного колодца поступает к капельнице через жиклер 7 с малым расходом. Таким образом устанавливается определенный режим работы системы отопления, поддерживающей температуру воздуха в отапливаемом помещении в пределах 20—25°C.

В случае срыва пламени в горелке топливо из горелки по трубопроводу поступает в сливной бачок.

Рис. 94. Дозатор подачи жидкого топлива в горелку
1 — терморегулятор; 2 — клапан;
3 — рычаг; 4 — игольчатый клапан;
5 — поплавок; 6 — датчик; 7 — жиклер; 8 — капельница

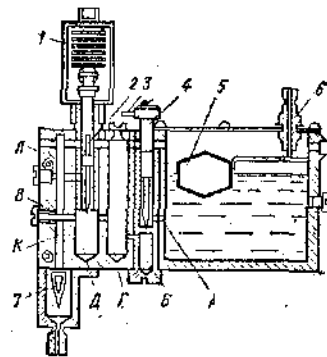
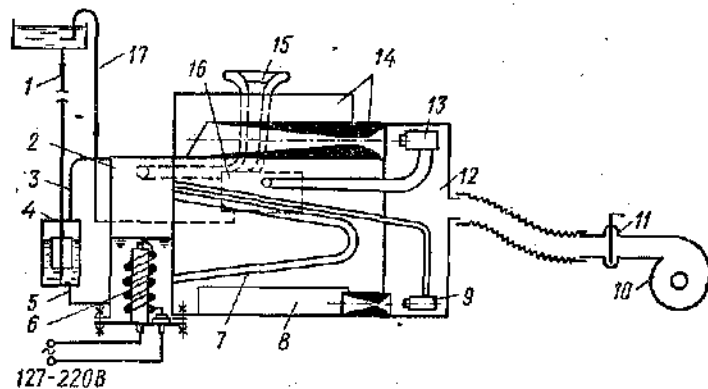


Рис. 95. Горелка для печей разработки ЦНИИЭП инженерного оборудования
1, 8 — топливные трубопроводы; 2 — сепаратор пара; 4 — поплавковая камера; 5 — патрубок; 6 — электроиспаритель; 7 — испарительные трубки; 8 — смеситель; 9, 13 — сопло; 10 — вентилятор; 11 — заслонка; 12 — воздушная камера; 14 — смеситель основной горелки; 15 — перегреватель; 16 — паровая камера; 17 — циркуляционная линия



При заполнении на $\frac{3}{4}$ бачок опрокидывается и через систему рычагов перекрывает шариковым клапаном подачу топлива из бака в поплавковую камеру. Если по какой-либо причине бачок не опрокинется, топливо из него по аварийной трубке отводится в специальный резервуар, вместимость которого не меньше вместимости расходного топливного бака.

Розжиг описанной выше горелки осуществляется вручную с помощью огневого факела, а это довольно продолжительная и малоудобная операция. Поэтому в некоторых испарительных горелках предусматривают специальные пусковые горелки. Примером может служить горелка, разработанная в ЦНИИЭП инженерного оборудования (рис. 95). Система состоит из

горелок основной и вспомогательной, служащих для обогрева испарителя топлива основной горелки. Испарительное устройство включает в себя три U-образные топливные трубки, обогреваемые вспомогательной горелкой. Питание горелки осуществляется из топливного бака по трубопроводу 1 через поплавковую камеру 4 и патрубок 5. Поплавок поддерживает постоянный уровень топлива в сепараторе пара 2. Горелка снабжается дутьевым вентилятором низкого давления. Запуск вспомогательной горелки производится включением электроиспарителя 6, образовавшиеся топливные пары из сепаратора 2 направляются к соплу 9; топливовоздушная смесь сгорает в смесителе 8 и обогревает U-образные трубки испарителя. После разогрева трубок количество паров увеличивается и большая их часть через перегреватель 15 поступает к соплу 13 основной горелки, в смесителе 14 которой и происходит сгорание основной массы топлива.

Подача жидкого топлива к горелке осуществляется самотеком из бака вместимостью 30 л, размещенного выше горелки (рис. 96). Жидкое топливо через горловину 1 заливается в топливный бак 2. Через вентиль 3 топливо из бака поступает в блок автоматики, состоящий из клапана запальника 4 и клапана горелки 5, откуда по трубопроводу 6 подается в электроиспаритель 10, а дальше на вспомогательную пусковую горелку 9. В основную горелку 8 топливо подается по трубопроводу 7 с помощью автоматического клапана, действующего по импульсу от термозлемента, регулирующего в заданных пределах нагрузку на горелку. Второй электромагнитный клапан, действующий по импульсу от термопары, обеспечивает безопасную работу агрегата, закрывая подачу топлива на обе горелки в случае погасания пламени на основной горелке.

На рис. 97 показана схема монтажа испарительных и газификационных горелок в отопительной печи. При монтаже снимают колосники и зольниковые дверцы. В образовавшийся проем вмуровывают переходной фланец так, чтобы его торец оказался заподлицо с плоскостью печи, а нижняя точка его отстояла от пола на расстоянии не менее 150 мм. Розжиг производится электроискровой зажигалкой с длинной ручкой (не менее 300 мм) через специальное смотровое отверстие на фланце.

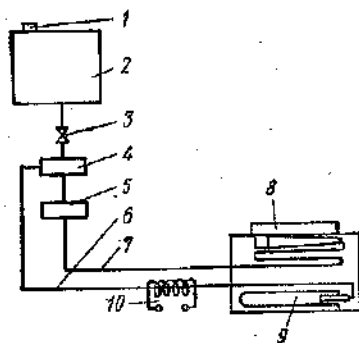


Рис. 96. Схема подачи топлива в горелку

1 — заливочная горловина; 2 — бак; 3 — вентиль; 4, 5 — клапаны запальника и горелки; 6, 7 — трубопроводы для топлива; 8 — основная горелка; 9 — вспомогательная горелка; 10 — электроиспаритель

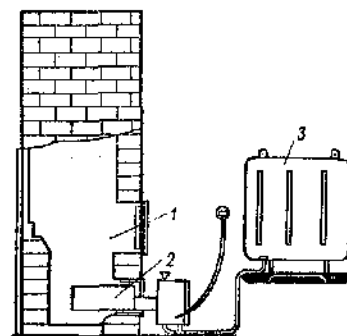


Рис. 97. Схема монтажа горелок

1 — топливник; 2 — горелка; 3 — топливный бак

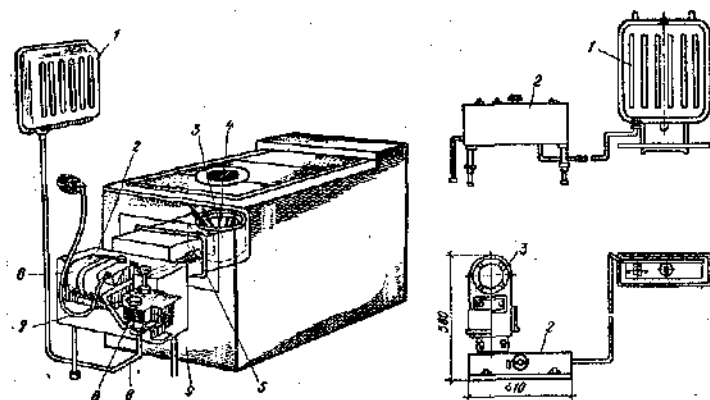


Рис. 98. Горелочное устройство ГУЖ-8

1 — топливный бак; 2 — блок управления; 3 — горелка; 4 — пламерассекатель; 5 — проем; 6 — вентилятор; 7 — поплавковое устройство; 8 — топливопровод; 9 — корпус печи

Горелочное устройство модели ГУЖ-8 (рис. 98) используется в теплоемких отопительных и отопительно-варочных печах при переводе их с твердого топлива на жидкое. В нем можно выделить три основных узла: горелку 3, блок управления 2 и топливный бак 1 (вме-

стоимостью 15 л). Горелка испарительного типа состоит из корпуса, двух смесительных колец и рассекающего воздуха. В блок управления входят двухскоростной вентилятор и дозатор, который автоматически поддерживает заданный расход топлива независимо от изменения уровня его в баке. Последний с помощью проушин крепится на стене. Монтаж горелочного устройства в печи прост и не требует специальных материалов и инструментов. Для розжига необходимо включить вентилятор, затем, открыв выпускной клапан дозатора, подать топливо в горелку и поджечь его через конфорку горящим тампоном. Масса горелки 19 кг. На рис. 98 показана установка ГУЖ-8 в топливнике печи.

Эксплуатируя бытовые печи, работающие на жидком топливе, необходимо соблюдать следующие меры пожарной безопасности.

Топливный бак должен быть герметично закрыт и иметь пароотводную трубку, сообщающуюся с атмосферой через дыхательный и огнепреграждающий клапаны (при температуре вспышки топлива ниже 45 °С). Бак должен иметь трубу для аварийного перелива топлива в основной топливный бак, находящийся за пределами помещения. Трубопровод от бака к форсунке — цельнометаллический, сварной (для керосина) или фланцевый (для более тяжелого топлива); на нем должно быть не менее двух вентилях: один перед форсункой, другой у топливника бака. Запрещается использование бензина как в качестве топлива, так и в виде добавки к основному топливу.

При эксплуатации (перед розжигом горелки) проверяется количество топлива в расходном баке. Бак периодически промывают, не допуская попадания воды в топливо. При случайном разливе топлива необходимо посыпать его сухим песком и смесь удалить. В том случае, если горелка работает с вентилятором, перед розжигом необходимо продуть топку печи воздухом.

3.2.4. Бытовые отопительные приборы заводского изготовления

Отопительно-варочный аппарат АОТ-5, работающий на жидком топливе, используется для отопления помещений площадью до 50 м² и подогрева пищи. Он

выполнен в виде прямоугольной тумбы, внутрь которой помещен сварной штампованный теплообменник цилиндрической формы, являющийся одновременно и камерой сгорания. Максимальная топливная нагрузка — 10 465 Вт, расход топлива — 1,1 л/ч, вместимость топливного бака — 15 л.

Отопительно-варочный аппарат АОВЖ-9, работающий на жидком топливе, может отапливать помещения площадью до 70 м² и служить для приготовления пищи. В аппарате имеется теплообменник для нагрева воды отопительной системы, горелка испарительного типа с дозатором, обеспечивающим равномерное поступление топлива в горелку и постоянство его расхода независимо от уровня топлива в баке. Сгорание топлива осуществляется в жаровой трубе. Аппарат снабжен варочной плитой. Топливный бак защищен экраном, исключающим нагрев топлива во время работы. Аппарат присоединяется к дымоходу патрубком, расположенным на задней стенке аппарата.

Техническая характеристика аппарата АОВЖ-9

Тепловая нагрузка горелки, Вт:	
минимальная	2325
максимальная	10 465
Расход топлива, л/ч	0,25—1,1
Вместимость топливного бака, л	15
Площадь варочной плиты, м ²	0,17
Температура нагрева варочной плиты, °С	360
КПД, %, в режиме:	
отопительном	70
отопительно-варочном	75
Габариты, мм	600×450×850
Масса, кг	85

Отопительно-варочный аппарат модели 2403 (см. рис. 44) работает на жидком топливе и предназначен для приготовления пищи и отопления помещений площадью 20—30 м² (домиков дачного типа, флигелей, кухонь жилых помещений). Аппарат оборудован горелкой 2 испарительного типа, расположенной под камерой сгорания 4. Чтобы при заправке бака 8 на пол не попало топливо, предусмотрен выдвижной поддон. Над камерой сгорания установлен жарочный настил с конфоркой 7. На задней стенке аппарата расположен газоотводящий патрубок 6, по которому продукты сгорания поступают в дымоход. Габариты

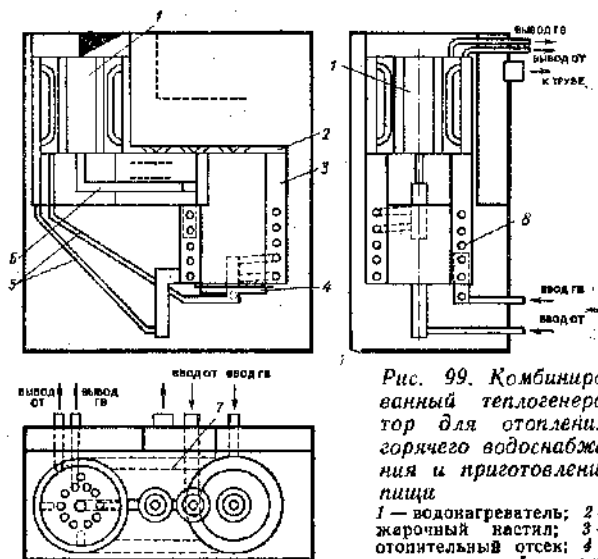


Рис. 99. Комбинированный теплогенератор для отопления, горячего водоснабжения и приготовления пищи
1 — водонагреватель; 2 — жарочный настил; 3 — отопительный отсек; 4 — коллектор; 5 — циркулярные трубы; 6 — подъемная труба; 7 — камера; 8 — змеевик

аппарата — $1850 \times 400 \times 565$ мм, масса — 70 кг. В ЦНИИЭП инженерного оборудования разработан комбинированный теплогенератор для отопления, горячего водоснабжения и приготовления пищи в малых домах (рис. 99). Он состоит из двух изолированных по теплоносителю оцинкованных теплообменников, расположенных один в другом. Один из теплообменников выполнен в виде полого цилиндра, к которому крепится горелка, работающая на жидком или газообразном топливе, или колосниковая корзина (при работе на твердом топливе). Топочная часть теплообменника системы отопления соединяется двумя трубами с конвективной частью, в которой к системе отопления отнесится внешний теплообменник. Другой теплообменник в топочной части выполнен в виде змеевика, расположенного в теплообменнике отопления. Змеевик соединен трубой 5 с конвективной частью теплообменника системы горячего водоснабжения. Теплоноситель подводится к теплообменникам снизу, а отводится в верхних точках. Теплообменники имеют смежные поверхности. Для приготовления пищи предусмотрена

жарочная плита с конфорками. Если нет необходимости в отоплении и горячем водоснабжении помещений (особенно в летний период), то горелка или колосниковая решетка может быть поднята в верх топки так, что продукты сгорания минуют основные теплообменные поверхности.

В конструкции теплогенератора предусмотрены также духовой шкаф и сушилка.

3.3. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ КОНСТРУКЦИИ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ

Кирпичные толстостенные печи типа ОПТ (оштукатуренные печи толстостенные) — одноярусные, с насадными трубами и комбинированной системой дымооборотов. Печь ОПТ-3 (прил. 3) теплопроизводительностью 2670 Вт имеет Г-образное перекрытие, которое направляет газы после топливника вниз по задней стенке печи. Затем газы поднимаются вдоль нее в верхнюю зону печи, где омывают два ряда кладки и удаляются через дымовую трубу. Благодаря усиленному прогреву нижней зоны печь рациональна, однако недостатком ее является малая длина топливника, что создает неудобства при топке печи дровами. Конфигурация позволяет устанавливать печь в перегородке для отопления одновременно двух комнат, причем топочное отверстие печи выходит в коридор.

На рис. 100 показана печь теплопроизводительностью 4400 Вт (ОПТ-9), имеющая верхний колпак. Газы из топливника по опускным каналам направляются в нижнюю зону печи, затем поднимаются в верхний колпак, состоящий из двух одинаковых П-образных подовинок с пустотами, по которым газы, остывая, опускаются вниз и уходят в дымовую трубу. Конструкция печи рациональна и оригинальна.

В прил. 4 показана печь теплопроизводительностью 4900 Вт (ОПТ-11). Боковые стенки топливника и двух параллельных опускных газоходов за топливником имеет футеровку толщиной $\frac{1}{4}$ кирпича, которая заканчивается на расстоянии 3 см от 16-го ряда кладки. Если верх футеровки будет соприкасаться с кладкой перекрытия топливника, то во время топки (при расширении футеровки) может раскрыться горизонтальный шов между рядами кладки. Печь проста, рациональна и так же, как и печь ОПТ-3, удобна для уста-

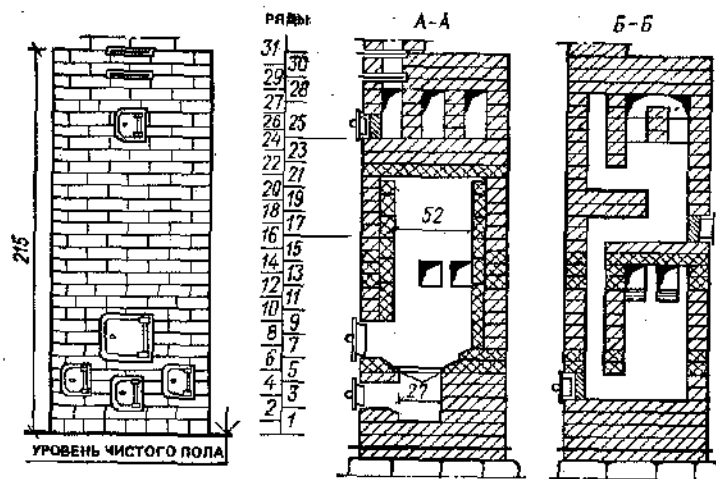


Рис. 100. Печь ОПТ-9

новки в перегородке для отопления одновременно двух комнат, причем топят печь из коридора.

Каркасные печи повышенного прогрева характеризуются одновременно и малой теплоемкостью (рис. 101). На рис. 101, а показана каркасная печь повышенного прогрева типа МВМС-63. Металлический каркас у нее цельносварной или сборный. В последнем случае его элементы соединяют один с другим соединительными поясами с помощью болтов. После сборки каркаса на нижнюю обвязку его укладывают стальной лист (или асбофанеру), с боков и сзади вставляют листы облицовки, которые затем прижимают изнутри к каркасу кирпичной кладкой. После заполнения кладкой нижнего пояса печи устанавливают второй ряд облицовочных листов и производят кладку верхнего пояса. По способу исполнения дымооборотов печи МВМС относятся к канальным однооборотным системам, в которых газы из топливника поднимаются вверх по центральному каналу, затем из верхней зоны по отдельным каналам опускаются до среднего уровня, откуда по коротким металлическим патрубкам отводятся в дымовую трубу. В печах МВМС можно сжигать только твердое топливо: дрова, торф, антрацит, каменный уголь.

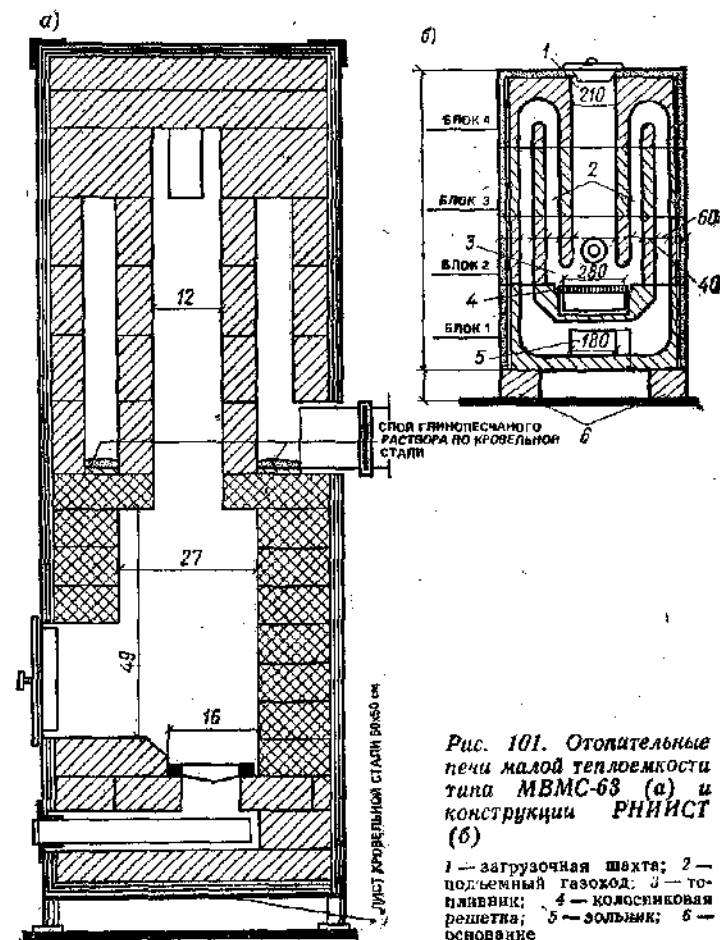


Рис. 101. Отопительные печи малой теплоемкости типа МВМС-63 (а) и конструкции РНИИСТ (б)

1 — загрузочная шахта; 2 — подъемный газокот; 3 — топливник; 4 — колосниковая решетка; 5 — зольник; 6 — основание

Облицовывать печь рекомендуется крашеной полированной асбофанерой. При наличии серой прессованной асбофанеры на ее поверхность предварительно наносят состав из алюминиевого порошка (20 %), асфальтового лака № 177 (70 %), бензина (10 %). Каркас можно также окрасить составом из тех же компонентов, но в соотношении 50 : 20 : 10. Перед окраской асбофанеру полируют наждачным камнем, а каркас чистят металлической щеткой.

Сборные бетоноблочные печи индустриального ти-

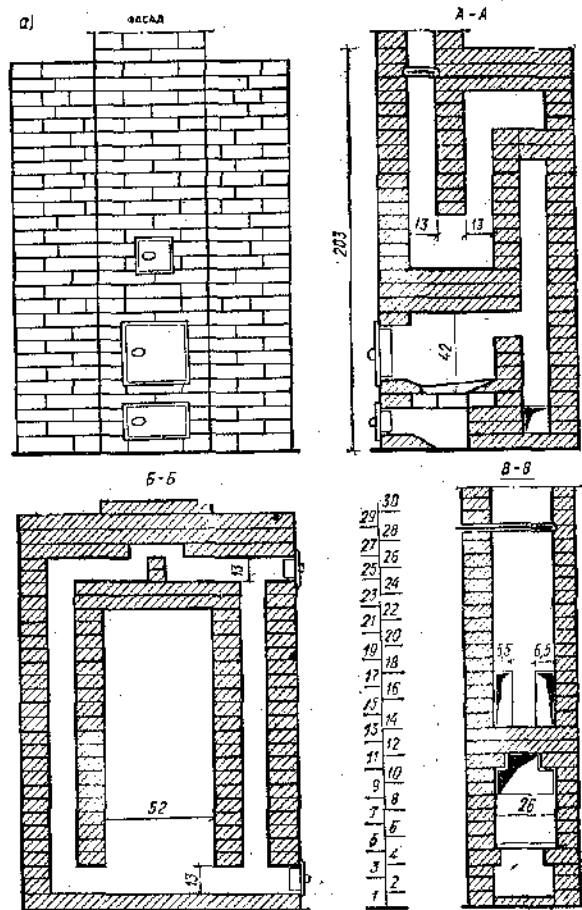
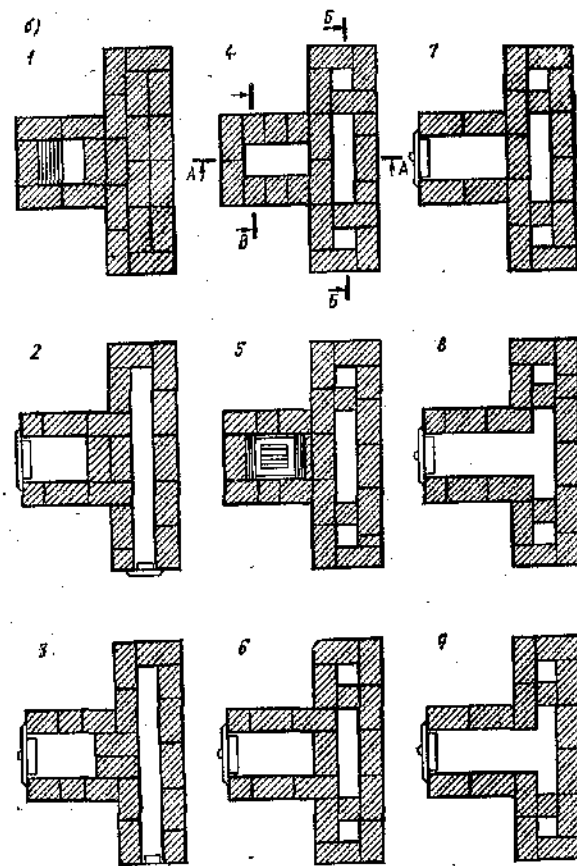


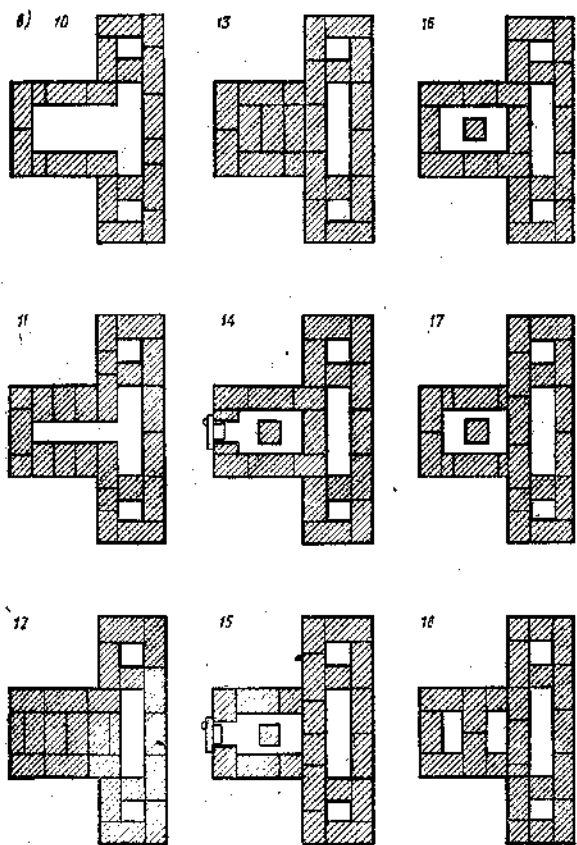
Рис. 102. Т-образная отопительная печь

а — разрезы; б — выкладка с 1-го по 9-й ряд; в — выкладка с 10-го по 18-й ряд; г — выкладка с 19-го по 30-й ряд

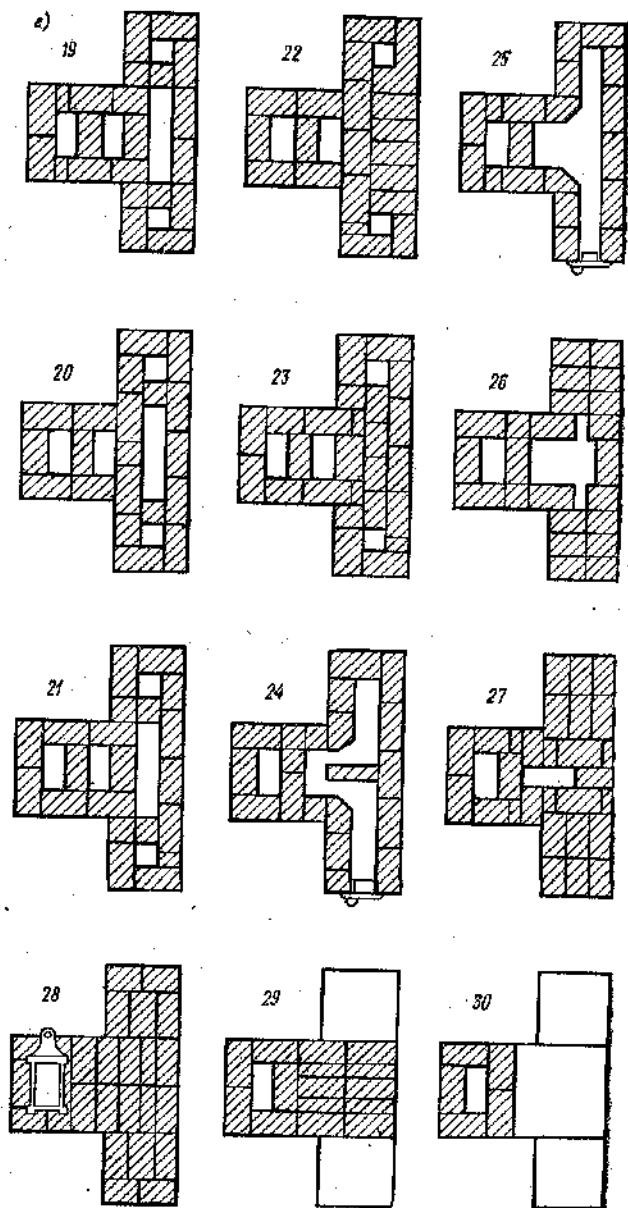
на ББУ (конструкции Уханова) собирают из однотипных блоков заводского изготовления. Отличаются они только общей высотой. Печи ББУ так же, как и печи МВМС, повышенного прогрева, по способу исполнения дымоходов относятся к канальным однооборотным системам.



Блоки изготавливают в заводских условиях из жаропрочного бетона, предложенного ЦНИИПСом. Футеровка топливника производится шамотным кирпичом. Блок зольника имеет внутренние выступы, на которые укладывается блок топливника. Блоки нижней части топки имеют внутренние выступы, предназначенные для повышения тепловосприятности и теплоемкости печи. Увеличение толщины стенок этих блоков в середине и уменьшение в углах способствует лучшему прогреву печи. Следует учесть, что печи ББУ приспособлены для сжигания всех видов твердого топлива, кроме антрацита.



Сборно-блочная бетонная печь непрерывного горения на твердом топливе конструкции Ростовского научно-исследовательского института строительной техники (РНИИСТ) состоит из четырех блоков (рис. 101, 6). Печь устанавливают на бетонных подкладках размером 120×150 мм. Уголь горит на поверхности естественных откосов, образующихся возле колосниковой решетки 4. Топливо поступает на решетку по загрузочной шахте 1. По мере сгорания топливо сползает вниз, а на место сгоревшего из шахты поступает новое, поддерживая таким образом постоянный режим горения в печи. В процессе эксплуатации топки 2—3



паза в сутки подрезают припекшийся к решетке уголь и удаляют шлак. Дымовые газы из топливника 3 поднимаются вверх по вертикальным каналам 2, затем поворачивают на 180° вниз, поступают в общий газоподход под зольником 5 и удаляются через дымовую трубу. Подсос воздуха в топку регулируется заслонкой на поддувальной дверце.

Печь конструкции РНИИСТА предназначена для работы на твердом топливе, коксе, антраците, угольных брикетах. Объем загружаемого в топливник топлива 0,031 м³, теплопроизводительность печи 1920 Вт, габариты 750×300×1650 мм.

На рис. 102 показана Т-образная печь, применяемая для отопления смежных комнат; ее удобно размещать в перегородке. Топливник расположен так, что его стенки одновременно являются греющими стенами печи. В нем можно сжигать любые виды твердого топлива. Из топливника дымовые газы поступают через отвод в расположенную сзади печи камеру. Частично охладившись и обогнув перекрытие, газы опускаются вниз и попадают в подъемные каналы, соединяющие эту камеру с верхней. Дополнительно охладившись от соприкосновения со стенками печи, дымовые газы по опускным каналам выбрасываются через дымовую трубу в атмосферу. На рис. 102 приведены также чертежи порядковой кладки Т-образной печи.

Индивидуальным застройщикам можно рекомендовать также круглую печь в металлическом футляре с винтообразными оборотами или двухъярусную печь.

В круглой печи достигается повышенная теплоотдача стен за счет придания газовому потоку кругообразного движения в кольцевых каналах. В конструкции такого рода достигается преимущественно нижний прогрев массива кладки. Такая конструкция хорошо зарекомендовала себя при строительстве в северных районах страны.

Двухъярусная печь предназначена для отопления двухэтажных помещений. Она состоит из двух стоящих одна на другой печей одинаковой конструкции. Дымовая труба нижней печи проходит в массиве верхней, а верхняя печь имеет отдельную дымовую трубу. Печь отличается простой кладкой и схемой движения газов, в ней можно сжигать каменные угли или антрацит.

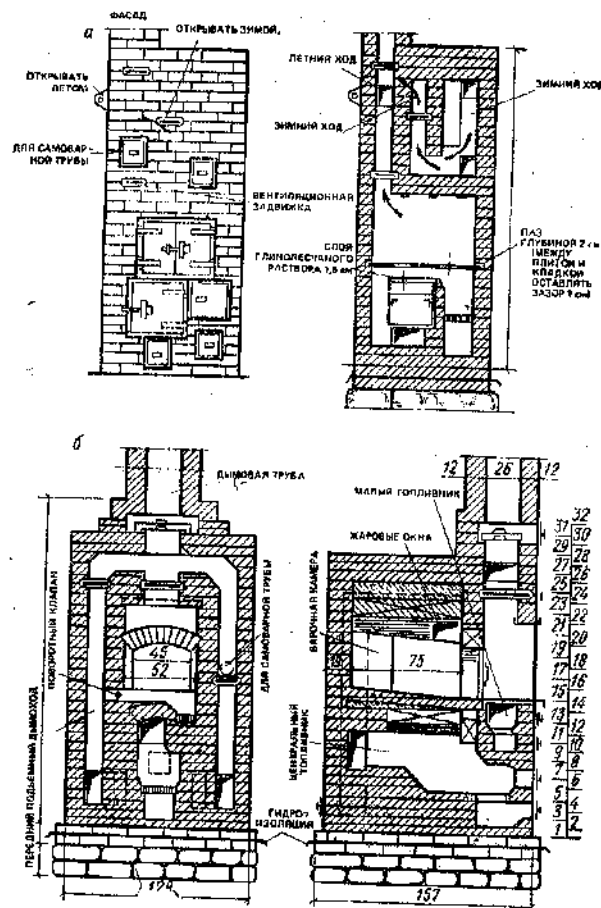


Рис. 103. Отопительно-варочные печи конструкции Коробанова и Самарина (а), Ковалевского (б)

2.4. ОТОПИТЕЛЬНО-ВАРОЧНЫЕ ПЕЧИ

К отопительно-варочным печам, позволяющим выпекать хлеб, относятся русские печи конструкции И. И. Ковалевского и «Экономка» конструкции И. С. Подгородникова.

На рис. 103 показаны отопительно-варочные печи

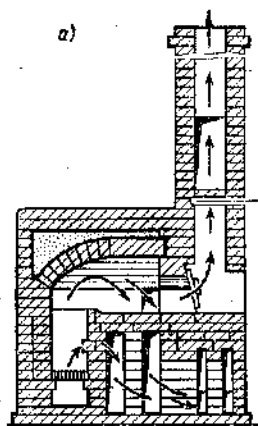
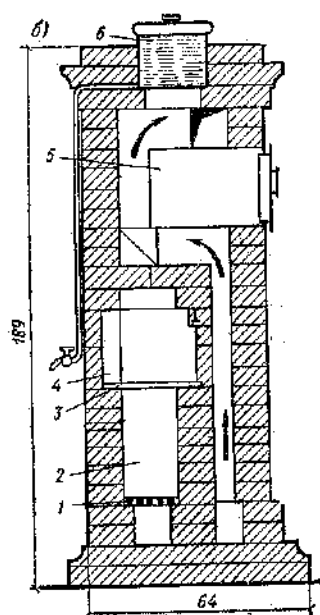


Рис. 104. Рекомендуемые конструкции русских печей

а — улучшенная русская печь «Экономка»; б — отопительно-варочная печь конструкции В. А. Потапова:
1 — колосниковая решетка;
2 — топливник; 3 — чугунная плита; 4 — варочная камера; 5 — духовой шкаф; 6 — водогрейная коробка



Л. А. Коробанова — Н. И. Самарина и конструкции И. И. Ковалевского, на рис. 104, а — русская печь «Экономка» с двумя топливниками: основным и дополнительным. Основным пользуются в зимнее время для отопления и круглый год — для выпечки хлеба. Дополнительным пользуются для приготовления пищи в летнее и зимнее время, когда массив печи находится в разогретом состоянии. При сжигании топлива в основном топливнике газы через отвод поступают в первую секцию подподовой камеры, затем через подвертки — во вторую секцию, а оттуда через щель в подду — в верхнюю варочную камеру и, пройдя по сводам, попадают в расположенные в передней части печи отверстия, открывающие проход в сборный канал, соединенный с дымовой трубой.

При сжигании топлива в дополнительном топливнике дымовые газы поступают из него вначале в основной топливник, а затем по описанному выше пути попадают в дымовую трубу. В дополнительном топ-

ливнике хорошо горят даже влажные древесные отходы: кора, щепа и пр.

Печь оборудуют вентиляционной заслонкой и водогрейной коробкой. Учитывая, что не всегда можно изготовить водогрейную коробку в условиях сельской местности, отдельно приведен чертеж печи с водогрейной коробкой.

При эксплуатации печи следует соблюдать следующие правила:

- топить одновременно два топливника нельзя; поддувальная и топочная дверки неработающего топливника должны быть плотно закрыты; печь топят при закрытой заслонке; если нужно открыть заслонку во время топки, то предварительно открывают вентиляционную заслонку. Пользоваться верхней камерой для приготовления пищи можно только после того, как хорошо разгорятся дрова, т. е. через 8—10 мин после растопки;

- варить пищу в верхней камере (на поду) можно в течение нескольких часов после топки печи (через 10—12 ч);

- для выпечки хлеба печь топят в зимнем режиме, топливо сжигают в основном топливнике. К концу топки прикрывают вьюшку, когда в топливнике остаются одни угли, вьюшку закрывают полностью, а вентиляционную заслонку приоткрывают. В таком состоянии печь выдерживают 10—15 мин, после чего сажают хлеб. Подготовку пода проверяют, бросив на него немного муки, если мука почти не меняет цвета — нагрев пода недостаточен; если мука чернеет — под перегрет, и камеру следует охладить; коричневый цвет свидетельствует о нормальном нагреве пода.

На рис. 104, б показана отопительно-варочная печь конструкции В. А. Потапова. Размер ее в плане 64 × 51 см, высота 189 см. Варочная камера имеет чугунную плиту и снабжена вытяжным каналом; плита образует перекрытие топливника, в которое заделана водогрейная коробка. В конструкцию включен также духовой шкаф, расположенный выше варочной камеры. В топливнике печи сжигают дрова и уголь. Дымовые газы проходят под жарочной плитой, затем направляются в верхнюю обогреваемую часть, где омывают духовой шкаф, после чего попадают в дымовую трубу. Достоинства печи: малые габариты и простота клад-

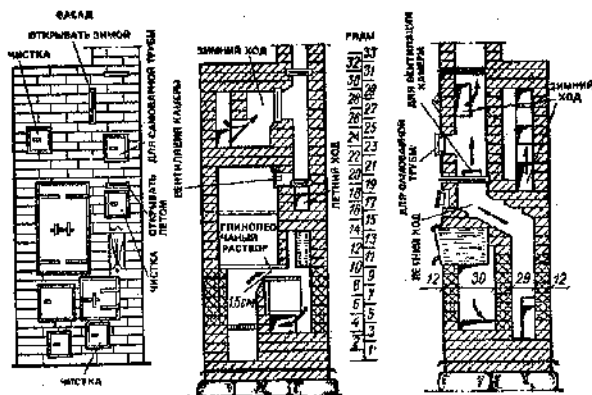


Рис. 105. Русская печь конструкции И. Ф. Волкова

ки; недостаток — отсутствие прямого дымового канала для топки в летнее время, что вызывает перегрев помещений.

К комбинированным печам, в которых не предусмотрена выпечка хлеба, относятся печи конструкции Л. А. Коробанова и Н. И. Самарина, И. Ф. Волкова, В. А. Потапова.

На рис. 105 показана отопительно-варочная печь конструкции И. Ф. Волкова. Особенностью ее является то, что чугунная варочная плита заключена в камеру, от которой отходит вытяжной канал. Помимо варочной камеры в печи имеются духовой шкаф и водогрейная коробка. Печь можно топить в зимнем и летнем режимах. В качестве топлива используются дрова и уголь.

Несомненный интерес представляют русские печи конструкции А. Ф. Филичко, имеющие в отличие от других печей специальный канал с золоборником, из которого очаговые остатки (зола) сбрасываются в специально отведенное место, что позволяет сразу после топки печи перекрыть ее заслонкой от дымовой трубы и предотвратить попадание угарных газов в помещение. Это замедляет также процесс охлаждения протопленной печи, благодаря чему увеличивается ее теплопроизводительность.

При кладке печи в грунте сооружается фундамент глубиной 75 см и на расстоянии 12 см ниже уровня

грунта прокладывается гидроизоляция (в два слоя толя). От грунта до уровня пола выкладывается пустотелый фундамент, так называемый угароотвод. Золу удаляют по специальному кирпичному каналу, расположенному в фундаменте здания (дома), своим отверстием выходящему на улицу. Со стороны улицы канал закрыт дверцей с теплоизоляцией. Канал для золоудаления необходимо сооружать с передней или задней стороны печи.

Чертежи печи и ее порядковая кладка, приведенные в прил. 5, позволяют застройщикам самостоятельно выложить русскую печь конструкции А. Ф. Филичко. Печь выкладывают в 39 рядов, начиная от уровня грунта и кончая верхним перекрытием. Размер в плане 77×116 см (ширина в 3, а длина — 4,5 кирпича).

На уровне грунта поверхность сплошного фундамента под печь (и под канал золоудаления) необходимо оштукатурить цементным раствором. Начиная от уровня грунта печь выкладывают в металлическом футляре или в каркасе из стальных уголков. На разрезах А—А и Б—Б показаны: металлический золоборник (канал золоудаления, проведенный к отверстию в фундаменте дома, на разрезах не показан), печные приборы (заслонка, с помощью которой зола спускается в угароотвод, поддувальная дверца, подвижная колосниковая решетка, топочная дверца, чугунная варочная плита, дверца, заменяющая заслонку русской печи, дымовая и паровытяжная заслонки). Высота топливника печи 28 см.

Из разреза А—А видно, что дымовые газы из топливника подтопка поступают под свод, затем опускаются к поду, далее последовательно проходят по пяти вертикальным каналам, расположенным в своде печи с левой стороны, 1-й, 2-й, 3-й и 4-й ряды кладки от уровня грунта заключают в металлический футляр. Одновременно выкладывают стенки канала золоудаления до отверстия в фундаменте здания. Со стороны улицы отверстие закрывают дверцей с теплоизоляцией. По 4-му ряду и каналу прокладывают стальные полосы, образующие стенки канала. 5-й ряд образует верхнее перекрытие канала из уложенных плашмя кирпичей. Между 6-м и 7-м рядами кладки из уложенных плашмя кирпичей прокладывают листы асбеста. Сверху канал обшивается листовой сталью.

Кирпичи, из которых выложен угароотвод, с 5-го по 13-й ряды включительно, стесывают изнутри заподлицо со стенкой. По 8-му ряду прокладывают стальные полосы. 9-й, 11-й и 13-й ряды выкладывают из кирпичей, установленных на ребро. В районе 14-го ряда кладка, как правило, доходит до уровня пола помещения (иногда бывает необходимо выложить дополнительный ряд или даже ряды), по полу прокладывают стальные полосы и обшивку из прочной листовой стали.

От уровня пола (примерно с 15-го ряда) печь вновь выкладывают в металлическом футляре или в каркасе из стальных уголков.

На уровне 16-го ряда кладки устанавливают заслонку для спуска золы, причем фронтальная часть печи над ней обшивается листовой сталью. На 17-м и 18-м рядах прокладывают стальные полосы и крепят поддувальную дверцу. 18-й ряд кладки является сплошным верхним перекрытием угароотвода.

На 19-м ряду устанавливают выдвижную колосниковую решетку, передвигающуюся в раме из стальных уголков, служащую для спуска золы в угароотвод. Под в топливнике подтопка русской печи, как правило, выкладывают из огнеупорного кирпича.

На 20-м ряду кладки устанавливают дверцу для чистки печи, по 22-му ряду прокладывают стальные полосы.

На 23-м крепят чугунную варочную плиту на 2 конфорки размером 71×41 см. Этот ряд желательно выкладывать из огнеупорного кирпича и укреплять стальными полосами. Кладка левого угла 23-го ряда (сзади печи) ведется в три кирпича, устанавливаемых на ребро и в $\frac{1}{2}$ кирпича, укладываемого плашмя.

24-й ряд выкладывается из кирпичей, уложенных плашмя, а 25-й — установленных на ребро. 25-й ряд выкладывают из огнеупорного кирпича, в нем закрепляют глухую дверцу, заменяющую заслонку в обычной русской печи (дверца размером не менее 25×21 см должна плотно закрываться на защелку).

Кладку левого угла 26-го ряда сзади печи и боковые стороны ее передней части (в районе этого ряда) выкладывают из кирпичей, установленных на ребро, остальные места ряда — из кирпичей, уложенных плашмя, причем у последних стесывают внутреннюю

нижнюю кромку внутрь выступающего свода. Рядом с дверцей кладка ведется из кирпичей, уложенных плашмя, причем в этом месте кладки размещают стальные полосы.

Весь 27-й ряд выкладывают из кирпичей, уложенных плашмя.

Перед выкладкой 28-го ряда внутри камеры для выпечки хлеба сооружают временную подставку из кирпичей, по которой прокладывают перекрытие. Переднюю часть 28-го ряда и его левый угол сзади печи выкладывают из кирпичей, установленных на ребро, остальные места — из кирпичей, уложенных плашмя (обозначены кружками на чертеже прил. 5 — из плашковых брусков). Переднюю часть кладки этого ряда укрепляют металлической пластиной.

29-й и 30-й ряды выкладывают из кирпичей, установленных на ребро. В 31-м ряду предусматривают отверстия для чистки, по кладке этого ряда также размещают стальные полосы. Перемычки между дымоходами в районе 33-го ряда (обозначенные на чертеже кружками) выкладывают из плашковых брусков, которые располагаются наполовину ниже ряда, выложенного из кирпичей, установленных на ребро. На 34-м ряду устанавливают паровытяжную и дымовую заслонки; этот ряд укрепляется стальными полосами.

Передняя часть 35-го ряда выкладывается из кирпичей, установленных на ребро, остальная — из кирпичей, уложенных плашмя.

36-й и 37-й ряды выкладывают из кирпичей, уложенных плашмя, причем у кирпичей 37-го ряда стесывают нижнюю кромку (показана пунктиром), благодаря чему увеличивается сечение для прохода газов.

Далее выкладывают патрубок (в пять кирпичей, уложенных плашмя), соединенный в перевязку с 31-м рядом таким образом, чтобы 38-й ряд стал предпоследним, а 39-й (последний) — прижал асбестовый лист (прокладку) к деревянному потолку (перекрытию).

Через потолок и крышу проходит дымовая труба в пять кирпичей, уложенных плашмя, соединенная в перевязку с 39-м рядом. Как вариант можно установить сборно-блочную или другую конструкцию облегченного типа, выпускаемые промышленностью.

Печь с подтопком может обогревать 3—4 смежные

комнаты и одновременно в своде ее можно выпекать хлеб при топке подтопка углем. Расход угля в холодное время года при одноразовой топке составляет полведра, при двухразовой топке — ведро, в теплое время года при одноразовой топке — четверть ведра.

Несколько слов о монтаже в кладке стальных листов для выпечки хлеба, которые располагают на уровне 25-го ряда печи. Всего по ширине печи укладывают три листа, предусматривая зазоры между ними и стенами печи. Длина правого и среднего листов соответствует длине печи, а левый — более короткий, так как с этой стороны внутри свода русской печи располагается дымоход. Снизу к среднему листу крепят лапу (кляммер) для того, чтобы поддерживать левый лист.

Хлеб сажают в печь после того, как протопится ее подтопок (для приготовления пищи и обогрева помещений), сначала на боковые листы, а затем — на средний. Вынимают листы в обратном порядке. В топличнике подтопка тоже можно выпекать хлеб на одном листе, но сажают его в печь после того, как посажен хлеб на свод. Вынимают готовый хлеб из подтопка несколько раньше, чем снимают со свода.

Перед использованием печь необходимо тщательно просушить, хотя и при первой пробной топке в этих печах можно получить хлеб хорошего качества.

Чертежи и порядовая кладка комбинированной отопительно-варочной печи ОВП-1 даны в прил. 6, а отопительно-варочной толстостенной печи Ш-2 — в прил. 7.

3.3. УСТРОЙСТВО, КОНСТРУКЦИЯ, ЭКСПЛУАТАЦИЯ КАМИНОВ

Наибольшее распространение в индивидуальном строительстве получили встроенные в стену закрытые камин. Конструкция, показанная на рис. 106, состоит из декоративного обрамления (портала) 1 и топочного пространства 10, включающего днище очага 4, заднюю 5 и боковую 6 стенки, «дымовой зуб» 7, дымовую коробку 9 и трубу 8. Площадку перед порталом выкладывают из огнеупорного или обычного красного кирпича с расшивкой швов. Ширина площадки (от фронтона портала) должна быть не менее 50 см, а с боков — перекрывать отверстие минимум на 20 см.

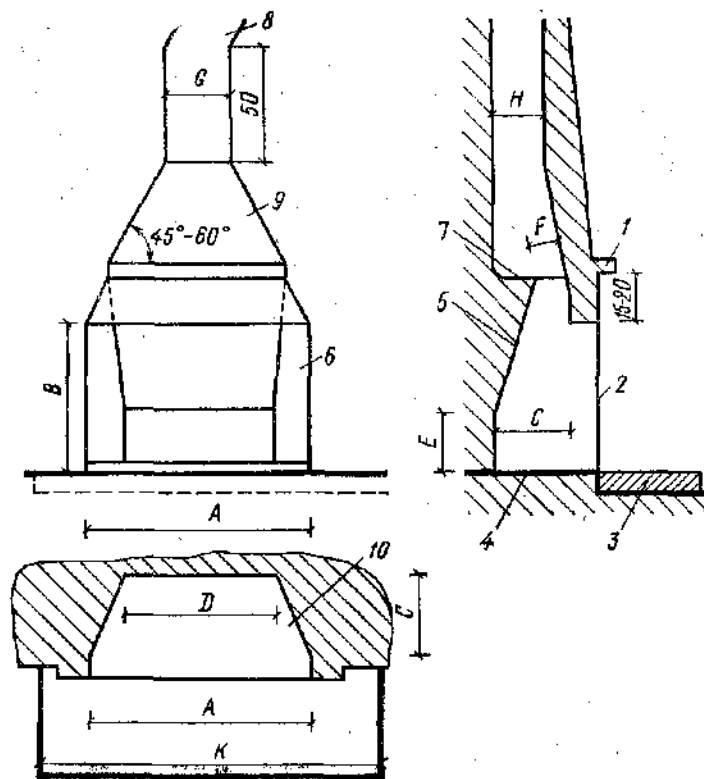


Рис. 106. Типичный встроенный камин

1 — декоративное обрамление; 2 — топочное отверстие; 3 — противопожарный настил; 4 — днище очага; 5 — задняя стенка; 6 — боковая стенка; 7 — «дымовой зуб»; 8 — труба; 9 — дымовая коробка; 10 — топочное пространство

Имея противопожарное назначение, площадка в то же время является декоративной деталью. Кромки площадки могут быть обшиты деревянными наличниками. Применяемые для этих целей железные листы заметно уступают кирпичной кладке как в пожарном, так и в эстетическом отношении.

Декоративный кожух портала сооружается после выкладки внутренней конструкции (перед настилкой пола). Обрамлять камин можно мраморными плитами, деревом с медными наличниками, обыкновенным кирпичом, изразцовыми и керамическими плитками,

грубо отесанным естественным камнем. В последнее время стало популярным обрамление анодированным металлом и кованым железом. Кожух определяет внешний вид камина, а также форму и размеры топочного отверстия.

Топочное отверстие имеет прямоугольную форму с высотой, равной $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$ ширины (меньшее значение относится к крупным каминам, большее — к малым). Площадь отверстия составляет от $\frac{1}{45}$ — до $\frac{1}{60}$ площади помещения, она должна быть в 8—15 раз больше площади сечения дымовой трубы.

Глубина топочного пространства не должна превышать $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$ высоты топочного отверстия. Часто по незнанию топку выполняют большей глубины. В результате значительная часть излучаемой огнем теплоты поглощается стенками топки и не попадает в помещение. С другой стороны, в неглубоких (слишком мелких) топках ухудшается качество сжигания топлива из-за чрезмерного охлаждения пламени, что вызывает повышенное задымление.

В табл. 8 приведены конструктивные размеры, см, закрытых каминов (см. рис. 106) с дымовыми труба-

Таблица 8. Размеры каминов, см, в зависимости от площади помещения

Помещение		Портал		Топливник			Сечение дымохода
площадь м ²	объем, м ³	ширина А	высота Б	глубина Г	горловина Г	ширина задней стенки Д	
12	42	50	45	30	12	30	14×14
16	50	60	50—52	32	12	40	14×27
22	60	70	56—58	35	12	45	14×27
30	80	80	60—65	37—38	13	50	27×27
35	100	90	70	40—42	13	60	27×27
40	120	100	75	45	14	70	27×27

ми высотой 8—10 м (для труб иной высоты площадь сечения топочного отверстия следует пересчитать по указанной выше формуле). Днище топочного пространства и нижнюю часть задней и боковых стенок выкладывают из огнеупорного кирпича на шамотном растворе.

Если камин расположен на верхнем этаже, то следует принять меры по защите от нагрева междуетажного перекрытия, особенно если оно выполнено из деревянных балок. Самый радикальный способ — устройство под днищем отверстия (прослойки) для циркуляции воздуха. Такое решение характерно для каминов, в которых дрова укладывают на специальную переносную решетку, устанавливаемую на днище топки. В каминах, в днище топки которых заделывают колосниковую решетку, изолирующей прослойкой служит сам канал, подающий воздух к топливу (под решетку). Если задняя стенка топки и дымоход камина прилегают к деревянной стене, ее защищают кирпичной кладкой толщиной в кирпич.

Иногда с внешней стороны топки устанавливают барьерную решетку, предотвращающую выпадение из камина поленьев или угля. Чтобы облегчить растопку камина и исключить попадание (задувание) дыма в помещение в ветреную погоду, целесообразно устраивать подвижные металлические шторы сверху или с боков топочного отверстия. Во избежание случайных выбросов раскаленных частиц топлива горловину можно прикрывать (завешивать) металлическими цепочками.

Полезно располагать днище очага на расстоянии одного кирпича от пола. Это небольшое возвышение придает камину ощущение устойчивости, в то время как при расположении его на одном уровне с полом возникает впечатление проседания. К тому же с образующейся ступеньки удобно сметать золу в совок.

При желании в днище очага под колосниковой решеткой можно установить выдвижной ящик для золы. На передней стенке ящика в этом случае выполняют отверстия или прорезы, через которые воздух проходит под колосниковую решетку. Для улучшения горения задняя стенка выкладывается вертикально на высоту, равную $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ высоты топочного отверстия, а далее — с наклоном таким образом, чтобы эта поверхность излучала теплоту на ноги людей, сидящих перед огнем.

Часто к задней стенке очага крепят чугунную плиту, украшенную рельефом. Плита защищает кирпичную кладку от перегрева, она быстрее поглощает теплоту и излучает ее более интенсивно. Боковые стенки топочного пространства выкладывают с расширением

наружу под углом около 20° , что увеличивает лучистую отдачу теплоты от стенок в помещение.

Выдвинутая вперед задняя стенка в верхней части образует сужение в газоходе, глубина которого в узком месте составляет 10—20 см. Благодаря такому сужению тяга по ширине топочного отверстия усиливается, что улучшает равномерность распределения газов по периметру топки.

Образующийся в узком сечении дымохода карниз (так называемый дымовой зуб) играет важную роль и имеет двойное назначение. В процессе топки он задерживает опускающиеся по задней (более холодной) стене охлажденные газы, не пропуская их в топочное пространство, так как это может привести к опрокидыванию тяги. Холодные газы, задержанные карнизом, подхватываются потоком более горячего газа, вытекающего из узкого сечения, образованного передней стенкой камина и кромкой «зуба», и выносятся в вышележащий дымоход. Второе назначение карниза заключается в сборе выпавших сажевых отложений. В непосредственной близости от уступа с внутренней стороны устанавливают прочистную дверцу, через которую периодически чистят дымоход. В горловине на уровне дымового карниза устанавливают заслонку для регулирования тяги и отключения камина от дымовой трубы.

Заслонка в дымоходе располагается примерно на 20 см выше верхнего края топочного отверстия для того, чтобы оставался достаточно высокий дымовой фартук, препятствующий попаданию дыма в помещение. Заслонки бывают выдвижные и поворотные (рис. 107). Лучшей из выдвижных является заслонка с несколькими фиксированными положениями и жесткой ручкой, а из поворотных — конструкция с поворотом вокруг центральной оси.

Выше заслонки дымоход выполнен в виде сужающейся пирамиды, которая постепенно в верхней части переходит в дымовую трубу. Боковые стенки камина выкладывают под углом $45-60^\circ$ строго симметрично, поверхность их должна быть гладкой. Передняя стенка дымовой коробки должна подниматься таким образом, чтобы на стыке с дымовой трубой она плотно соединялась с боковыми стенками. Задняя стенка камина вертикально переходит в дымовую трубу.

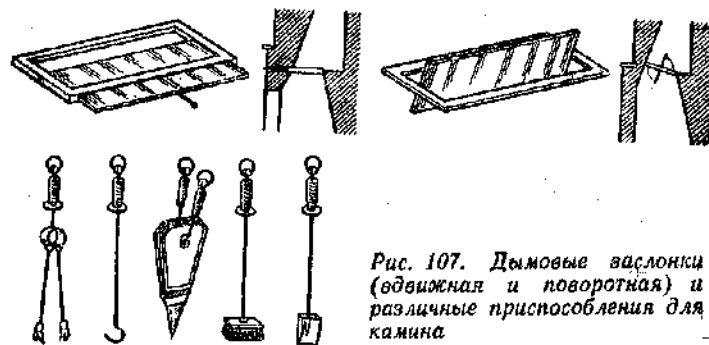


Рис. 107. Дымовые заслонки (выдвижная и поворотная) и различные приспособления для камина

В камин из помещения затягиваются довольно большие объемы воздуха, которые должны восполняться подсосом в помещение атмосферного воздуха через естественные неплотности в наружных стенах. Иногда это приводит к довольно сильным сквознякам. Для ликвидации сквозняков хорошо зарекомендовала себя организованная подача наружного воздуха для горения (по специальному каналу, проложенному под полом помещения). Дутьевой воздух поступает в топку через отверстия в днище очага или в боковых стенах топочного пространства. При такой подаче воздуха в топку сокращается воздухообмен в помещении и исключаются сквозняки. Для борьбы со сквозняками можно также рекомендовать устройство щели в нижнем притворе двери, ведущей в соседнее помещение, через которую будет подсасываться необходимый воздух.

Дымовая труба камина должна создавать тягу, достаточную для удаления образующихся в топке газов. Главное отличие камина от печи заключается в гораздо большем сечении для доступа воздуха в топку, из-за чего в камин засасываются большие массы воздуха, что вызывает снижение температуры в газоходе (по сравнению с печами). Поэтому сила тяги в камине, приходящаяся на 1 м высоты газохода меньше, чем в печи. Для создания нормальной тяги высота дымохода камина должна быть соответственно больше, чем у печи. Для обеспечения достаточной тяги при эксплуатации важно, чтобы дымовые газы по мере движения по дымоходу охлаждались минимально. Для уменьшения потерь теплоты стенки дымохода долж-

ны быть достаточной толщины. При расположении дымохода в середине помещения стенки выкладывают толщиной в $\frac{1}{2}$ кирпича, а при расположении у холодной наружной стены здания — в целый кирпич. Полезно объединение дымоходов работающих каминов в групповой дымоход, однако такой прием возможен в случае, если группа каминов топится одновременно, что бывает довольно редко.

Наиболее вредное влияние оказывают на тягу подсосы атмосферного воздуха в дымоход через неплотности в кладке, а также через неработающие приборы, присоединенные к общему дымоходу. Отрицательное воздействие подсосов имеет двойный характер: с одной стороны, снижается температура дымовых газов, что уменьшает гравитационный напор, с другой стороны, возрастает объем газов, что требует увеличения тяги. Поэтому все неплотности следует выявлять и устранять.

Дымоходы проверяют на герметичность задымлением. Дымовая труба закрывается сверху, а у нижнего прочистного отверстия разжигают чадающий костер из дерева и толя. Дым выходит через неплотности, указывая их местонахождение.

Следующее условие сохранения нормальной тяги заключается в обеспечении минимальных гидравлических сопротивлений в дымоходе. На величину этих сопротивлений оказывают влияние форма поперечного сечения, а также состояние внутренних поверхностей дымохода. Лучшей формой сечения является круглая, далее идет квадратная и, наконец, прямоугольная. Это объясняется тем, что в прямых углах движение газов затруднено и к тому же в них часто откладывается сажа. Поэтому лучше всего для устройства дымоходов использовать асбестоцементные или керамические трубы. Дымовые же трубы из-за трудности подгонки к дымоходу каминна чаще всего выкладывают квадратными.

Внутренние поверхности дымоходов должны быть возможно более гладкими (недопустимы, например, подтеки раствора из швов). В них не должно быть выступающих частей, например, в виде небрежно уложенного кирпича и т. д. Следует избегать наклонных дымоходов, так как при этом в местах поворотов возникают дополнительные местные сопротивления и

удлиняется путь газов. Если повороты неизбежны, то допустимое отклонение их по вертикали составляет 30° . Вместе с тем не следует без нужды увеличивать сечение дымохода, так как в газоходах с большими сечениями газы охлаждаются сильнее.

Опыт свидетельствует, что поперечное сечение дымовой трубы составляет от $\frac{1}{10}$ до $\frac{1}{12}$, а в более благоприятных случаях до $\frac{1}{15}$ размера топочного отверстия в свету. Во всех случаях сечение дымохода не должно быть меньше 14×27 см. Отношение сечений топочного отверстия и дымовой трубы в зависимости от ее высоты принимается по данным табл. 8.

Толщина стенки оголовка дымовой трубы над крышей должна быть не менее толщины одного кирпича. Если стены трубы впоследствии штукатурят или утепляют асбоцементными плитами, то допустимо выкладывать оголовок толщиной в $\frac{1}{2}$ кирпича.

Наилучшим образом обеспечивает тягу простой оголовок, без завершающих карнизов или выступов. С конструктивной и отопительной точек зрения эффективен коньковый навес над оголовком дымовой трубы, который свободно обдувается ветром, при этом отсасываются и уносятся дымовые газы. Для обеспечения тяги при изменяющихся метеорологических условиях на оголовках дымовых труб устанавливают ветрозащитные насадки. Во всех случаях оголовки дымовых труб рекомендуется выводить выше зоны действия ветрового подпора. Из соображений пожарной безопасности на оголовки устанавливают искроуловитель в виде колпака с глухой крышкой и проволоочной сеткой по бокам с размером ячейки не более 3 мм.

В камине можно сжигать древесину различной породы: клен, дуб, ель, сосну, березу, ольху, осину. Клен и дуб относятся к твердым породам, горят длинным спокойным пламенем, долго разогреваются. Твердая древесина хороша для больших размеров топочного отверстия, так как пламя у нее длиннее. Мягкая древесина сгорает быстрее, искрит, процесс горения сопровождается сильным треском. Не рекомендуются к использованию слишком сухие дрова (например, долго лежавшие в подвале), так как они быстро прогорают; лучше топить дровами, пролежавшими в поленище под навесом. Влажность их соответствует влажности воздуха, сгорают они медленнее.

Поленья, выбираемые для топки камина, не должны быть мелкими, длина их должна составлять $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$ ширины топочного отверстия. Можно использовать также пни и корни, они образуют пламя с красивым рисунком.

Береза вызывает обильное образование сажи, ольховые и особенно осиновые дрова не только сгорают без сажи, но и выжигают ее из дымохода. Хорошим средством для очистки газоходов от сажи является периодическое сжигание в топке сухих картофельных очистков.

При эксплуатации каминов известное неудобство заключается в необходимости частого удаления из топки очаговых остатков. Наиболее радикально этот вопрос может быть решен с помощью устройства специального зольного канала под полом помещения. В этом случае удалять зольные остатки можно периодически из нижней части зольника по мере их накопления. Разумеется, такое решение возможно только в случае размещения зольного канала под полом помещения. При отсутствии зольника в конструкции камина используют зольный ящик, устанавливаемый под колосниковой решеткой.

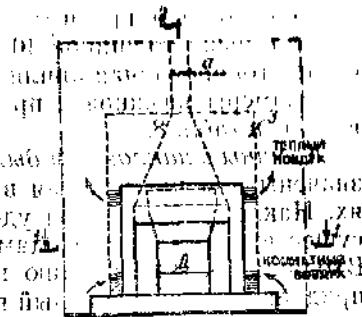
Очистить камин от сажи весьма затруднительно. Например, если устроить отверстие для чистки в дымовой коробке со стороны комнаты, то при чистке всегда загрязняется помещение. Если камин примыкает к стене прихожей, то очистка возможна со стороны этого помещения, однако и в этом случае стена загрязняется. При расположении камина в наружной стене чистку удобно производить через прочистное отверстие, расположенное со стороны улицы.

При желании можно, используя различные добавки, окрашивать пламя в камине. Обычная поваренная соль придает ему интенсивную желтую окраску, хлорид меди обеспечивает гамму красок, в которой сильнее всего выражены голубой и зеленый цвета. Добавки можно непосредственно засыпать в очаг, но лучше приготовить из них раствор и пропитать им древесину перед закладкой в камин.

Приятный аромат могут обеспечить древесина или сухие ветки можжевельника, вишни и особенно старой яблони.

Рис. 108. Камин с прямым дымоходом

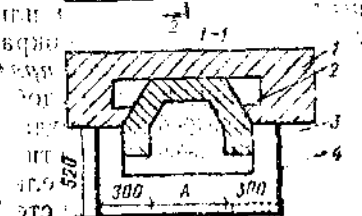
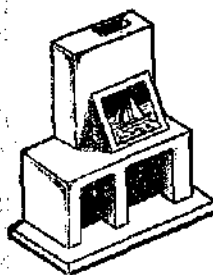
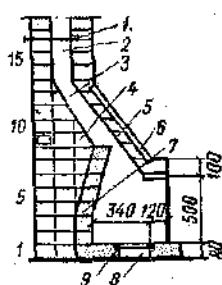
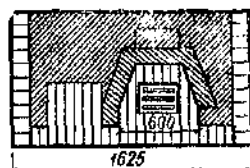
1 — кладка из глиняного кирпича; 2 — тепловая камера; 3 — огнеупорный кирпич; 4 — декоративная кладка



индивидуальности камина, а также возможность его установки в любом месте комнаты. Камин может быть выполнен в виде портала, выходящего над камином, или в виде портала, выходящего над камином. Камин может быть выполнен в виде портала, выходящего над камином, или в виде портала, выходящего над камином.

Рис. 109. Камин с наклонным дымоходом

1 — шибер; 2, 3 — прямой и наклонный дымоходы; 4, 5 — задняя и передняя стенки; 6 — декоративная планка (чеканка); 7 — огнеупорный кирпич; 8 — зольник; 9 — колосниковая решетка



3.5.1. Камин и каминопечи

На рис. 108—115 показаны различные конструкции каминов, успешно эксплуатирующиеся индивидуальными застройщиками.

Камин с прямым дымоходом (рис. 108) конструктивно прост и универсален, поэтому рекомендуется тем, кто решится соорудить его самостоятельно. Его можно установить в любом садовом домике или коттедже. Топка камина выполняется без колосниковой решетки. Наружная поверхность не штукатурится, поэтому кладка ведется с расшивкой швов. Топливник лучше выложить огнеупорным кирпичом, если его

— отборным красным. Украшает камин полированная доска толщиной 40—60 мм из дуба, ясеня или бука, тонированная анилиновым красителем.

Размеры каминов с прямым дымоходом, см, приведены в табл. 8.

Камины с наклонным дымоходом (рис. 109) предназначены для размещения в реконструируемых зданиях. Наклонный дымоход удобен для присоединения к существующим дымоходам в капитальных стенах. Подходящая в конструкцию ниша для хранения дров придает ему декоративный вид. Фасад украшают медным листом (чеканкой) или отделывают высококачественной штукатуркой и окрашивают в спокойные тона.

Английский камин с прямым дымоходом (рис. 110) конструктивно прост и удобен в эксплуатации. Для повышения его тепловой отдачи в корпусе можно устраивать специальные полости (камеры), в которых комнатный воздух дополнительно подогревается от соприкосновения с нагретыми стенками.

Если в доме есть опорная колонна, которую не удалось замаскировать, ее можно использовать для устройства камина, дымоход которого выполнен из металла и наложен на колонну. Такой камин выглядит весьма эффектно (рис. 111, б).

В просторной гостиной можно соорудить подвесной, открытый со всех сторон камин (см. рис. 111, а); эта конструкция распространена в Прибалтике. Массивное основание выкладывают из кирпича, валунов или из цельного камня. Форма может быть различной — круглой, многогранной, асимметричной. Подовая часть не нужна, над основанием подвешивается металлический дымоход.

Еще одна конструкция камина для садового домика показана на рис. 112. Этот камин целесообразно применять в качестве приставки к отопительному щитку. Печь рассчитана на обогрев помещения площадью 16—20 м². Ее теплопроизводительность составляет 900—1100 Вт при одноразовой топке в сутки. Поскольку общая масса конструкции составляет более 1000 кг, то печь с камином выкладывают на собственном фундаменте. Каждый ряд кладки следует предварительно подбирать (развертывать) насухо (без раствора) с подгонкой кирпича и только потом укладывать на раствор. При кладке красный кирпич предварительно вы-

Рис. 110. Английский камин
1 — шибер; 2 — отверстие для про-
чистки; 3 — огнеупорный кирпич;
4 — глиняный кирпич; 5 — декора-
тивная кладка

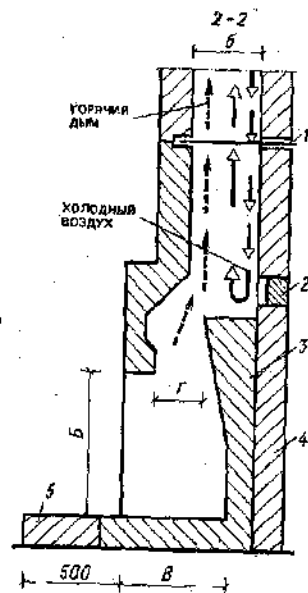
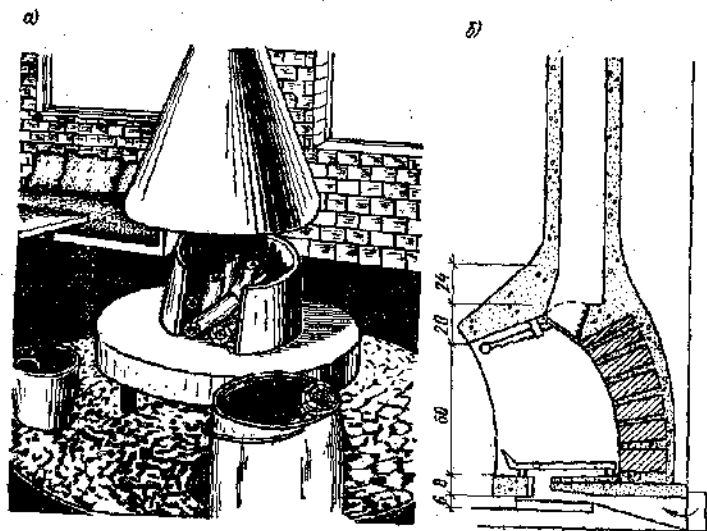


Рис. 111. Камин открытый
(а) и полуоткрытый (б)



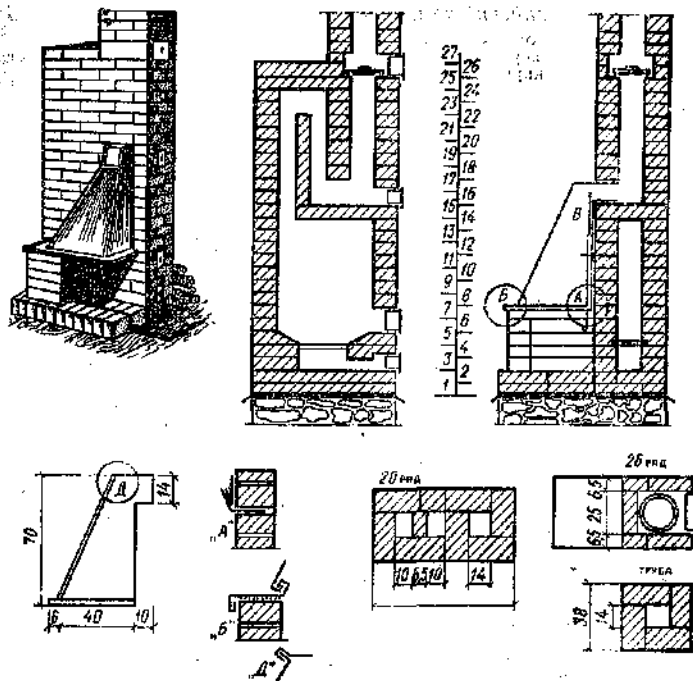


Рис. 112. Печь с камином для садового домика

мачивают в воде, чтобы он не впитывал воду из глиняного раствора. Огнеупорный кирпич не вымачивают, а только ополаскивают водой от пыли. Дымосборник каминя выполняют из красной меди или латуни. Можно его изготовить и из других материалов. Собирается он на каркасе из стальных уголков или без каркаса, если листовой металл имеет достаточную толщину. Верхняя часть дымосборника слегка изогнута для удобства подсоединения к отопительному щитку. Для герметизации стыка с дымоходом применяют асбестовый шнур, глину или смесь асбестовых крошек с водоземulsionной краской ЭВА-27-А. Основание под камин выкладывают из кирпича, уложенного на ребро. Лицевую стенку каминя и основание в декоративных целях можно выложить из светло-желтого кирпича с расшивкой швов.

Однооборотная отопительная печь с топливником для сжигания дров и каменных углей работает в пе-

риоды, когда камин не восполняет теплопотери здания. Дымовые газы из топливника печи выходят через хайло в подземный канал, огибают перевал, настилаясь по перекрытию, опускаются и через подвертку направляются в газоход, соединенный с дымовой трубой. После топки печь закрывают задвижкой.

По окончании работ кладка просушивается при кратковременных топках (небольшими порциями дров). При топке печи открывается одна печная заслонка, при топке каминя — обе заслонки.

Расход материалов на камин

Кирпич, шт.:	
керамический	200
огнеупорный	25
Колосниковая решетка 250×252 мм, шт.	1
Дверца, шт.:	
поддувальная 230×140 мм	1
прочистная 130×140 мм	1
Дымовая задвижка 130×240 мм, шт.	2
Глина обыкновенная, м³	0,05
Песок, м³	0,1
Листовой металл для дымосборника, м²	1
Уголок (20×20×2 мм), м	4

На рис. 113 показан камин, который целесообразно использовать в комбинации с отопительным щитком. Этот камин выполнен целиком из камней и по конструкции значительно массивнее. Дымоход каминя до уровня разделки выполнен отдельно от дымохода печи, их объединяют выше разделки. Камин имеет отдельную задвижку, и его можно топить независимо от печи или вместе с ней. Топка выполнена с глухим подом. Фасад отделывают светло-желтым кирпичом, природным камнем, лакированным деревом, листовой медью или латунью. Кирпичи кладут с расшивкой швов цветным раствором.

Расход материалов (на камин и печь)

Кирпич, шт.:	
керамический	1100
огнеупорный	210
Глина обыкновенная, м³	0,15
Песок, м³	0,3
Дверца, шт.:	
топочная 205×250 мм	1
поддувальная 250×140 мм	1
прочистная 130×140 мм	2
Колосниковая решетка 140×120 мм, шт.	1
Подтопочный лист 500×1000 мм, м²	0,9

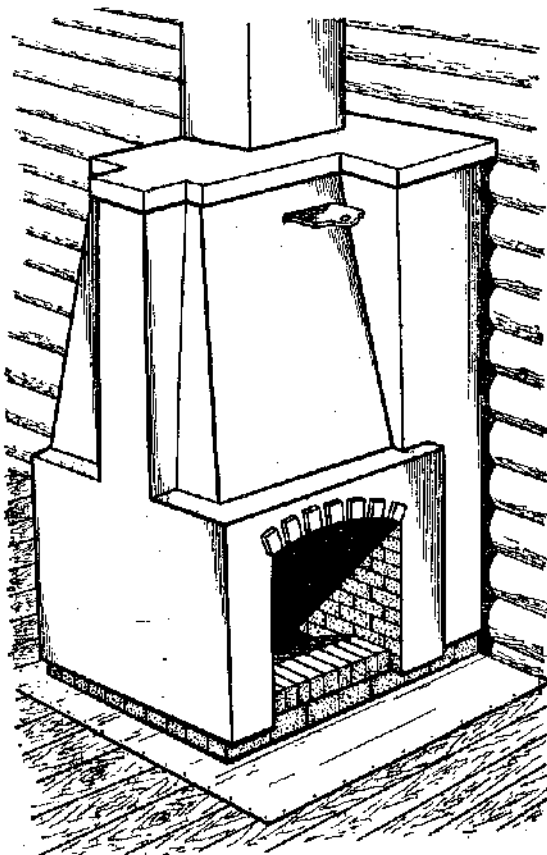


Рис. 113. Камин для коттеджа

На рис. 114 показан камин «английского» типа с прямым дымоходом. Его конструкция наиболее простая, с минимальными требованиями к декоративному оформлению. Особенностью камина является то, что задняя стенка на уровне дымоборника образует пережим (гусек). Топливник 3 с выступом перекрыт декоративным настилом. В устье дымового канала имеется чистка 6, на 25-м ряду канала заделана задвижка 5. Боковины и задняя стенка 7 топливника, а также под 2 футерованы огнеупорным кирпичом. Передняя стенка (портал) камина опирается на металлические уголки 4, которые придают прочность всей конструкции. Наклонная часть дымохода (увод) выполняется

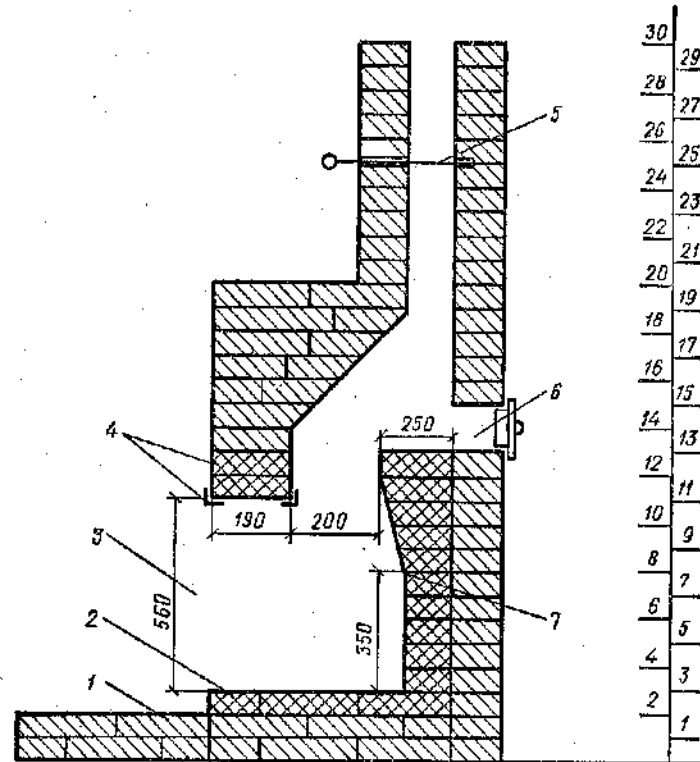


Рис. 114. Схема английского камина с прямым дымоходом

1 — противопожарная площадка; 2 — под топки; 3 — топливник; 4 — металлические уголки; 5 — задвижка; 6 — отверстие для чистки; 7 — задняя стенка топливника

либо сколом кирпичей, либо напуском вышележащих рядов. Перед камином выкладывают противопожарную площадку 1.

Расход материалов

Кирпич, шт.:		
керамический	300	
огнеупорный	120	
Обыкновенная глина, м ³	0,1	
Огнеупорная глина, кг	150	
Песок, м ³	0,1	
Цемент, кг	8	
Дымовая задвижка, шт.	1	

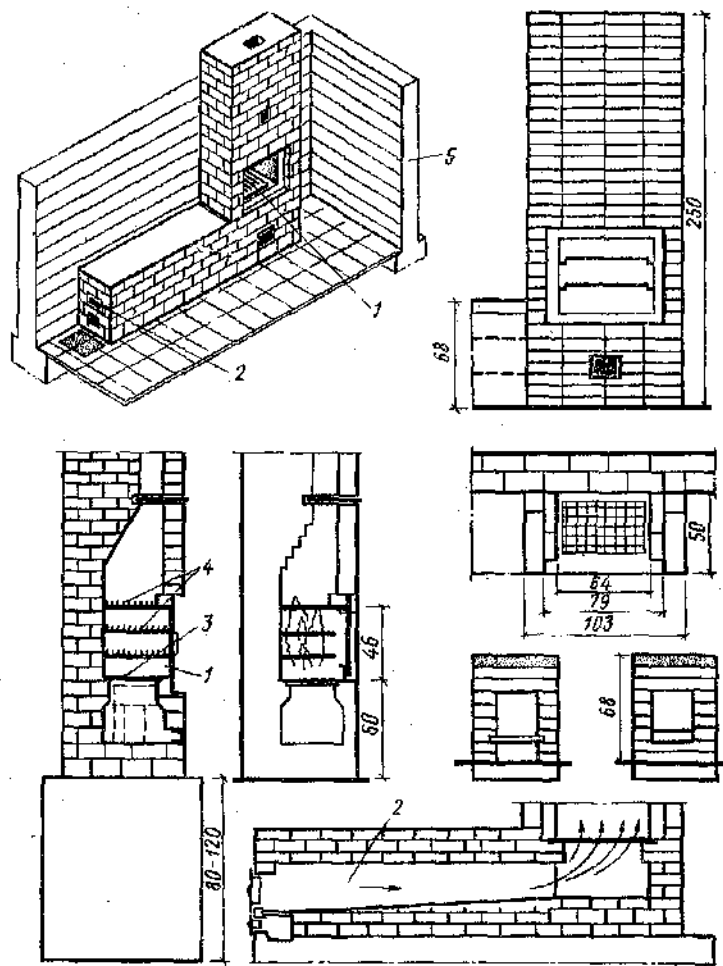


Рис. 115. Двухцелевой садовый камин с укрытием

1 — топочное отверстие; 2 — вспомогательный топливник; 3 — колосниковая решетка; 4 — подвески; 5 — укрытие

Интерес представляют конструкции каминов (рис. 115), размещаемых в саду на открытом воздухе. Камин в этом случае используется для приготовления пищи (жарение мяса, копчение колбасы и рыбы) и как обогревательное устройство. Для размещения продуктов в топке камина смонтированы металлические рей-

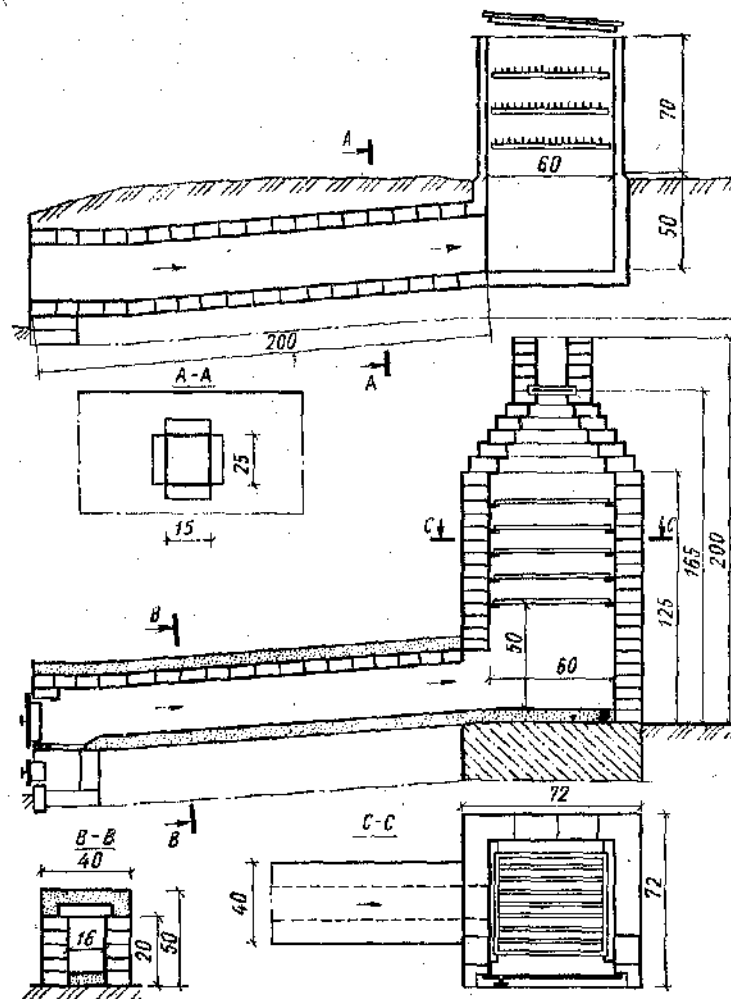


Рис. 116. Двухцелевой садовый камин упрощенной конструкции

ки 4. Во время приготовления пищи топочное отверстие камина 1 закрывается, и топливо сжигается во вспомогательном топливнике 2. В этом режиме осуществляются варка, жарение и копчение.

При использовании камина только для обогрева вспомогательная топка не используется; открывается

топочное отверстие камина и топливо сжигается на колосниковой решетке 3 камина. Для уменьшения тепловых потерь конструкция может быть огорожена укрытием 5.

Более простое устройство такого типа показано на рис. 116. Здесь дымоход образуется простым напуском кирпичей.

При выкладке каминов придерживаются общих правил выполнения печных работ. Однако работы по сооружению каминов имеют и некоторые особенности. Раствор для огнеупорной кладки топливника должен быть тощим, мягким и пластичным. Его готовят из кварцевого мелкозернистого песка с размером зерен не более 1 мм. Состав раствора: 1 ч. глины на 1 ч. песка (для жирной глины 2 ч. песка). Глинопесчаный раствор нужно приготовить заранее — не менее чем за 1—2 сут до использования. Огнеупорный кирпич кладут на растворе огнеупорной глины без примеси песка, вместо песка в раствор добавляют шамотный порошок в пропорции 1 : 1. Толщина швов должна быть минимальной, не более 3 мм.

Выкладывая камин, следует выполнить чертежи каждого ряда (порядовки) с расположением кирпичей. Они помогут на случай переборки или ремонта конструкции.

Камин очень выиграет, если к нему подобрать каминную атрибутику так, чтобы все вместе воспринималось единым ансамблем. Щипцы, совок, мехи, кочергу и прочие предметы можно разложить рядом с камином или повесить на специальной раме. Для застройщиков заманчива идея объединить камин с печью, так как печь эффективна для постоянного отопления здания в целом, а камин является средством быстрого локального обогрева небольшого пространства для отдыха, а также украшения интерьера помещения.

Каминопечь — единая конструкция, имеющая общее основание (фундамент) и дымовую трубу. По существу это печь, к которой пристроен камин. Благодаря совмещению конструкции достигается уменьшение размеров сооружения и расход материалов. На рис. 117 показана каминопечь (в коттедже или приусадебном домике), представляющая собой отопительный щиток, к которому пристроен камин. Размещать

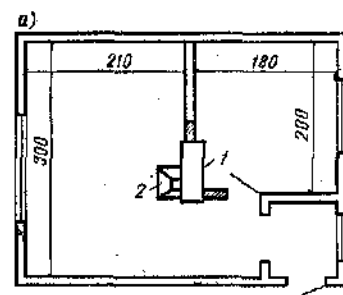
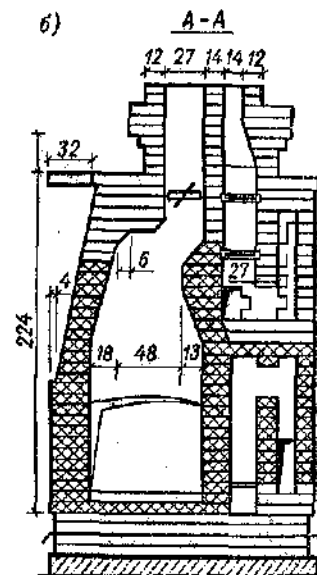


Рис. 117. Отопительная печь (а) с металлическим камином (б)



каминопечь лучше всего в центральной части коттеджа, вписав его в межкомнатную перегородку. Фасад камина может выходить, например, в гостиную, а топка печи — в кухню или на террасу.

Печь устанавливают на фундаменте, подземная часть которого выкладывается из бута, а надземная из кирпича. На фундамент под основание печи выстилают гидроизоляцию из двух слоев пергамина на битуме. На фундамент укладывают выстилку, служащую основанием конструкции.

Каминопечь имеет два топливника — печной и каминный, первый из которых расположен с боковой стороны печи и выполнен в виде закрытого топочного пространства. Топливник камина полуоткрытого типа образован двумя выложенными под прямым углом кирпичными стенками и дымосборником пирамидальной формы. Последний выполняется из металлического листа, окрашенного термостойкой эмалью и армированного каркасом из уголков.

Топки печи и камина присоединены к отдельным дымоходам, последние — к общей дымовой трубе. Печь топят дровами или углем в период, когда камин

уже не обеспечивает необходимого обогрева помещений. Дымовые газы проходят по дымооборотам и удаляются в дымовую трубу. После топки печь закрывают выюшкой.

Выстилка камина выполняется из кирпича, уложенного на ребро или двух рядов кладки плашмя. Желательно использовать огнеупорный или тугоплавкий кирпич, который обладает не только огнестойкостью, но и декоративностью.

Фасад камина выкладывают также из кирпича хорошего качества с расшивкой швов; его можно также оштукатурить и окрасить в мягкие пастельные тона. Можно отделать камин светло-желтым кирпичом, лакированным деревом или листовой медью.

Места примыкания дымоборника к кирпичной кладке (узлы 1, 2) тщательно уплотняют асбестовым шнуром, глиной или асбестом, растворенным в водомульсионной краске.

Теплопроизводительность печи составляет 2750 Вт при одноразовой топке и 4000 Вт при двухразовой.

Расход материалов на каминопечь

Кирпич, шт.:	
керамический	200
огнеупорный	25
Колосниковая решетка 250×252 мм, шт.	1
Дверца, шт.:	
поддувальная 130×140 мм	1
прочистная 130×140 мм	1
Дымовая задвижка 130×240 мм, шт.	2
Глина обыкновенная, м ³	0,05
Песок, м ³	0,1
Листовой металл, м ²	1
Уголок 20×20×2 мм, м	4

На рис. 118 показана каминопечь, состоящая из трех блоков: камина (см. прил. 10), отопительной печи ОПТ-3 (см. прил. 3) и двух изолированных дымовых каналов. В первый дымовой канал сечением 26×26 см поступают продукты сгорания от камина, во второй канал — отходящие газы от отопительной печи. Располагают каминопечь в доме так, чтобы топливник камина выходил в общую комнату, а топка печи — в кухню. Дымоходы печи и камина выполнены отдельно. Камин и печь имеют запорные шиберы. Печь снабжена колосниковой решеткой для сжигания угля и торфяных брикетов. Топливник камина выполняют

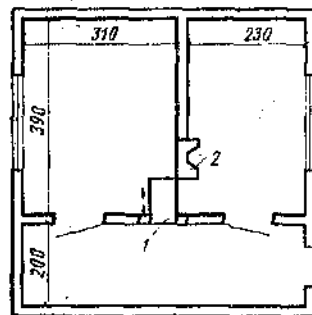


Рис. 118. Отопительная печь (1) с кирпичным камином (2)

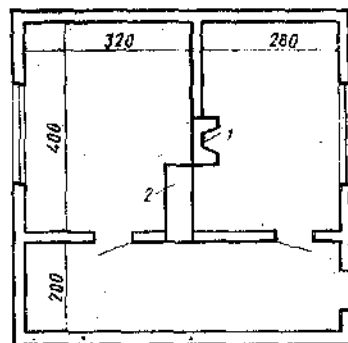


Рис. 119. Камин (1) с отопительно-варочной плитой (2)

с глухим подом. Кирпич выкладывают с расшивкой швов цветным цементом, фасад отделывают светло-желтым кирпичом, лакированным деревом, листовой медью.

Расход материалов на каминопечь

Кирпич, шт.:	
керамический	1100
огнеупорный	210
Глина обыкновенная, м ³	0,15
Песок, м ³	0,3
Дверца, шт.:	
топочная 205×250 мм	1
поддувальная 250×140 мм	1
Прочистная 130×140 мм	2
Колосниковая решетка 140×120 мм, шт.	1
Подтопочный лист 500×1000 мм, м ²	0,9

Наиболее рациональным с точки зрения удобств является сочетание камина с отопительно-варочной печью (рис. 119). Каминопечь (порядовка каминопечи приведена в прил. 8) предназначена для установки в перегородке между гостиной и кухней так, что топка печи производится из кухни, а камина — из гостиной.

Каминопечь также состоит из трех блоков: камина (см. прил. 8), трехоборотной отопительно-варочной печи (см. прил. 3) и блока из двух изолированных дымовых каналов. В первый дымовой канал сечением 26×26 см поступают продукты сгорания от камина, во второй канал — отходящие газы от отопительно-варочной печи «Шведка». Отопительно-варочная печь

сверху имеет чугунную плиту для приготовления пищи и встроенный в газоход духовой шкаф 2. В отопительный период возможна как совместная, так и раздельная топка печи и камина. Продукты сгорания из топливника печи сначала снизу омывают чугунную плиту 1, затем обогревают духовой шкаф и через подвертку 3 направляются в подъемный газоход 4 отопительного щитка. После щитка охлажденные газы направляются в дымовую трубу.

Дымовые газы из отопительно-варочной печи и камина отводятся по обособленным дымоходам, конструктивно объединенным в одну коренную трубу, расположенную в центральной части конструкции. Отвод газов в отводящие дымоходы осуществляется через наклонные уводы, выкладываемые путем напуска рядов кладки.

В прил. 9 и 10 приведены схемы и порядовки каминов с прямыми газоходами и сжиганием топлива соответственно на колосниковой решетке и глухом подду.

Камины и каминопечи нашли широкое распространение во многих странах. Развитие отопительной техники позволило создать обширный класс печей. Печное отопление до настоящего времени сохранило свое значение особенно для районов с малой плотностью заселения, так как по сравнению с центральным оно позволяет независимо отапливать отдельные помещения. Даже при наличии центрального отопления его можно применять как дополнение. Гигиенические свойства печного отопления также достаточно высоки, уступая лишь центральному отоплению.

Примеры расчета отопления дачных домов каминопечами.

Пример 1. Дачный домик имеет гостиную, кухню и террасу. Стены брусчатые деревянные толщиной 260 мм, полы на лагах, перекрытие чердачное деревянное, окна двойные. Место застройки — Подмосковье, расчетная температура $T_n = -25^\circ\text{C}$.

Расчет основных и дополнительных тепловпотерь наружными ограждениями приведен в табл. 9. Тепловыделения от людей принимаем равными 300 Вт; суммарные тепловпотери составят $1428 + 890 - 300 = 2018$ Вт (1730 ккал/ч).

К установке принимаем печь с пристроенным ками-

Таблица 9. Расчет тепловпотерь наружными ограждениями

Конструкция	Размер, мм	Площадь, м²	K, Вт/(м²·°C)	Основные теплопотери, Вт	Дополнительные теплопотери, %				Расчетные теплопотери, Вт
					на стены света	на ветер	прочие	всего, Вт	
Большая комната									
Стена наружная	3000×2500	7,5	0,76	244	5	5	5	55	281
То же	2100×2500	10,5	0,76	316	10	5	5	64	380
Окно	1800×1900	2,68	0,76	280	10	5	5	56	335
Потолок	3000×2100	6,3	0,6	162	—	—	—	—	162
Пол	3000×2150	6,3	0,8	270	—	—	—	—	270
Итого									1428
Малая комната									
Стена наружная	2000×2500	5	0,76	162	5	5	5	24	186
То же	1800×2500	4,5	0,76	130	10	5	5	31	158
Окно	1800×1900	3,4	0,92	280	5	5	5	42	324
Потолок	1800×2000	4,2	0,6	96	—	—	—	—	96
Пол	1800×2000	4,2	0,8	128	—	—	—	—	118
Итого									890

ном (прил. 8). Размер печи в плане 750×375 мм, две боковые поверхности 1950×750 мм и две торцевые поверхности 1950×375 мм. С учетом того, что часть передней стены печи закрыта камином и не участвует в теплоотдаче, общая теплоотдающая поверхность печи составит $2(1,95 \cdot 0,75) + 2(1,95 \cdot 0,375) + 0,375 \cdot 0,375 = 0,7 \cdot 0,75 = 4 \text{ м}^2$.

При средней теплоотдаче 1 м² поверхности печи 520 Вт общая теплоотдача печи составит $520 \cdot 4 = 2080$ Вт (1790 ккал/ч).

Далее проводим тепловой расчет камина. Принимаем, что камин будет заменять печь в качестве отопительного устройства при $t_n = +3^\circ\text{C}$.

Расчетные тепловпотери через наружные ограждения

$$Q_n = 2018(18 - 3/18 - (-25)) = 690 \text{ Вт (592 ккал/ч)}.$$

Дополнительно учитываем затраты тепла на нагрев инфильтрующегося воздуха. Принимаем ориентировочно, что дополнительные затраты тепла на инфильтрацию составляют 35 % потерь через наружные ограждения. Общие расчетные теплопотери

$$Q_{\text{н}} = 690 \cdot 1,35 = 935 \text{ Вт (805 ккал/ч)},$$

а тепловыделение топлива в камине

$$Q_{\text{т}} = Q_{\text{н}}/\eta_{\text{н}} = 935/0,2 = 4578 \text{ Вт (4050 ккал/ч)}.$$

Объем продуктов сгорания в зоне горения

$$V_{\text{т}} = Q_{\text{т}} \cdot 10^{-3} (0,26 + 1,11d_{\text{пер}}) = 4,05 (0,26 + 1,11 \cdot 2,7) = 13 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Температура газов на выходе из топки

$$T_{\text{г}} = (0,340/0,331) - 850 - 805/(13 \cdot 0,337) = 669^\circ\text{C}.$$

Принимаем коэффициент вторичного воздуха $\alpha_{\text{вт}} = 30$ и определяем количество подсосанного вторичного воздуха

$$V_{\text{вт}} = 4,05 \cdot 1,09 \cdot 30 = 131,5 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Температуру продуктов сгорания перед дымоходом определяем из уравнения смешения

$$13,0 \cdot 0,331 \cdot 669 + 131,5 \cdot 0,314 \cdot 20 = (13,0 + 131,5) 0,32T_{\text{д}},$$

откуда $T_{\text{д}} = 81^\circ\text{C}$.

Средняя температура газов в дымовой трубе

$$T_{\text{ср}} = 81 - 7 = 74^\circ\text{C}.$$

Объем газов при средней температуре

$$V_{\text{ср}} = (13 + 131,5) \frac{74 + 273}{273} = 186 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,051 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Принимаем газоход сечением 13×13 см.

Скорость газов при средних условиях

$$\omega_{\text{ср}} = V_{\text{ср}}/F = 0,051/(0,13 \cdot 0,13) = 3,02 \text{ м/с}.$$

Плотность газов и наружного воздуха

$$\rho_{\text{ср}} = 1,3 \frac{273}{273 + 74} = 1,02 \text{ кг/м}^3;$$

$$\rho_{\text{в}} = 1,293 \frac{273}{273 + 0} = 1,293 \text{ кг/м}^3.$$

Эквивалентный диаметр газохода

$$d_{\text{эк}} = 0,13 \text{ м при } \omega = 3,02 \text{ м/с};$$

$$R_0 = 1,1 \text{ Па/м},$$

$$R = R_0 K_{\text{ш}} K_{\text{о}} = 1,1 \cdot 1,72 (1,02/1,2) = 1,61 \text{ Па/м}.$$

Составляем уравнение баланса напоров

$$1,5 \frac{1,02 \cdot 3,02^2}{2} + 1,61H = H(1,293 - 1,02) 9,81.$$

Решая уравнение относительно высоты трубы H , получаем $H = 6,4$ м.

Пример 2. В дачном домике отапливаются большая и малая комнаты и не отапливается летняя терраса. Наружные ограждения брусчатые деревянные толщиной 200 мм. Место застройки — г. Брест, расчетная температура наружного воздуха $T_{\text{н}} = -20^\circ\text{C}$.

Расчет теплопотерь наружными ограждениями дома сведен в табл. 10.

Таблица 10. Расчет теплопотерь наружными ограждениями

Конструкция	Размер, мм	Площадь, м²	K, Вт/(м²·°C)	Основные тепло- потери, Вт	Дополнительные теплопотери, %				Расчетные тепло- потери, Вт
					на стены и окна	на ветер	прочие	всего, Вт	
Большая комната									
Стена наружная	3900×2500	9,75	0,76	280	5	5	5	42	322
То же	3100×2500	7,75	0,76	223	10	5	5	45	288
Окно	1800×1900	3,4	2,68	245	10	5	5	48	293
			0,76						
Потолок	3900×3100	12,1	0,6	275	—	—	—	—	275
Пол	3900×3100	12,1	1,0	460	—	—	—	—	460
Итого									1618
Малая комната									
Стена наружная	3900×2500	9,75	0,76	280	5	5	5	42	322
То же	2300×2500	5,75	0,76	166	10	5	5	34	200
Окно	1800×1900	3,4	1,92	846	5	5	5	37	283
Потолок	3900×2300	9,0	0,6	167	—	—	—	—	167
Пол	3900×2300	9,0	1,0	340	—	—	—	—	340
Итого									1312

Общие теплопотери комнат составляют: $1618 + 1312 = 2930$ Вт (2520 ккал/ч).

Для возмещения теплопотерь устанавливаем отопительно-варочную печь ПОВ-3700 (системы Л. А. Коробанова и Н. И. Самарина), имеющую при двухразовой топке теплопроизводительность 3700 Вт (3190 ккал/ч). Размер печи в плане 1000×900 мм, высота 2310 мм. По теплопроизводительности печь должна обеспечить нормативный тепловой режим помещений.

Далее проводим тепловой расчет камина. Камин должен заменить печь в качестве отопительного устройства при $T_n = +5^\circ\text{C}$. Расчетные теплопотери при этой нагрузке

$$Q_k^0 = 2930 \frac{18 - 5}{18 - (-20)} = 1000 \text{ Вт (860 ккал/ч)}.$$

С учетом затрат на инфильтрацию расчетные теплопотери, возмещаемые камином

$$Q_k = 1000 \cdot 1,35 = 1350 \text{ Вт (1160 ккал/ч)},$$

а тепловыделение топлива в камине

$$Q_T = Q_k / \eta_k = 1350 / 0,2 = 6750 \text{ Вт (5800 ккал/ч)}.$$

Объем продуктов сгорания в зоне горения

$$V_T = 5,8(0,26 + 1,11 \cdot 2,6) = 18,2 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Температура газов на выходе из топки

$$T_d = (0,340 / 0,331) 850 - 1160 / (18,2 \cdot 0,337) = 684^\circ\text{C}.$$

Принимаем коэффициент вторичного воздуха $\alpha_{вт} = 35$ и определяем количество подсосанного вторичного воздуха

$$V_{вт} = 5,8 \cdot 1,08 \cdot 35 = 219 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Температуру продуктов сгорания перед дымоходом определяем из уравнения

$$18,2 \cdot 0,332 \cdot 684 + 219 \cdot 0,314 \cdot 20 = (18,6 + 219) 0,32 T_d',$$

откуда

$$T_d' = (4150 + 1340) / 72,9 = 75,5^\circ\text{C}.$$

Средняя температура газов в дымовой трубе

$$T_{cp} = 75,5 - 7 = 68,5^\circ\text{C}.$$

Объем газов при средней температуре

$$V_{cp} = (18,6 + 219) \frac{68,5 + 273}{273} = 297 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,0825 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Принимаем к установке газоход сечением 25×13 см. Средняя скорость газов

$$\omega_{cp} = 0,0825 / (0,25 \cdot 0,13) = 2,56 \text{ м/с}.$$

Плотность газов и наружного воздуха

$$\rho_{cp} = 1,3 \cdot 273 / 273 + 70 = 1,03 \text{ кг/м}^3;$$

$$\rho_n = 1,293 \cdot 273 / 273 + 5 = 1,27 \text{ кг/м}^3.$$

Определяем эквивалентный диаметр газохода

$$d_{эк} = 3 \cdot 0,25 \cdot 0,13 / (2 \cdot 0,25 + 2 \cdot 0,13) = 0,17 \text{ м}.$$

При $\omega = 2,56$ м/с $R_0 = 0,60$ Па/м

$$R = R_0 K_{ш} K_p = 0,6 \cdot 1,72 \cdot 0,85 = 0,87 \text{ Па/м}.$$

Определяем необходимую высоту трубы из уравнения баланса напоров

$$1,5 \frac{1,03 - 2,56^2}{2} + 0,81 H = H(1,27 - 1,03) 9,81,$$

откуда $H = 3,3$ м. При обычной высоте трубы ($H = 6-7$ м) будет, таким образом, некоторый избыточный напор, который нужно «гасить» заслонкой, установленной у «дымового зуба» в устье трубы.

По номограмме (рис. 120) при теплопроизводительности камина $Q_k = 1160$ ккал/ч: ширина отверстия $A = 68$ см, высота $B = 52$ см, глубина топки $C = 40$ см.

Пример 3. Стены домика сложены из двух слоев древесины толщиной по 20 мм с засыпкой керамзитовым гравием, толщина слоя 150 мм. Место застройки — г. Паневежис (Литва). В доме две комнаты длиной по 4 м, ширина одной комнаты 3,2 м, второй — 2,8 м. Для постоянного отопления в большой комнате установлена отопительная печь (см. прил. 3), для периодического отопления вблизи печи находится камин (прил. 8). Расчетная температура наружного воздуха $t_n = -19^\circ\text{C}$.

Расчет основных и дополнительных теплопотерь наружными ограждениями приведен в табл. 11.

Суммарные теплопотери дома составляют 3074 Вт (2640 ккал/ч). Для отопления выбираем печь ПТО-3100 теплопроизводительностью 3100 Вт. Ее размер в плане 1150×510 мм, высота 2310 мм.

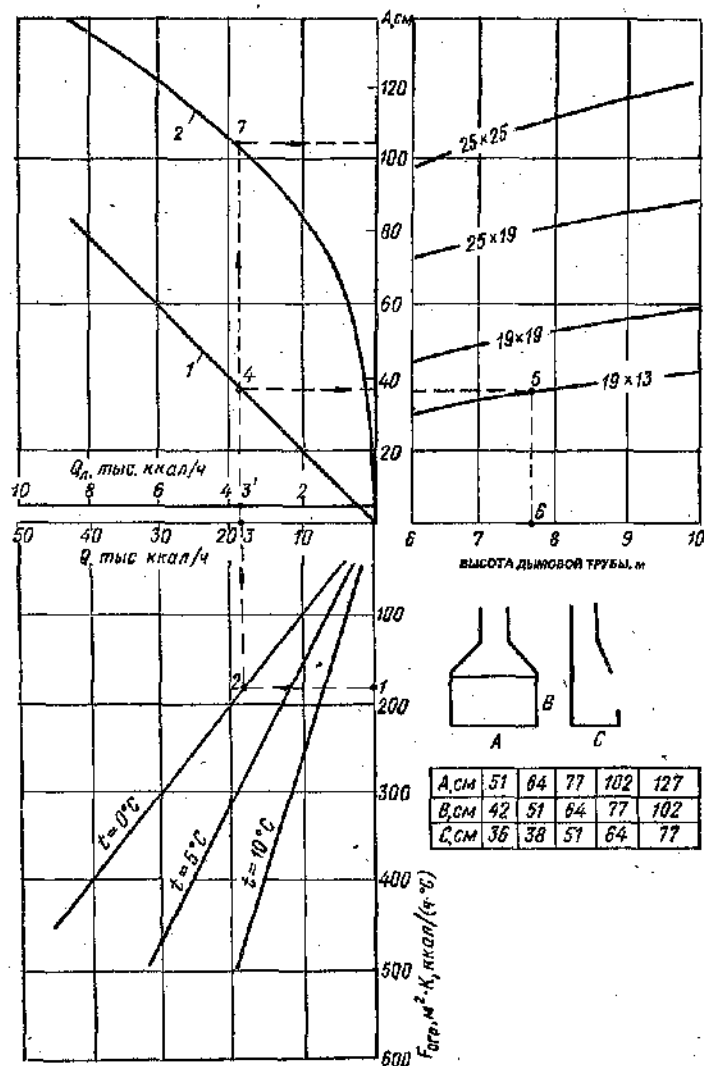


Рис. 120. Номограмма расчета камин

Таблица 11. Расчет теплопотерь дачного дома

Конструкция	Размер, мм	Площадь, м²	К, Вт (м².°С)	Основные тепло- потери, Вт	Дополнительные теплопотери, %				Расчетные тепло- потери, Вт
					на стены и окна	на ветер	прочие	всего, Вт	
Большая комната									
Стена наружная	4000×2500	10,0	0,85	315	5	5	5	47	362
То же	3200×2500	8,0	0,85	251	10	5	5	50	301
Окно	1800×1900	3,4	1,92	240	5	5	5	36	276
Потолок	4000×3200	12,8	0,6	284	—	—	—	—	284
Пол	4000×3200	12,8	0,8	280	—	—	—	—	380
Итого									1603

Малая комната									
Стена наружная	4000×2500	10,0	0,85	315	5	5	5	47	362
То же	3800×2500	7,0	0,85	22,0	10	5	5	44	264
Окно	1800×1900	3,4	1,92	240	5	5	5	36	276
Потолок	4000×2800	11,2	0,6	248	—	—	—	—	248
Пол	4000×2800	11,2	0,8	331	—	—	—	—	331
Итого									1471

Расчет камин. Камин должен заменить печь в качестве отопительного устройства при $T_n = +5^\circ\text{C}$. Расчетные теплопотери при этой нагрузке

$$Q_n = 3075 \frac{18 - 5}{18 - (-19)} = 1085 \text{ Вт (935 ккал/ч)}.$$

С учетом затрат на инфильтрацию

$$Q_n = 1,35 \cdot 1085 = 1465 \text{ Вт (1260 ккал/ч)}.$$

Тепловыделение топлива в камине

$$Q_T = 1465 / 0,2 = 7325 \text{ Вт (6300 ккал/ч)}.$$

Объем продуктов сгорания в зоне горения

$$V_T = 6,3 (0,6 + 1,1 \cdot 2,7) = 19 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Температура газов на выходе из топки

$$T_T = 0,340 / 0,33 \cdot 850 - 1260 (19 \cdot 0,337) = 871 - 196 = 675^\circ\text{C}.$$

Принимаем коэффициент избытка вторичного воздуха $\alpha_{вт} = 35$ и определяем количество подсосанного вторичного воздуха

$$V_{вт} = 6,3 \cdot 1,08 \cdot 35 = 238 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Температура продуктов сгорания перед дымоходом

$$19 \cdot 0,332 \cdot 675 + 238 \cdot 0,314 \cdot 20 = 257 \cdot 0,32 T_d$$

откуда $T_d = 70^\circ\text{C}$.

Средняя температура газов в трубе

$$T_{cp} = 70 - 6 = 64^\circ\text{C}.$$

Объем газов при средней температуре

$$V_{cp} = 257 (64 + 273) / 273 = 317 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,088 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Сечение газохода 25×13 см, средняя скорость га-
зов

$$W_{cp} = 0,88 / (0,25 \cdot 0,13) = 1,7 \text{ м/с}.$$

$$\rho_{cp} = 1,3 \frac{273}{273 + 64} = 1,05 \text{ кг/м}^3;$$

$$\rho_v = 1,293 \frac{273}{273 + 5} = 1,27 \text{ кг/м}^3.$$

при $d_{ж} = 0,17$ м и $W = 2,8$ м/с $R_0 = 0,72$ Па/м

$$R = 0,72 \cdot 1,74 \cdot 0,85 = 1,07 \text{ Па/м}.$$

Уравнение баланса напоров

$$1,5 \frac{1,05 \cdot 2,8^2}{2} + 1,07H = H(1,27 - 1,05) 9,81,$$

откуда необходимая высота трубы $H = 5,65$ м.

По номограмме при теплопроизводительности камина $Q_k = 1260$ ккал/ч: ширина отверстия $A = 70$ см, высота $B = 55$ см, глубина топки $C = 43$ см.

3.5.2. Дымовые трубы и дымоходы

Устройство дымовых труб и дымоходов. Дымовые трубы по устройству и местоположению подразделяются на стенные (устанавливаемые внутри капитальных кирпичных стен), коренные (выкладываемые в виде отдельно стоящего кирпичного стояка) и насадные (устанавливаемые непосредственно на печах). Если в помещении капитальные каменные стены, то устройство внутренних стенных дымовых труб наиболее

удобно и экономично, так как они не требуют дополнительных материалов и выкладываются одновременно со стенами.

Стенные дымоходы выполняются в виде вертикальных стояков, выкладываемых с помощью передвижного шаблона («буйка»), который представляет собой прямоугольный ящик с сечением в плане, равным сечению дымохода. Его ставят на середину стены и вокруг него по всей высоте выполняют кладку из кирпича на растворе. По окончании кладки одного ряда шаблон поднимают, закрепляют на глубине этого ряда, вновь вставляют в канал и продолжают кладку.

Дымоходы следует располагать во внутренних стенах здания. Прокладка их в наружных стенах менее экономична и создает трудности при эксплуатации. Проходя через дымоходы в наружной стене, газы отдают часть теплоты неотапливаемому помещению, а в атмосфере из-за низкой температуры атмосферного воздуха газы чрезмерно охлаждаются, что ухудшает тягу. При этом из газов выделяются смолистые вещества, которые проникают сквозь кладку и осаждаются на внешних конструкциях здания. В случае расположения стояка в наружной стене его стенка утолщается. Минимальная толщина кладки между дымоходом и наружной поверхностью стены принимается в зависимости от расчетной температуры наружного воздуха: при минус 20°C и выше — 38 см (в 1,5 кирпича); от минус 20 до минус 30°C — 51 см (в 2 кирпича); от минус 30°C и ниже — 65 см (в 2,5 кирпича). Утолщенные стены выполняют в виде пилястр.

Каждая печь должна иметь отдельный дымовой канал. Если подсоединить к одному каналу несколько печей, расположенных на разных этажах, то они будут эксплуатироваться в различных режимах, поскольку чем выше дымовой канал, тем сильнее тяга. При одновременной топке двух таких печей нижняя печь с более сильной тягой будет перебивать верхнюю, препятствуя свободному выходу дыма из нее.

Разрешается использовать общий дымоход для двух печей, установленных на одном этаже, при условии устройства рассечки в виде поперечной стены между дымоходами на высоте не менее 75 см (рис. 121). При этом минимальный размер сечения общего дымового — не менее $1 \times 1/2$ кирпича.

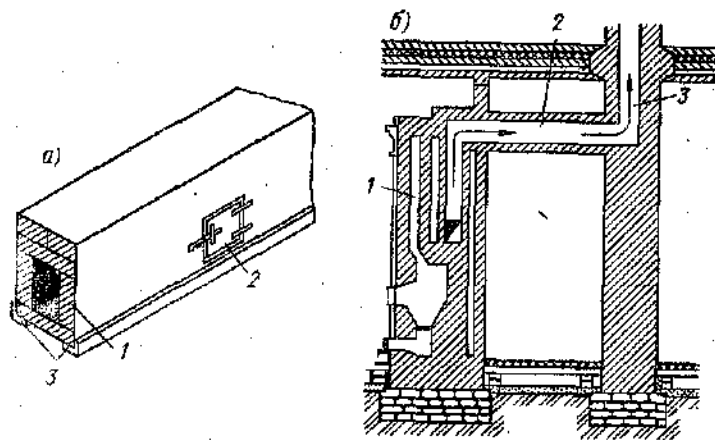


Рис. 121. Дымовые трубы и перекидные рукава

а — шаблон (бук) для выкладки каналов: 1 — стенка; 2 — дверца; 3 — рамка из уголков; б — устройство дымовых каналов в наружных стенах: 1 — дымовой канал от печи А; 2 — дымовой канал от печи Б; 3 — расщелка

Если печь не примыкает непосредственно к стене, то устраивают перекидной рукав, представляющий собой кирпичный канал, уложенный на две полосы из уголков. Толщина стенок нижнего и верхнего перекрытий составляет не менее $\frac{1}{2}$ кирпича, а если рукав заключается в металлический футляр, то она может быть уменьшена до $\frac{1}{4}$ кирпича. Длина рукава — не более 2 м.

В стенах, выложенных из силикатного кирпича, шлакобетона и т. п., участки с дымовыми каналами следует выкладывать из обычного красного кирпича. Облицовка выполняется толщиной в $\frac{1}{2}$ кирпича. Размеры дымовых труб принимают кратными размерам кирпича или полукирпича, при этом колоть кирпич не следует.

Печи на этажах многоэтажных зданий обычно располагают возле внутренних стен одну над другой. Расположение дымовых и вентиляционных каналов в этом случае показано на рис. 122. Как видно, прямым является только дымоход верхнего этажа, на всех остальных приходится устраивать отводы с подъемом под углом 60° к горизонту. Кладка отводов также выполняется с помощью наклонно устанавливаемого

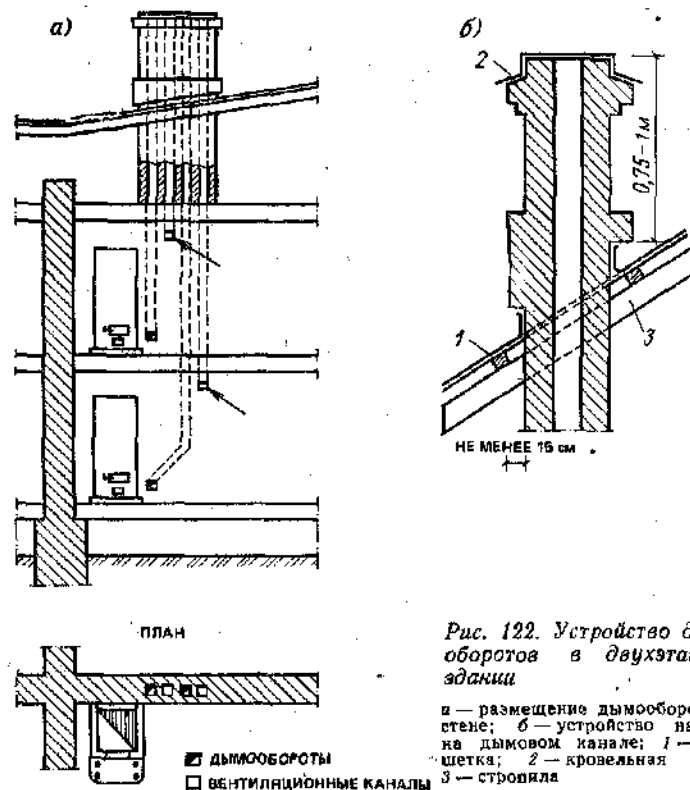


Рис. 122. Устройство дымооборотов в двухэтажном здании

а — размещение дымооборотов в стене; б — устройство напуска на дымовом канале; 1 — обрешетка; 2 — кровельная сталь; 3 — стропила

шаблона. При этом нижнюю сторону канала закрывают целым кирпичом, положенным плашмя.

Для современных панельных зданий изготовляют специальные блоки, имеющие внутри сквозные круглые отверстия, в которых закладывают асбестоцементные трубы. Выше чердачного перекрытия дымоходы выводят групповыми стояками или чердачными трубами.

В пределах чердачного пространства трубы белят известковым раствором (для облегчения обнаружения трещин в дымоходе): поверх кровли трубы выкладывают на известковом или цементном растворе, так как глиняный раствор легко вымывается осадками. В месте вывода ствола дымовой трубы на трубном стояке выкладывают напуск кирпича (см. рис. 121), препятствующий прониканию осадков на чердак через зазор

между трубой и кровлей. Стальной лист кровли подводят под напуск и загибают сверху.

Коренные трубы возводят тогда, когда нет стальных каналов, например в деревянных зданиях. Трубу выкладывают на отдельном основании с перевязкой швов. Толщина ее стенок для отопительных печей непрерывного действия — 1 кирпич. Дымовые стояки объединяют (предпочтительно) в один массив, и труба служит не для одного, а для двух-трех дымоходов.

Насадные трубы устанавливают непосредственно на печи, но не на кирпичную кладку, а на железобетонную плиту, которую укладывают на перекрытие. Это дает возможность ремонтировать печь, разбирая ее стенки по очереди. Плита, опираясь даже на три стенки, является устойчивой опорой для дымовой трубы.

Сборно-блочные трубы используют в малоэтажном строительстве. Они, как и сборные печи, монтируются из отдельных блоков на месте. Сборные трубы можно изготовлять на несколько домов и устанавливать их как отдельные стояки или встраивать в стены здания.

Ветрозащитные устройства. Для снижения воздействия ветра, способного нарушить тягу в дымоходах, служат специальные приспособления, устанавливаемые в оголовках дымовых труб — флюгеры и дефлекторы (рис. 123).

Флюгер представляет собой подвижный прибор, изменяющий свое положение таким образом, что закрывая со стороны ветровой нагрузки выходное отверстие трубы, он в то же время оставляет другую сторону трубы открытой и свободной для выхода газов.

На рис. 123, а показана одна из конструкций флюгера, состоящего из стального полуцилиндра 1, накрытого сверху конической крышкой 2 с полотном 3. Полуцилиндр 1 скреплен со свободно вращающейся осью 4, опирающейся на подпятник 5. Под воздействием ветра полотно поворачивает полуцилиндр выпуклой стороной в сторону ветра, предупреждая задувание его в выходное отверстие; в то же время ветер, скользя вдоль наружных стенок полуцилиндра, подсаживает газы из трубы.

Существует много других конструкций флюгеров, однако всем им присущ главный недостаток, заключающийся в том, что все их вращающиеся части быстро

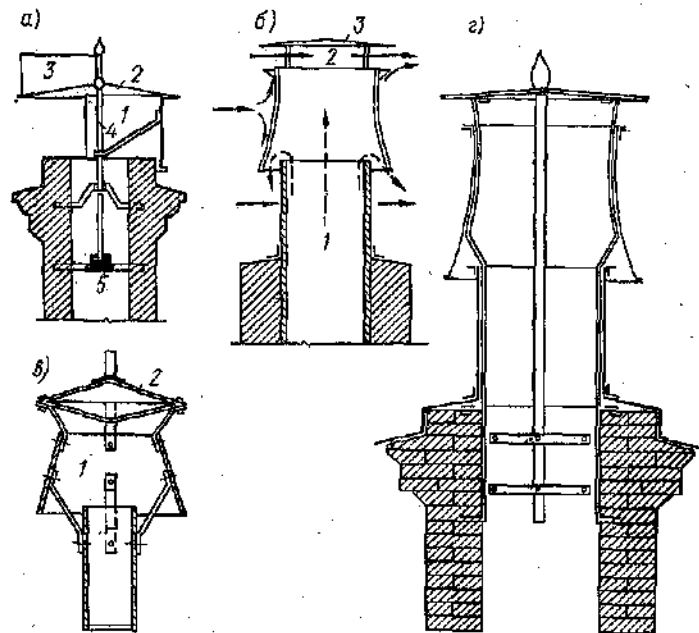


Рис. 123. Ветрозащитные устройства на оголовке трубы

а — флюгер: 1 — полуцилиндр; 2 — коническая крышка; 3 — полотно; 4 — ось; 5 — подпятник; б — дефлектор конструкции Вольперта: 1 — нижний стакан; 2 — верхний стакан; 3 — крышка; в — дефлектор конструкции Григорьевича: 1 — верхний стакан; 2 — крышка; 3 — крепление дефлектора в кладке трубы

выходят из строя из-за коррозии и засорения. В зимнее время на металлических частях флюгеров образуется конденсат, который замерзает в местах вращения и исключает тем самым работу флюгера. Все это делает флюгеры малоприспособными для использования в суровых климатических условиях.

В качестве ветрозащитных устройств обычно применяют дефлекторы, действие которых также основано на явлении подсоса газов из дымовых труб с помощью ветра, направление которого изменяется дефлекторами в сторону, благоприятную для движения газов по дымоходам. Один из наиболее распространенных дефлекторов показан на рис. 123, б. Он состоит из двух стаканов — нижнего (цилиндрического) 1 и верхнего (расширенного книзу) 2, соединенных между со-

бой способом насадки; над верхним стаканом прикреплена крышка 3. На верхней части каждого стакана имеются кольцевые отбои, предназначенные для изменения направления движения ветра (отклоняют его от вертикального направления). Поверхности дефлектора расположены таким образом, что при любом направлении ветер не только не препятствует выходу газов, но даже помогает ему, подсасывая их через верхнее или нижнее кольцевое пространство (как показано стрелками на рис. 123). При действии ветра сверху вниз газы подсасываются через нижнее кольцевое отверстие, при обратном направлении ветра — через верхнее кольцевое пространство; наконец при горизонтальном направлении ветра газы подсасываются ветром через оба отверстия. Дефлектор действует менее эффективно при движении ветра снизу вверх, так как он отражается от крышки дефлектора в сторону, обратную движению газов (этот недостаток в той или иной мере присущ вообще всем дефлекторам). Для устранения этого недостатка крышку дефлектора (рис. 123, в) выполняют из двух конусов, соединенных между собой основаниями; такая форма улучшает действие дефлектора.

Дефлекторы и флюгеры изготовляют обычно из стали и чугуна (предпочтительнее стальные изделия, как более легкие). Однако учитывая неблагоприятные условия эксплуатации этих устройств — переменные влажность и температуру окружающего воздуха и повышенную опасность коррозии, — весьма желательно использовать для их изготовления качественную котельную (или близкую ей по свойствам) сталь достаточной толщины. Крепление дефлекторов обычно круглого сечения к квадратным или прямоугольным дымоходам осуществляется переходными патрубками, а на дымоходах большого сечения к дефлекторам приклепывают специальные ножки из полосовой стали, которые прочно заделывают непосредственно в кладку трубы (рис. 123, г). Для удобства заделки ножек в кладку нижняя их часть устроена в виде самостоятельного таганчика, скрепленного с ножками дефлектора болтами с гайками; кольца служат для скрепления ножек в общий таганчик. Переход от квадратной формы трубы к круглому сечению дефлектора осуществляется за счет постепенного напуска кладки.

Следует заметить, что флюгеры и дефлекторы можно применять для печей, работающих на твердом топливе; при сжигании газа их устанавливать нельзя, так как на них конденсируются водяные пары, что может вызвать образование наледей. В газифицированных печах на оголовках труб устанавливают зонты упрощенной конструкции.

3.6. ФУНДАМЕНТЫ И ОСНОВАНИЯ.

КЛАДКА И НАРУЖНАЯ ОТДЕЛКА ПЕЧЕЙ

Устройство фундаментов и оснований. Комнатные печи и очаги массой до 750 кг можно устанавливать непосредственно на прочном полу. Если полы недостаточно прочны, их необходимо усилить дополнительными балками, оперев их на кирпичные столбики. Печь массой более 750 кг обязательно устанавливают на фундамент, который должен опираться на прочный грунт. К прочным грунтам относятся скальные породы — гранит, а также известняки, песчаники. Этим грунтам свойственны большое сопротивление сжатию и стойкость против действия грунтовых вод отрицательных температур. Крупнообломочные грунты, представляющие собой обломки скальных пород, называются щебнем и дресвой. Песчаные и глинистые грунты, а также суглинки и супеси пригодны для использования в качестве оснований под фундаменты. Непригодны в качестве оснований макропористые грунты, содержащие глину, но имеющие крупные поры, различаемые визуально. Эти грунты при попадании воды разжижаются и теряют прочность.

Нижняя плоскость фундамента, опирающаяся непосредственно на грунт, называется подошвой. Обычно подошву заглубляют в грунт не менее чем на 0,5—0,6 м для одноэтажных печей без насадных труб, на 0,75 м для коренных труб и печей с насадными трубами и на 1 м для двухэтажных печей и коренных труб.

Материалом для фундамента печей служат бутовый камень, обыкновенный кирпич, а также бетон. Если грунт сухой, фундамент выполняют из кирпича. Кладку в сухом грунте можно вести на известковом растворе, во влажном грунте — обязательно на цементном растворе. Кладку возводят горизонтальными рядами с обязательной перевязкой швов. Более массивные камни составляют нижние ряды, меньшего раз-

мера — верхние ряды. Пустоты между камнями заполняют щебнем.

Для устройства фундамента роют котлован, дно которого выполняют по уровню. Далее выкладывают первый ряд из больших (постельных) камней или из кирпичного щебня насухо (без применения раствора), уплотняя материал в грунте трамбовкой. Первый ряд заливают жидким раствором и выравнивают его. Наружные ряды кладут на более густом растворе (под лопатку), а внутреннюю часть — под забутовку и заливают жидким раствором. Верх фундамента тщательно выравнивают по угольнику и правилу, а верхние два ряда выкладывают кирпичом на глиняном растворе. Не доходя до уровня чистого пола на 1 ряд (7 см), начинают кладку массива печи. По первому ряду кирпича укладывают гидроизоляцию, состоящую из двух слоев рубероида, пергамина или толя.

Фундаменты под печи и коренные трубы можно также собирать из отдельных готовых блоков или из типовых печных блоков.

Кладку фундамента печи нельзя перевязывать с кладкой стены здания. В случае разной осадки фундаментов может произойти перекос фундамента печи, в нем появятся трещины. Для печи, устанавливаемой у стены здания, устраивают самостоятельный фундамент, а промежуток между фундаментами засыпают песком. Для выкладки коренной трубы сооружают самостоятельный фундамент (независимый от фундамента печи).

Кладка печей и их наружная отделка. Кладка будет прочной, если отдельные кирпичи уложить так, чтобы получился один общий массив, все части которого работают вместе. Стена, сложенная без перевязки кирпичей, образует как бы отдельные столбы. Если нагрузить сверху один из столбов, то нагрузку воспримут только его кирпичи, а соседние столбы останутся ненагруженными. На границе между столбами возникнут напряжения, в кладке могут появиться трещины.

Если стена сложена с перевязкой швов, то нагрузка, действуя сначала на один кирпич, затем распределяется на два, три, четыре кирпича и т. д. В этом случае в восприятии нагрузки участвует значительная часть стены и смещение отдельных частей кладки ис-

ключается. Перевязка швов необходима еще и для сохранения газовой плотности печи, поскольку при случайном нарушении сплошных швов возникали бы длинные сквозные трещины; перевязочные швы значительно короче, поэтому щели будут более короткими.

Кладку ответственных частей печи — топливника и дымооборотов — следует производить вручную. Кладка с помощью мастерка допускается в тех местах, где печной массив имеет большую толщину, например, в основаниях печей. При распределении раствора ладонью по постели кирпичной кладки хорошо прощупываются различные примеси (камешки, комки), которые удаляют.

Основные правила и последовательность ведения работ при кладке печей. Приступая к кладке печи, следует убедиться в том, что ее фундамент заложен правильно и прочно, а место установки печи закрыто от атмосферных осадков (дождя, снега).

При выкладке первых рядов необходимо следить за тем, чтобы все стороны кладки были параллельны; это проверяют угольником или бечевкой, которой измеряют расстояние между противоположными углами кладки. При равенстве этих расстояний кладка имеет правильную форму. Кладка печей отличается от кладки кирпичных стен. Выкладку ответственных частей — топливника и дымооборотов — производят с предварительным набором кирпичей и кладкой каждого ряда насухо (без раствора). При этом кирпич притесывают и подгоняют с учетом перевязки швов. Без предварительной раскладки можно вести кладку только сплошных рядов кирпича без дымооборотов (массив от фундамента до низа дымовых каналов). Не следует скалывать или стесывать поверхность кирпича, так как она становится менее прочной. Также не следует укладывать кирпичи со стесанной поверхностью внутрь топливника и дымовых каналов, так как они могут выкрошиться. Стесанные поверхности кирпичей должны быть обращены наружу или закрыты кладкой.

При выкладке топливника из огнеупорного кирпича следует применять огнеупорный раствор без перевязки футеровки с кладкой из обычного кирпича. Если не представляется возможным выполнить футеровку отдельно, то топливник целиком выкладывают из огнеупорного кирпича.

Даже если топливник выкладывается из обычного кирпича (например, при топке дровами), внутреннюю кладку топливника не следует перевязывать с кладкой наружных стен, так как внутренний слой нагревается сильнее и, расширяясь больше наружного, может нарушить целостность кладки, несмотря на однородность материала.

Обыкновенный красный кирпич перед кладкой нужно смачивать, погружая его на несколько минут в воду. Сухой кирпич, как пористое тело, будет поглощать воду из раствора, а обезвоженный раствор теряет свою схватывающую способность.

Огнеупорный кирпич не требует пропитки, его только ополаскивают водой, чтобы удалить пыль, препятствующую хорошей связи кирпича с раствором. По мере выкладки топливника и каналов внутренняя поверхность их через каждые 5—6 рядов тщательно протирается мокрой тряпкой, выдавленный из швов раствор удаляется. Следует учесть, что смазывать внутренние поверхности топливника и дымовых каналов глиняным раствором нельзя, так как высохшая обмазка отвалится и засорит дымовой канал.

Толщина швов должна быть минимальной: не более 5 мм при кладке из обыкновенного кирпича и 2—3 мм — из огнеупорного. Чтобы швы были тонкими, раствор готовят не слишком густым без комков и примесей.

Кладка сводов и арок. Небольшие проемы в стенах печей, которые по размеру превышают длину кирпича, перекрывают постепенным напуском кирпичей с укладкой поверх них второго и третьего ряда кирпичей. Толщина перекрытия должна соответствовать толщине двух рядов кирпичей, уложенных плашмя. Более значительные по ширине отверстия перекрывают арками и сводами. Число кирпичей в арке (рядов в своде) должно быть всегда нечетным, средний кирпич называется замком, а крайние (на которые опирается перемычка) — пятами. В правильно сложенной перемычке все швы между кирпичами направлены к одной точке — центру. Высота подъема арки или свода называется стрелой подъема.

Кладка перемычки начинается с закладки пят. Для правильной установки пят пользуются деревянной опалубкой. Для арки можно использовать обычный кир-

пич с клинообразными швами или тесаный со швами равной толщины. После затвердения раствора опалубку удаляют. Если ее не удается выбить, то при первой топке печи она выгорает. Под действием нагрузки от вышележащей кладки арки и своды стремятся как бы раздвинуть боковые стенки, на которые они опираются, причем с уменьшением стрелы подъема сила распора возрастает. Для создания противодействия распору кладку или стягивают на уровне опор (стальными стяжками), или в этом месте утолщают стены.

Установка и крепление печных приборов. Печные приборы монтируют по ходу ведения кладки. При этом следует учитывать различное термическое расширение металла топочных дверок, колосниковых решеток, дымовых заслонок и кирпичной кладки. Чтобы расширение приборов не нарушало кладку, между ними и кладкой оставляют зазор (около 5 мм), а рамки приборов обматывают шнуровым асбестом, плотно вдвигают в гнезда и обмазывают зазоры раствором. Закрепляют рамку с помощью специальных металлических лапок, которые заводят в швы кладки и зажимают кирпичом и раствором.

Топочный проем перекрывают по-разному: при ширине меньшей, чем длина кирпича, — кирпичом в замок, при ширине большей, чем длина кирпича, — кирпичной перемычкой.

Сооружая перекрытия, надо сначала убедиться, что верхняя сторона полочки, входящая в кладку, лежит на одном уровне с рядами кирпича по обе стороны топочного отверстия.

Колосниковую решетку укладывают в гнездо на полу топки с зазором 5 мм, которые засыпают песком. Решетку располагают ниже топочного отверстия на 1—2 ряда кирпичей, уложенных плашмя. Поддувальная дверца, не подвергающаяся перегреву, устанавливается без зазоров. Ее, а также вышечную дверцу можно закреплять проволокой, заделываемой в кладке.

Приборы, регулирующие тягу и закрывающие трубу, устанавливают как можно ближе к дымовому стояку, чтобы уменьшить длину дымоходов, которые охлаждаются после окончания топки печи. Однако устанавливать прибор на самом стояке не рекомендуется, так как здесь он может быть поврежден при

очистке стояка. Выющенную дверцу устанавливают после выюшки. В этом случае ею можно пользоваться для прочистки дымоходов, кроме того, можно вентилировать помещение при закрытой выюшке, не охлаждая печь.

Отделка наружных поверхностей печи. Чтобы улучшить внешний вид печей, как правило, их отделывают или облицовывают, хотя необлицованная поверхность лучше отдает тепло, кроме того, шероховатая поверхность, а также расшитые швы легко покрываются пылью, ухудшают теплоотдачу и санитарно-гигиенические условия помещения. Если наружную поверхность печи не подвергают отделке или облицовке, ее слегка смачивают и затирают кирпичом для выравнивания поверхности и удаления лишнего раствора. Можно произвести расшивку швов, придав им форму валика. Гладкую поверхность можно побелить или покрасить.

Оштукатуривание — наиболее дешевый, но малонадежный способ отделки, так как штукатурка быстро растрескивается, чтобы избежать этого, в нее добавляют волокнистый материал, например шнуровой асбест. Оштукатуривают печь только после полной просушки. Раствор наносят в два приема на горячую поверхность печи: первый слой — жидкий, второй — более густой (толщина слоя 0,5—1 см). Для оштукатуривания применяют следующие составы растворов (по объему):

- 1 ч. гипса + 2 ч. известняк + 1 ч. песка + 0,2 ч. асбеста (16—7);
- 1 ч. глины + 2 ч. известняк + 2 ч. песка + 0,1 ч. асбеста;
- 1 ч. глины + 2 ч. песка + 0,1 ч. асбеста;
- 1 ч. глины + 2 ч. песка + 1 ч. цемента + 0,1 ч. асбеста

Облицовку стальными футлярами применяют при отоплении печами помещений, в которых выделяются горючие пары (гаражи, лаборатории). Достоинством такого способа является то, что кладку можно выполнять небольшой толщиной (в $\frac{1}{4}$ кирпича), так как футляр придает конструкции газонепроницаемость. Для футляров применяют кровельную листовую сталь. Недостаток стальных футляров состоит в том, что поверхность их деформируется, на ней образуются вмятины. Особенно подвержены короблению прямоугольные печи. Поэтому для их облицовки применяют не гладкую, а гофрированную

сталь. Воздушные прослойки между футляром и стенкой печи тщательно заполняют раствором. Стальной футляр составляют из отдельных звеньев высотой 70 см каждый. Сначала на готовое основание устанавливают и закрепляют нижнее звено, внутри него выполняют кирпичную кладку, затем на него устанавливают следующее звено и т. д. Соединение звеньев чаще всего производят на фальцах. После сборки футляр покрывают огнеупорным лаком.

Облицовка изразцами — наиболее гигиеничный и эстетичный вид отделки. Гладкая поверхность изразцов легко очищается, создает надежную газонепроницаемость конструкции. Вместе с тем изразцовая облицовка — наиболее трудоемкий и дорогой вид отделки.

При облицовке печи изразцами придерживаются следующего порядка ведения работ. Сортируют изразцы, подбирая для каждого ряда однородные оттенки. Подобранные изразцы обрабатывают: обрубая и стесывают кромки, шлифуют их на точильном камне. Стесывание кромок необходимо для того, чтобы вертикальные швы были возможно тоньше, а горизонтальные несколько толще, примерно 2—3 мм. Изразцы, начиная с углов, подбирают и подгоняют насухо (без раствора) по всему горизонтальному ряду. Одновременно ведут кирпичную кладку основного массива печи.

После окончательной подборки изразцов горизонтального ряда, их скрепляют между собой и с кирпичной кладкой с помощью проволоки, скоб и штырей. Для этого сквозь отверстия в горизонтальных полках в румпы продевают вертикальный штырь из проволоки диаметром 4—5 мм, равный длине изразцов, при этом концы штырей выступают из румп. Выступающие сверху и снизу концы штырей и их середины связывают жгутом (из трех скрученных проволок), а концы закрепляют в кирпичную кладку. Ребра румп скрепляют в горизонтальных и вертикальных рядах скобами из стальных полос. Румпы плотно заполняют кирпичным щебнем на глиняном растворе. Глины должно быть по возможности меньше, так как при ее высыхании образуются воздушные прослойки, снижающие теплопроводность стенок печи.

При кладке проверяют с помощью отвеса или

угольника вертикальность углов и швов по высоте печи. Дефекты исправляют немедленно, пока не высохла глина. Особое внимание следует уделять сплошным (сверху донизу) швам, а также швам, выполненным вразбежку. Швы расширяют раствором на алебастре. Изразцовые плитки с оборотной стороны имеют насечки, улучшающие сцепление с раствором.

3.7. РЕМОНТ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПЕЧЕЙ И ДЫМОВЫХ ТРУБ

Текущий ремонт. К текущему ремонту относятся работы, которые можно произвести в течение нескольких часов: замена или укрепление дверок, заслонок, колосниковых решеток, заделка щелей в кладке и трещин в облицовке, замена отдельных кирпичей или изразцов и т. п. Хотя текущий ремонт не представляет особой сложности, его следует выполнять незамедлительно во избежание более серьезных неисправностей, которые могут повлечь за собой возникновение пожара и т. д. Производя текущий ремонт нельзя ограничиваться лишь исправлением дефекта, нужно устранить причину, вызвавшую неисправность.

Типичным примером в этом отношении является укрепление печной дверцы. Нужно вынуть рамку с дверцей из кладки, расчистить кладку, а если понадобится, то заменить отдельные кирпичи. Рамку с приделанными лапками заново закрепляют в кладке, причем щель между рамкой и кладкой заделывают асбестовым шнуром и обломками кирпича, а затем затирают ее.

Тонкие щели в кладке и на оштукатуренной поверхности печей легко устраняют затиркой глиняным раствором с добавкой асбеста и соли. Глубокие сквозные трещины в стенах чаще всего устраняют, заменяя треснувшие кирпичи новыми.

Трещины в изразцах заделывают мелом, разведенным в воде с сырым яичным белком или алебастровым раствором. Повреждения блоков сборных печей исправляют, заделывая их жаростойким бетоном.

Средний ремонт охватывает более значительный перечень работ. К нему относятся мелкая перекладка различных частей печи, например топливника, части дымооборотов или стенок (с разборкой перекрытия), замена изразцов, окраска печи или футляра и т. п.

К среднему ремонту можно отнести и ликвидацию завалов дымооборотов. Причиной завалов могут быть небрежная выкладка каналов, разрушение и выкрашивание кладки во время эксплуатации. Для ликвидации завала разбирают кладку в ближайших к нему участках дымового канала и через отверстие удаляют обломки.

Капитальный ремонт включает более сложные работы, связанные с коренной переделкой печи; в том числе системы дымооборотов, трубных стояков, а также с реконструкцией печи — переводом ее с дровяного отопления на угольное, разделение одной печи на две с самостоятельными топками и др.

Переделка схемы дымооборотов в печи требует предварительной разборки одной из ее наружных стенок. Если печь имеет насадную трубу, то иногда приходится разбирать и ее.

Разделение одной печи на две производят (если позволяет конструкция и размеры печи) путем предварительной разборки одной из стенок, чтобы иметь возможность изменить внутреннее устройство печи, т. е. вместо одной сделать две независимых системы дымооборотов с самостоятельными топливниками. Если обеспечить каждую печь самостоятельной дымовой трубой невозможно, надо сделать один стояк.

Перекладывая печь, необходимо тщательно очищать старую кладку от сажи и нагара (смочив ее водой, промывать жидким глиняным раствором). В противном случае жирный налет сажи не дает возможности раствору соединить новую кладку со старой.

Капитальный ремонт топливника может потребовать разборки передней или боковых стенок печи. Разборку передней стенки топливника начинают с разборки перемычки над рамкой топочной дверцы. Замковый (средний) кирпич выбивают внутрь печи, а затем вынимают или также выбивают остальные кирпичи перемычки и кирпичи верхних двух рядов кладки над дверцей, которые обычно держатся непрочны и вынимаются довольно легко. Во избежание повреждения всей кладки топливная дверца остается на месте, в противном случае ее придется поднять на несколько рядов, так чтобы высота топливника для дров была не менее 50—55 см, а для угля — 40—45 см.

Топливники, переделанные под каменный уголь или антрацит, надо оборудовать герметическими топочными и поддувальными дверцами. Дымовые заслонки или вышки должны иметь сквозные отверстия диаметром 10—15 мм.

При переделке топливника для сжигания бурых углей (подмосковные угли) необходимо увеличить длину колосниковой решетки и углубить ее по отношению к низу рамки топливной дверцы хотя бы на два ряда кладки (для образования шахты); устроить уклоны передней и задней стенок топливника и колосниковой решетки; увеличить толщину передней стенки (над поддувальной дверцей) на $\frac{1}{4}$ кирпича.

При переделке топливника для сжигания антрацита необходимо установить колосниковую решетку примерно тех же размеров, что и для дров, но более массивную; заглубить решетку на два-три ряда кладки напротив нижнего уровня топочной дверцы (решетка должна быть отнесена к задней стенке печи для устройства скоса передней стенки); устроить скат стенки к решетке.

Работы по переделке топливников начинают с разборки передней стенки топливника и снятия топочной и поддувальной дверок. Затем вынимают колосниковую решетку и разбирают кладку зольника и его тыловой части. После этого укладывают колосниковую решетку нужного размера и закладывают переднюю стенку с топочной и поддувальной дверцами.

В верхней зоне топливников малогабаритных печей (площадью основания до 0,5 м²) должна быть установлена насадка из шамотных кирпичей. При ремонте топливников отопительных печей средних габаритов (площадью основания от 0,5 до 0,7 м²) вместо устройства насадки должна быть выложена стенка, направляющая высокотемпературные продукты сгорания из топливника к основанию печи.

Топливники отопительно-варочных печей можно выкладывать из высококачественного глиняного кирпича, за исключением одного ряда кладки, на который опирается чугунная плита с конфорочными кольцами, и футеровки духового шкафа, непосредственно соприкасающейся с высокотемпературными газами топочной камеры. Эти части топливника согласно дей-

ствующим нормативным документам должны выполняться из огнеупорного кирпича.

При капитальном ремонте дымооборотов в малогабаритных печах число их не должно превышать трех, а в печах средних габаритов — пяти. Дымообороты должны выполняться с поперечным сечением не менее чем $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ кирпича для малогабаритных печей и $\frac{3}{4} \times \frac{1}{2}$ — для печей средних габаритов. При ремонте печей не рекомендуется восстанавливать следующие системы дымооборотов: колпаковую, с внутренними воздушными камерами, с вертикальными последовательными каналами, число которых больше пяти. Запрещается восстанавливать наружные стенки отопительных печей толщиной в $\frac{1}{4}$ кирпича за исключением печей, заключенных в металлические футляры.

Работа на газе колпаковых печей опасна по следующим причинам. Наличие в верхней зоне печи большой по объему камеры (колпака) создает немалую опасность, если случайно будут нарушены правила эксплуатации. Практика и расчеты показывают, что при взрыве газозвдушной смеси, находящейся под колпаком, стенки печи разрушаются. Вентиляция колпака перед розжигом печи происходит медленнее, чем вентиляция последовательных дымооборотов. Поэтому в печах колпакового типа внутреннюю кладку необходимо заменять.

Особое внимание при ремонте отдельных участков дефектной кладки печей следует уделять плотности кирпичного массива в верхних зонах отопительных печей и в верхней части отопительных щитков у отопительно-варочных печей. Если в этих участках кладки будут оставлены хотя бы небольшие трещины, продукты сгорания газа через них могут выходить в отапливаемые помещения даже при удовлетворительной тяге в дымовом канале.

Наружные стенки печей толщиной в $\frac{1}{4}$ кирпича по герметичности уступают стенкам толщиной в $\frac{1}{2}$ кирпича. Поэтому в действующих правилах указано, что перевод на газ отопительных печей разрешается в том случае, когда трещины в стенках топливника и дымооборотов имеют длину менее 12 см ($\frac{1}{2}$ кирпича).

При капитальном ремонте газовых отопительных печей внутреннюю их кладку желательно выполнять по типу печей АКХ-14, т. е. выкладывать прямоточную

систему каналов, в которой продукты сгорания, начиная от топливника, движутся вертикально вверх.

Допускается также восстановление системы дымооборотов по типу голландских печей, но число их не должно превышать пяти. Рекомендуются вместо пяти дымооборотов выполнять три канала в два ряда, идущих параллельно один другому.

Разделение одной печи на две производится в том случае, когда печь имеет площадь поперечного сечения в плане более $0,7 \text{ м}^2$. При этом разбирают ту стенку печи, на которой предполагается устанавливать горелки, заслонки и поддувальные дверцы. У каждой печи топочный щиток горелки, заслонка и поддувальная дверца (сечением $7 \times 10 \text{ см}$) должны обязательно располагаться на одной стенке.

Разобрав одну из стенок печи и удалив прежнюю внутреннюю кладку, необходимо тщательно очистить старую кладку от сажи и нагара. Для этого внутреннюю поверхность печи смачивают водой, затем скребком удаляют сажу и всю поверхность затирают жидким глиняным раствором. После проведения подготовительных операций начинают выкладку двух секций, между которыми устраивают разделительную стенку. Разборку следует производить осторожно и так, чтобы вертикальная штроба имела напуски, которые могли бы обеспечить перевязку швов старой и новой кладки (при заделке). Затем разбирают одну из боковых стенок топливника и тут же выкладывают ее заново. Потом приступают к ремонту другой стенки. Так последовательно обновляют все стенки внутреннего топливника.

Прежде чем приступить к восстановлению кладки, необходимо тщательно подготовить кирпич. Кладку набирают сначала без раствора, оставляя швы и стесывая кирпичи, затем сухую кладку разбирают, укладывая на полу в обратном порядке рядов (верхний ряд — внизу, нижний — сверху), и только после этого производят окончательную заделку на растворе. Грани старой кладки и используемые старые кирпичи надо тщательно очистить от сажи и старого раствора, хорошо смочить водой или обтереть мокрой тряпкой. Разборка боковых стенок топливника, если они служат наружными стенками печи, производится в том же порядке, причем кладку заново ведут поочередно — сна-

чала выкладывают одну сторону, потом другую. Если боковые стенки топливника не являются основными стенками печи (внутренний топливник), то работу выполняют через разобранную переднюю стенку. При этом также сначала разбирают одну из боковых стенок, собирают ее вновь, и только после этого приступают к ремонту другой.

Переделка топливника с глухим подом. Иногда бывает необходимо переделать топливник с глухим подом на топливник, снабженный колосниковой решеткой и поддувалом. Наиболее надежным в эксплуатации является способ капитального переоборудования топливника, при котором из нижнего массива печи между подом и основанием выбирают часть кладки для образования зольника, поддувального отверстия и установки колосниковой решетки.

Если от пода до основания проходит не менее пяти рядов кладки, то 9—10 рядов стенки по высоте выкладывают из огнеупорного кирпича, а остальные ряды до перекрытия печи — из глиняного. Одновременно с возведением разделительной стенки в каждой из двух образующихся секций выкладывают самостоятельные топливники с зольниками (и устраивают в них по одной горелке периодического действия). Горелки можно располагать и со стороны коридора, и со стороны жилого помещения. Объем выкладываемых топливников должен быть не менее $0,04 \text{ м}^3$ (длина — $0,4$, ширина — $0,25$, высота — $0,4 \text{ м}$). Для каждого топливника устраивают отдельную систему дымооборотов. Дымообороты от двух секций выводят в один стояк сечением $26 \times 13 \text{ см}$ с рассечкой.

Ремонт дымовых труб. Необходимость ремонта дымовых труб обычно возникает из-за плохой тяги. Важно заметить, как давно дымоход или труба стали плохо работать. Если это началось со времени сооружения печи, то возникает необходимость серьезных конструктивных изменений трубы вплоть до перекладки. Если дефект возник недавно, то исправления могут быть менее серьезными.

Ухудшение тяги в дымоходе, ранее работавшем нормально, может быть вызвано засорением сажей, а также завалом кусками выпавшего кирпича и раствора. Это устанавливают осмотром газохода и контрольным спуском в трубу гири на веревке (в месте завала гири

останавливается). Иногда такой завал пробивается ударом гири, падающей с большой силой. Если пробить завал не удалось, разбирают стену и удаляют завал. Дымоход очищают от сажи метелкой, которую спускают вместе с гирей. Смолистую сажу приходится выжигать огнем, разводимым в прочистном отверстии дымохода. Горение происходит хотя недолго, но бурно, поэтому необходимо присутствие представителя пожарного надзора. Для предотвращения образования смолистой сажи в настоящее время выпускается специальный состав «Противонагарная химическая композиция». Норма расхода: 150—250 г на 1 т топлива.

Если прочистка дымовой трубы от сажи не дала положительного результата, следует искать другие причины. Наиболее частыми причинами ухудшения тяги являются местное сужение дымового стояка и наклонного увода (причиной местного сужения может быть кирпич, выступающий из массива кладки), неправильное присоединение стального патрубка печи к дымоходу, неправильное присоединение вновь установленной печи к дымоходу (даже при достаточных его размерах может частично и даже полностью расстроить тягу, подключение же двух печей к одному газопроводу может допускаться лишь при условии устройства специальной рассечки); прогар или разрушение стенки между двумя дымовыми стояками (в этом случае стенки дымоходов надо разобрать и после восстановления разрушения заделать проем).

Часто возникает дымление печи от задувания устья трубы сильным ветром. Для предотвращения этого явления необходимо проверить состояние дефлектора над оголовком дымовой трубы, а при отсутствии прибора — установить его. Если же хорошей работе трубы мешают более высокие соседние здания, тяга в печи может быть обеспечена только наращиванием высоты трубы (для того чтобы вывести ее из зоны ветрового подпора). Наиболее уязвимой частью дымовых труб является оголовок, так как он подвергается действию атмосферных осадков. Кладку оголовков следует выполнять на цементном растворе.

Эксплуатация отопительных печей, работающих на твердом топливе. Качество работы отопительных печей зависит не только от того, как она сложена, но и от того, насколько пра-

вильно она эксплуатируется и как содержится. Чтобы долгое время поддерживать печь в хорошем состоянии, необходимо выполнять основные правила ее эксплуатации:

1. До растопки печи после длительного перерыва следует проверить состояние дымоходов и тяги. Проверка производится вводом зажженной бумаги или спички в печь через вышечную дверцу. При недостаточной тяге необходимо в первую очередь прогреть дымоход. Если тяга не восстановится, надо ее прочистить. Как правило, дымоходы отопительных печей следует чистить не менее 1—2 раз в отопительный сезон. Дымовые трубы за этот период чистят 2—3 раза. К чистке дымоходов допускаются только лица, имеющие разрешение на производство этой работы и регистрационное удостоверение пожарной охраны.

2. До укладки дров в топливник колосниковую решетку и зольник необходимо очистить от золы, чтобы воздух свободно проходил к горящему топливу. Не очищенные от золы колосниковая решетка и зольник превращают печь с поддувалом в печь с глухим подом, которая, как правило, неэкономична.

3. Дрова должны быть сухими, поленья иметь примерно одинаковый диаметр (в среднем около 8—10 см), кроме того, следует правильно укладывать их в печь. Повышенная влажность дров ухудшает горение, поэтому их надо предварительно просушивать. Дрова укладывают с прозорами и с таким расчетом, чтобы над ними до верха топливника оставалось свободное пространство (не менее 20 см). Растапливают печь мелкими сухими щепками, лучиной и бумагой. Применять для этой цели горючие жидкости — бензин, керосин и т. п. — категорически запрещается. Растапливая печь, дымовую заслонку и топочную дверцу открывают полностью; после растопки топочную дверцу закрывают и открывают поддувальную. Тяга в печи регулируется заслонкой (вышкой) и поддувальной дверцей.

4. Тяга должна быть достаточной, но не излишней. Когда дрова хорошо разгорятся, дымовую заслонку постепенно прикрывают, уменьшая силу тяги. Однако необходимо следить за тем, чтобы дым не попадал в комнату. Чем выше расположена труба над печью, тем больше приходится закрывать дымовую заслонку.

В нижних этажах высоких зданий заслонка должна быть закрыта примерно на две трети своей длины. Если тяга плохая и печь дымит (теплая погода, низкая труба), рекомендуется прогревать дымовую трубу (через вьюшечное отверстие) легкой растопкой. При недостаточном количестве воздуха в топливнике появляется дым, при избытке воздуха — печь «гудит». Горение должно быть ровным и спокойным, а пламя светлое и яркое (соломенного цвета). Ослепительно-белый цвет пламени свидетельствует об избытке тяги, а темно-красный — о ее недостатке.

5. Топочную дверцу следует открывать возможно реже. Достаточно один или два раза за все время топки перемешать дрова так, чтобы топливо ровно лежало на колосниковой решетке и не было пустых мест, через которые воздух мог бы прорываться и уходить в дымообороты, минуя слой топлива.

6. Не следует перегревать печь. От перегрева в облицовке и кладке могут появиться трещины.

7. Периодически необходимо убирать пыль с поверхности печи. Пыль пригорает и издает неприятный запах.

После прогорания дров в топливнике остается много углей. Их сгребают на колосниковую решетку и продувают сильной струей воздуха через поддувальную дверцу до полного сгорания. При отсутствии колосниковой решетки угли подгребают ближе к входному отверстию печи и, прикрыв внутреннюю топочную дверцу (при открытой наружной), производят продувание углей воздухом через нижние отверстия внутренней дверцы. Только при полном отсутствии в топливнике над слоем перемещаемого угля голубовато-синего пламени (цвет обусловлен сгоранием ядовитого окисла углерода, или так называемого угарного газа) топку печи можно считать законченной. Через 3—5 мин после этого следует плотно закрыть все дверцы, дымовую заслонку и вьюшку.

Во избежание случайного отравления угарным газом не следует топить печь перед сном. Если печь топится каменным углем, антрацитом или торфом, то в дымовой заслонке необходимо сделать отверстие диаметром 10—15 мм для отвода скопившихся в печи газов.

Чтобы разжечь каменный уголь или антрацит, сна-

чала растапливают печь мелким древесным топливом (около 3 кг). На горящие дрова насыпают слой угля толщиной 5—6 см (кусками по 2—3 см в диаметре). Когда уголь разгорится, можно добавить еще порцию, доведя толщину слоя до 15 см; такая толщина должна поддерживаться во время топки. Засыпать каменный уголь толстым слоем нерационально, так как горение будет происходить неправильно и неэкономично.

Обслуживание печей длительного горения, снабженных шахтной топкой, имеет свои особенности и свой порядок.

Перед началом топки очищают шахту, топливник, колосниковую решетку, зольник и проверяют тягу в печи. Разжигая печь, в дальний конец колосниковой решетки забрасывают примерно 0,5 кг угля, а на остальную часть кладут растопку. Когда растопка разгорится, на нее насыпают 2—3 кг антрацита. Как только горение антрацита установится, шахту печи можно загрузить полностью. Во время растопки печи поддувальную дверцу закрывают, оставляя открытым только движок над отверстием для прохода воздуха. Через час размер щели можно уменьшить до 5—8 мм.

Два раза в сутки открывают поддувальную дверцу для контроля за горением. Темное пространство под колосниковой решеткой указывает на ослабление или полное прекращение горения.

Причинами нарушения нормального процесса горения могут оказаться засорение колосниковой решетки, недостаточная подача воздуха для горения и задержка топлива в шахте. Возобновить горение, если топливо еще не погасло, можно прочисткой колосниковой решетки, увеличением подачи воздуха в топливник и проталкиванием топлива в шахте.

Кроме этого, при эксплуатации печей могут возникнуть следующие неполадки:

пламя выбрасывается из печи. Это может произойти при случайно закрытой (или излишне перекрытой) дымовой заслонке или при опрокидывании тяги от порывов ветра. Чтобы опрокидывания тяги не происходило, увеличивают высоту трубы. Выброс пламени может произойти в результате обильного газообразования в топливнике и внезапного его загорания в момент, когда топливо пытаются разжечь горючими жидкостями: керосином, бензином и т. п. Если кон-

концентрация газов велика, то (особенно при закрытой дверце) может произойти взрыв, способный не только разрушить печь, но и быть причиной пожара или сильных ожогов. Когда топливник загружают новой порцией топлива (особенно мелкофракционным), располагая его на всей раскаленной поверхности пода печи, оно «томится» (выделяет большое количество летучих веществ), не разгорается из-за отсутствия пламени и понижения температуры топливника. При этом концентрация газов, заполняющих топливник и часть дымоходов печи, возрастает и при первом появлении пламени происходит взрыв. Мелкофракционное топливо (торф, опилки, мелкий уголь и пр.) надо подбрасывать небольшими порциями, давая возможность ему постепенно разгораться. После каждой добавки топлива дверцу топливника надо оставлять приоткрытой. Нагибаться близко к дверце не следует. Открывать дверцы (топочную и поддувальную) следует осторожно, чтобы не вызвать внезапного разгорания топлива. Особенно осторожным следует быть при эксплуатации печей замедленного действия, снабженных бункерами с запасным топливом;

печь дымит, когда дымовой стояк или каналы самой печи засорены сажей (засор надо прочистить), в стенках печи или дымовой трубе появились трещины и тяга стала слабее (подсасываемый в щели воздух уменьшает расход его через поддувальную дверцу, чем ухудшает горение и понижает температуру уходящих газов и массива печи, поэтому надо тщательно заделывать все неплотности и трещины), нарушена внутренняя кладка печи (дымоходов, насадок) из-за некачественного исполнения, прогара от длительной работы, завала дымового стояка осколками кирпичей (необходим капитальный ремонт), дымовая труба и печь сильно охладилась (чтобы восстановить тягу, сжигают бумагу или солому, которые закладывают в дымоход через прочистную дверцу), две печи присоединены к одному дымовому стояку на одном уровне без рассечки (необходимо сделать рассечку или присоединить печи на разных уровнях с наклонным подводом верхнего дымохода). Если общий дымовой стояк мал по размеру, то печи не следует топить одновременно;

стенки печи недостаточно прогреваются из-за пло-

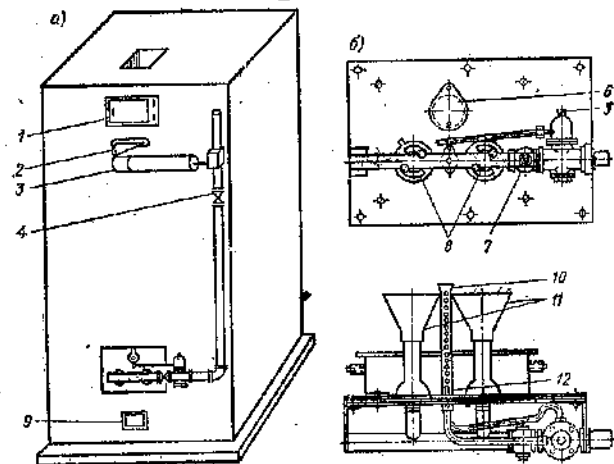


Рис. 124. Отопительная печь с горелкой ГДП-1,5, имеющая защитное устройство

а — общий вид печи с горелкой; 6 — газовая горелка ГДП-1,5; 1 — прочистная полугерметичная дверца; 2 — заслонка; 3 — сигнализатор тяги ЭБА; 4 — запорный кран на опуске печи; 5 — кнопка электромагнитного клапана; 6 — смотровое отверстие топочного щитка; 7 — запорный кран горелки; 8 — регуляторы первичного воздуха; 9 — дверца поддувала; 10 — запальник горелки; 11 — щелевые насадки горелки; 12 — терморезистор

хого качества топлива, отложения сажи на внутренней поверхности стенок или из-за неплотной заделки вышек и заслонок, а также если плохо закрыты топочная и поддувальная дверцы. Последнее особенно сильно влияет на остывание печи; если в печи одна дымовая заслонка, надо установить вторую дымовую заслонку или вышку.

Эксплуатация бытовых печей, работающих на газообразном топливе. При замене твердого топлива газообразным в бытовых печах облегчается их эксплуатация, устраняется сырость в помещении, возрастает почти в 1,5 раза эксплуатационный КПД. Однако при нарушении правил пользования газом в бытовых печах, неисправных горелках, неотрегулированной защитной автоматике возможны взрывы газозооной смеси в топливнике и дымооборотах, отравление населения токсичными продуктами сгорания, перегрев печей и другие опасные явления. Для предупреждения несчастных случаев, возникающих при эксплуатации газовых печей, все горелки, ус-

танавливаемые в печах, должны иметь автоматику безопасности, согласно ГОСТ 21308—75, отключающую подачу газа при погасании пламени в топливнике и отсутствии тяги в дымоходе.

На рис. 124 показана одна из отопительных печей, переведенная на газ.

Для обеспечения безопасной и экономичной работы газифицированных печей необходимо строго выполнять правила их эксплуатации.

Особенно тщательно население должно выполнять правила пользования газом при отоплении жилых помещений или приготовлении пищи, для чего:

А. Перед зажиганием газа:

убедиться в том, что каналы на опуске газопровода и у горелок закрыты;

проветрить в течение 5—10 мин топливник, дымообороты и помещения. Для этого надо открыть печную заслонку, смотровое окно топочного щитка горелки, поддувало и форточку;

проверить наличие тяги в дымоходе, для чего поднести к поддувалу полоску тонкой бумаги. Если тяга есть, то листок втянется в поддувало. При отсутствии тяги зажигание газа не производить.

Примечание. При отсутствии тяги в печи следует закрыть печную заслонку и открыть полугерметичную дверцу, установленную на два ряда выше заслонки. Затем через открытую дверцу положить на полотно заслонки нескольких крупных жгутов бумаги и зажечь их. Прогрев таким образом дымовой канал, следует удалить с полотна заслонки пепел, открыть ее полностью и закрыть полугерметичную дверцу. Затем вновь через поддувало печи тонкой полоской бумаги проверить тягу в печи. Если тяга опять будет отсутствовать, значит дымоход засорен и об этом надо немедленно заявить в домоуправление (ЖЭК);

Б. Для зажигания газа:

открыть кран на газопроводе у печи, кран у горелок держать закрытым;

открыть дверцу поддувала и смотровое отверстие топочного щитка горелки;

зажечь жгут из бумаги и поднести его через смотровое отверстие к запальнику; одновременно другой рукой нажать кнопку электромагнитного клапана до отказа. При нажатии кнопки газ на запальнике должен загораться на всех его отверстиях (в чем сле-

дует убедиться через смотровое окно) и нагревать термопару;

примерно через 1 мин мягко отпустить кнопку электромагнитного клапана и убедиться, что газ продолжает гореть на всех отверстиях запальника устойчивым синеватым пламенем.

Примечание. Если пламя на запальнике гаснет в тот момент, когда отпустили кнопку электромагнитного клапана, то повторное зажигание разрешается производить после трехминутной вентиляции топливника;

открыть газовый кран перед горелками и убедиться, что газ, выходящий из обеих насадок горелок, воспламенился от запальника;

отрегулировать горение газа на насадках горелок так, чтобы пламя было синеватого цвета и не отрывалось от насадок;

отрегулировав горение газа, закрыть смотровое отверстие топочного щитка горелки;

В. Во время топки печи:

наблюдать за горением газа, периодически открывая смотровое отверстие;

при появлении признаков отрыва пламени от горелочных насадок уменьшить поступление в них воздуха, для чего регуляторы первичного воздуха повернуть на закрытие. Если это не помогает, уменьшить тягу в топке, прикрывая немного заслонку дымохода;

при полном отрыве пламени от горелок или его проскоке на форсунки следует немедленно закрыть кран на опуске у печи и кран перед горелками, проветрить топку в течение 10 мин и повторить зажигание в порядке, указанном в разд. Б. Так же поступать при отключении газа электромагнитным клапаном;

если пламя горелок желтое и коптящее, то следует в большей мере открыть регуляторы первичного воздуха;

время топки печи должно быть не менее 1,5—2 ч;

Г. По окончании топки:

закрыть кран перед горелками и кран на газопроводе у печи; закрыть задвижку и дверцы поддувала.

Дополнительные сведения. Если нарушится нормальная тяга в дымоходе, то через 30—40 с сигнали-

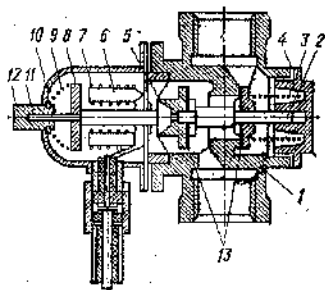


Рис. 125. Электромагнитный клапан

1 — корпус; 2 — шток; 3, 9 — пружины; 4 — прокладка; 5 — мембрана; 6 — сердечник; 7 — обмотка сердечника; 8 — якорь; 10 — колпачок; 11 — стержень якоря; 12 — кнопка; 13 — тарелка

затор тяги закрывает клапан, через который горючий газ поступает в горелку. При остывании сигнализатор обеспечивает подачу газа на горелку.

При отоплении печей газом категорически запрещается:

обслуживать печь лицу, не обученному правилам ее эксплуатации;

зажигать газ до вентиляции печи;

зажигать спички, включать или выключать электрическое освещение, а также пользоваться открытым огнем при наличии запаха газа в помещении;

пользоваться газом при неисправном газовом оборудовании;

оставлять печь во время топки без наблюдения;

вносить самовольно какие-либо изменения в газовую разводку и газогорелочное устройство.

При обнаружении запаха газа в помещении необходимо:

немедленно прекратить пользование газом, закрыть краны на газопроводе и у горелок;

проветрить помещение.

Основные неполадки при эксплуатации газовых печей. Многолетние наблюдения за переведенными на газ печами показали, что в процессе эксплуатации наблюдаются следующие неполадки: выход из строя основного элемента защитной автоматики — электромагнитного клапана, неудовлетворительная тяга, плохой нагрев печей, образование трещин в кладке, появление мокрых пятен на стенках дымового канала, хлопка и взрыва газозооушной смеси.

Надежная работа электромагнитного клапана (рис. 125) зависит от качественной установки

его термопары и состояния шлифованных поверхностей магнита и диска якоря. При правильной установке термопары в пламени она обеспечивает бесперебойную работу клапана в течение нескольких лет. Обогреваться пламенем должен преимущественно горячий спай термопары (место сварки копель-хромель). Если это условие выполнено, то термопара всегда обеспечивает постоянное значение термоэлектродвижущей силы. На практике слесари-монтажники, стремясь добиться большего прогрева термопары, ошибочно помещают всю ее в пламени. В процессе эксплуатации часто бывает, что запальник коптит и спай термопары покрывается слоем сажи. При этом снижается ее нагрев и клапан часто отказывает в работе. Следует отрегулировать работу запальника и обеспечить сжигание в нем газа без коптящих язычков. Запальник, имеющий сине-фиолетовый цвет пламени, обеспечивает достаточный нагрев термопары.

Электромагнит клапана безотказно действует, если обеспечивается плотный контакт шлифованных поверхностей диска якоря и сердечника. Если между шлифованными поверхностями попадают пылинки или они покрылись ржавчиной, то клапан выходит из строя. Поэтому необходимо производить профилактическую проверку клапана не реже 1 раза в 2 мес.

Часто имеет место нарушение контакта между термопарой и электрической цепью электромагнита. Оно может произойти при навинчивании ключом накидной гайки термопары на штуцер, припаянный к корпусу колпачка клапана. Чтобы этого не произошло, накидную гайку следует всегда навинчивать без ключа (руками).

Иногда упругая сила обратной пружины клапана превышает силу сцепления между диском якоря и магнитом. В этом случае следует вывинтить пробку клапана, вынуть обратную пружину и срезать один виток. Однако упругая сила этой пружины должна остаться такой, чтобы при погасании пламени запальника она могла быстро отбрасывать диск якоря от плоскости магнита и таким образом предотвращать поступление газа на горелку.

При некачественной сборке клапана на заводе или в процессе эксплуатации горелки на плоскость кожухной прокладки клапана попадают песчинки или грязь.

В этом случае прокладка неплотно садится на седло и пропускает газ из корпуса в горелку. Этот дефект легко устраняется в процессе разработки и чистки клапана. В связи с тем, что горючий газ имеет малую влажность, он с течением времени высушивает кожаные прокладки клапана. Их периодически (1 раз в 2 мес.) рекомендуется смазывать машинным маслом. Все исправления дефектов электромагнитного клапана должны производиться слесарем специализированной эксплуатационной конторы.

В теплый период отопительного сезона (осень, весна) при розжиге бытовых печей с увеличенным газовым сопротивлением (голландские пятиоборотные, отопительно-варочные с усложненной системой дымооборотов) пламя горелки начинает плавать, т. е. становится крайне неустойчивым и часто гаснет. Это объясняется тем, что в непрогретых опускных каналах печи создается воздушная пробка, которая препятствует движению нагретых газов по дымооборотам. Аналогичные случаи наблюдаются и при отоплении дровами и углем многооборотных голландских печей, печи дымят в начальный период розжига. Чтобы дым не попадал в это время в отапливаемое помещение, растопку печи ведут малым количеством дров. Как только тяга в печи восстановится, закладывают дополнительную порцию топлива. Так же следует поступать, когда печь переведена на газообразное топливо. После того как устойчиво разгорится запальник горелки, следует открыть (неполностью) основной газовый кран и прогревать печь, подавая небольшие количества газа (до $1 \text{ м}^3/\text{ч}$) в течение 8—10 мин. Затем можно основную кран горелки открыть полностью.

В сильные морозы возникает повышенная тяга, пламя горелки вначале имеет тенденцию к отрыву от горелочных отверстий. В этом случае следует прикрыть регуляторы первичного воздуха и полностью открыть кран горелки.

Чем быстрее прогревается кладка топливника, тем большую устойчивость будет иметь газовый факел.

Печь может плохо прогреваться, если тепловая нагрузка горелки мала по сравнению с габаритами печи. Отопительные печи с площадью основания более $0,7 \text{ м}^2$ имеют большой массив и поэтому плохо прогреваются. Их следует или уменьшить или разде-

лить на две самостоятельные секции. В каждой секции должна быть установлена горелка.

В холодное время года продолжительность топки обычно достигает 3—3,5 ч. В результате интенсивного нагрева в кладке появляются трещины. У голландских печей трещины в кладке образуются в основном напротив первого дымового канала и в верхней зоне дымооборотов. Трещины в этой зоне особенно опасны, так как через них продукты сгорания попадают в помещение даже при нормальной тяге в дымоходе. Чтобы устранить трещины, в холодные дни, следует увеличить продолжительность эксплуатации горелки с полностью открытым краном с 3,5 до 5,5 — 6 ч, но расход газа при этом сократить. Тогда кирпичный массив будет медленнее нагреваться и в нем не будут возникать резкие температурные напряжения. Иначе говоря, для повышения долговечности кладки при низких наружных температурах печь целесообразно эксплуатировать по режиму длительной топки. Этому способствует также концентрация теплоты в нижней зоне, для чего все малогабаритные отопительные печи с площадью основания до $0,5 \text{ м}^2$ должны иметь насадки из шамотных кирпичей, установленные в верхней зоне топливников.

Насадки не только снижают температуру продуктов сгорания на входе в первый подъемный канал (на $150—180^\circ\text{C}$), но и способствуют догоранию горючих составляющих газов, не успевших вступить в реакцию горения в зоне топливника. Если продукты сгорания и попадают в отапливаемое помещение, то при наличии насадки они не будут содержать токсичных газов (оксида углерода).

Появление мокрых пятен на стенках дымовых труб свидетельствует о конденсации водяных паров, содержащихся в продуктах сгорания, которые, проходя по дымовой трубе и соприкасаясь с ее более холодными стенками, конденсируются и выпадают в виде мельчайших капель. Выделяющаяся влага стекает вниз. Часть ее проникает через кирпичные стенки трубы, образуя на наружной поверхности мокрые пятна.

Переохлаждение газов в свою очередь зависит от чрезмерно большой внутренней тепловоспринимающей поверхности дымоходов печи, в результате чего дымовые газы поступают в трубу уже значительно охлаж-

денными; от недостаточной толщины стенок дымовой трубы, вследствие чего температура на их внутренних поверхностях оказывается низкой (ниже точки росы дымовых газов). Для устранения этого явления следует повысить температуру продуктов сгорания, открывая на большое расстояние поддувальную дверцу и заслонку печи. Если же мокрые пятна продолжают появляться у основания дымовой трубы, необходимо уменьшить тепловоспринимающую поверхность дымооборотов, для чего отключают последние каналы или уменьшают габариты печи.

При нарушении правил пользования газом в бытовых печах, эксплуатации неисправной запорной арматуры, вышедшей из строя защитной автоматики, топливник и дымообороты могут быть заполнены взрывоопасной горючей смесью. Если в топливник такой печи внести запальное пламя, то внутри топочного пространства и в дымооборотах может произойти взрыв газозавоздушной смеси.

Взрыв газозавоздушной смеси в бытовых печах может произойти только в том случае, если содержание газа в воздухе находится в определенных пределах, соответствующих пределам воспламеняемости. Вне этих пределов газозавоздушные смеси не горят и не взрываются, так как в этом случае теплоты, выделяющейся при сгорании подожженных частиц, недостаточно для нагрева соседних частиц газозавоздушной смеси до температуры воспламенения. При взрыве внутри печи возникает давление. В результате мгновенного действия взрыва на стенки они, как показывает опыт, получают значительные повреждения (глубокие трещины, сдвиги кирпичей) или разрушаются. Теоретический расчет показывает, что при взрыве метанозавоздушных смесей с концентрацией метана 5—10 % в топке возникает давление порядка 0,5—0,8 МПа. Если же концентрация метана меньше 5 %, чему соответствует величина коэффициента избытка воздуха $\alpha > 2$, то взрыва вообще не произойдет.

На практике взрывы газозавоздушной смеси в печах возникают главным образом из-за неправильного их розжига, когда факел, вносится в печь после подачи в нее газа. Эти случаи происходят при отсутствии на горелке защитной автоматики или когда защитная автоматика вышла из строя, а горелкой продолжают

пользоваться. Другие причины взрыва — неплотность запорной арматуры, отрыв пламени от газогорелочных отверстий при сильной тяге — встречаются реже.

Чтобы устранить опасность взрыва газозавоздушной смеси, необходимо проветривать печи перед их розжигом. Проветривание печи в течение 10 мин (независимо от ее конструкции) при наличии тяги полностью устраняет опасность взрыва даже в печи, заполненной взрывоопасной смесью во всем объеме. Следует разжигать печи только при наличии исправной защитной автоматики; отопительно-варочные печи разжигать только через заслонку летнего дымохода, так как при этом резко уменьшается газовое сопротивление печи. После нормальной работы горелки в течение 5—8 мин, когда прогреется дымовая труба и создается необходимая тяга, следует открыть заслонку зимнего дымохода, а затем медленно прикрыть заслонку летнего дымохода. В момент розжига печи кран горелки следует открывать неполностью и прогревать печь, подавая небольшие количества газа (до 1 м³/ч) в течение 5—8 мин. После восстановления тяги кран горелки открывают полностью.

ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА ПРИ КЛАДКЕ ПЕЧЕЙ

Установлено, что около 50 % всех пожаров происходит из-за неисправного состояния печей и дымооборотов, а также небрежного ведения топки. Поэтому соблюдение противопожарных мероприятий приобретает особое значение, особенно при эксплуатации всех видов печей в индивидуальных домах.

Древесные материалы воспламеняются при нагревании до температуры 300 °С, но если они долгое время находятся в соприкосновении с предметами, разогреваемыми хотя бы до 100 °С, то приобретают свойство самовозгорания. Поэтому при устройстве печей необходимо следить, чтобы нагреваемые поверхности печей и дымооборотов не соприкасались с деревянными и другими легко сгораемыми конструкциями зданий.

Особенную опасность представляют трещины, образующиеся в массиве печи и дымовых каналах из-за неравномерной осадки или выкрошивания глиняного раствора из швов в результате действия высокой тем-

пературы. Возгорание сажи, накопившейся в большом количестве в дымовых каналах, также может служить причиной пожара, так как под влиянием высокой температуры могут воспламениться прилегающие к печи конструкции зданий.

Отсюда вытекает основное требование соблюдения пожарной безопасности: деревянные или иные легко-возгораемые конструкции зданий должны находиться на достаточном расстоянии от разогреваемых частей печи и дымооборотов или быть хорошо изолированными. Для изоляции применяют материалы с низкой теплопроводностью: обыкновенный глиняный кирпич, войлок, а также асбест в виде листов и шнура. Войлок, изготавливаемый обычно толщиной около 5 мм, плохо проводит теплоту и служит хорошим теплоизолирующим материалом. Он тлеет и своим едким удушливым запахом сигнализирует о возникновении пожара. Для придания большей сопротивляемости возгоранию войлок перед укладкой на место пропитывают жидким глиняным раствором.

Основные правила предупреждения пожаров состоят в следующем:

1. В местах, где деревянные конструкции межэтажных и чердачных перекрытий подходят к дымовым каналам в каменных стенах или к коренным и насадным трубам отопительных печей, нужно устраивать разделки, т. е. утолщать стены или трубы.

Толщину разделки кирпичных печей с кратковременной топкой принимают в 1 кирпич (от поверхности элементов печи до деревянных конструкций, причем деревянные детали в этих местах необходимо обивать асбестовым картоном или войлоком в два слоя, пропитанным глиняным раствором). При отсутствии асбеста или войлока толщину разделки необходимо довести до 1½ кирпича.

В межэтажных перекрытиях целесообразно применять разделку с железобетонной ступенчатой плитой. Для так называемой трубы в «два дыма» размер нижней части должен быть 77×89×5, верхней — 51×63×3 и отверстия для дыма — 14×26 см;

2. В кухонных очагах и других приборах с продолжительностью топки более 3 ч толщину разделки необходимо доводить до 1½ кирпича, причем деревянные детали в этих местах следует обивать двумя слоя-

ми войлока, пропитанного глиняным раствором, или асбестовым картоном. При отсутствии войлока или асбеста толщину разделки следует доводить до двух кирпичей;

3. Разделки следует устраивать и у вентиляционных каналов, проходящих рядом с дымовыми, так как по недосмотру дым от печи может быть пущен в вентиляционный канал;

4. Настилка пола впритык к стенкам коренной трубы или дымовым каналам, располагаемым в каменных стенах, не допускается. Подшивку и пол следует доводить только до края разделки, а пол над ней выполнять из негоряемых материалов: бетона, метлахских плиток, кровельного железа и т. д.;

5. При укладке в стену деревянные балки должны отстоять от дымовых или вентиляционных каналов не менее чем на один кирпич, причем концы их должны быть обернуты двумя слоями войлока, пропитанного глиняным раствором. Если нельзя отвести балку от каналов на указанное расстояние, ее необходимо укоротить и врубить в ригель. Между ригелями и дымовыми каналами нужно устраивать разделку в соответствии с ранее изложенными правилами;

6. При укладке стальных балок в каменную стену между каналом и балкой следует оставлять кирпичную кладку толщиной не менее ½ кирпича;

7. В стенах лестничных клеток с деревянными маршами и площадками при наличии в них дымоходов толщина стенок каналов в сторону марша должна быть не менее одного кирпича с изоляцией деревянных частей асбестом или войлоком (в 2 слоя), пропитанным глиняным раствором. При отсутствии изоляции толщина стенок дымовых каналов должна быть не менее 1½ кирпича, причем утолщение стенок каналов выполняют в виде пилястры;

8. Горизонтальные разделки у дымовых труб и печей нельзя опирать на балки и доски перекрытий, особенно тех строений, которые дают осадку (рубленные, брусчатые, саманные);

9. Кладку вертикальных разделок у деревянных стен и перегородок следует вести на глиняном, известковом или цементном растворе, причем не допускать перевязки их с кладкой печи или дымовой трубы;

10. Печи и коренные трубы не следует располагать

вплотную к деревянным стенам; между деревянной стеной и трубой оставляют промежуток (отступ) не менее 13 см ($\frac{1}{2}$ кирпича) на всю высоту, причем стена должна быть заизолирована двумя слоями войлока, пропитанного глиняным раствором, и затем обита кровельной сталью. Отступ в этом случае должен быть открытым с боков. У дымовых труб печей и очагов с продолжительной топкой величина отступа должна быть не менее 25 см (1 кирпич).

При закрытом с боков отступе деревянную стену следует обивать досками и затем облицовывать кирпичной кладкой в $\frac{1}{4}$ кирпича (холодная четверть), по войлоку, пропитанному глиняным раствором, снизу и сверху отступа должны быть оставлены отверстия и вставлены розетки и решетки размером не менее 13×13 см;

11. При применении в чердачных перекрытиях засыпки из легкосгораемых материалов (опилки, торфа и пр.) необходимо устраивать разделки у дымовых труб на один ряд выше поверхности засыпки;

12. На чердаках и крышах между дымовыми трубами и деревянными частями здания (стропилами, обрешеткой и др.) разделки не делают, а оставляют свободный промежуток не менее 13 см. При сгораемых кровлях (драчных, гонтовых, толевых, из щепы и т. д.) свободный промежуток должен быть не менее 25 см. Свободное пространство между трубой и деревянными конструкциями кровли следует перекрывать несгораемым кровельным материалом (кровельная сталь, специальные асбестоцементные листы и др.);

13. Все дымовые трубы и брандмауэрные стены с дымовыми каналами в пределах чердака должны быть затерты известковым раствором и выбелены;

14. Опускные дымообороты печей в зданиях с деревянными полами не должны доходить до уровня пола на высоту трех кирпичных рядов; при несгораемых полах расстояние между опускающими дымовыми каналами и уровнем пола допускается на высоту одного ряда кирпичей;

15. Толщина верхнего перекрытия кирпичных печей должна соответствовать толщине трех рядов кирпичей; при закрытом с боков пространстве над печью необходимо перекрывать верх печи не менее чем четырьмя рядами кирпичей. При кладке перекрытия

печи следует обращать внимание на перевязку швов, не допуская совпадения их по вертикали;

16. От потолка до верха перекрытия печи при защищенном от возгорания потолке (оштукатуренном или покрытом листовой сталью по войлоку) оставляют промежуток в один кирпич (25 см), который дает возможность осматривать и очищать стенки и перекрытие печи от пыли, а при незащищенном потолке — в $\frac{1}{2}$ кирпича (35 см).

При установке изразцовых печей в жилых помещениях допускается устройство декоративных заделок верха печи до потолка при условии увеличения толщины перекрытия на один ряд кирпичей;

17. Устраивать печь с наружными стенками в $\frac{1}{4}$ кирпича разрешается лишь при условии заключения их в футляр из кровельной стали или при облицовке асбестоцементными листами или изразцами;

18. В гаражах и других помещениях, в воздухе которых могут содержаться легковоспламеняющиеся газы, печи необходимо сооружать в футлярах из листовой стали; топить их следует из помещения, изолированного от гаража;

19. Пропуск деревянных балок в шанцевой кладке между печами не допускается;

20. Не допускается какое бы то ни было соединение зольников печей с подпольем (при полах на лагах) в целях его вентиляции во время топки печей;

21. При установке печи между сгораемыми перегородками или в проеме деревянной стены между печью и этими конструкциями выполняют отступ не менее $\frac{1}{2}$ кирпича, заделывая его кирпичной стенкой-разделкой; дерево со стороны разделки изолируют асбестом или войлоком, пропитанным глиняным раствором. Толщина разделки (от поверхности элементов печи до деревянных частей) в приборах с кратковременной топкой должна быть не менее чем в 1 кирпич, а в приборах с продолжительной топкой — не менее чем в $1\frac{1}{2}$ кирпича. Ширина разделки должна быть равна толщине стены или перегородки, примыкающей к печи;

22. При устройстве разделок у печей необходимо предусмотреть осадку здания, увеличив высоту разделки в межэтажных и чердачных перекрытиях с учетом возможной осадки;

23. Кухонные очаги при размещении около сго-

расмых стен устанавливают следующим образом:

у очагов с продолжительной топкой (3 ч и более) отступ делают не менее чем в $1\frac{1}{2}$ кирпича, при этом он закрыт как с боков, так и сверху: деревянную стену обкладывают кирпичной стеной в $\frac{1}{2}$ кирпича высотой 50 см над кухонным очагом;

у очагов с кратковременной топкой (кухни индивидуальных квартир) толщина кирпичной стенки может быть уменьшена до $\frac{1}{4}$ кирпича;

при установке очагов на деревянных полах следует прокладывать 2 слоя войлока, пропитанного глиняным раствором, и по ним уже вести шанцевую кладку, являющуюся основанием печи;

24. Пол из легкосгораемых материалов перед топочными дверцами печей и очагов должен быть покрыт листом кровельной стали размером не менее 50×70 см; это предохранит пол и плинтусы от искр и горячих углей.

Безопасность труда при производстве печных работ. Работы по выполнению бутовой или кирпичной кладки не являются опасными для здоровья. Однако при выполнении некоторых операций необходимо проявлять осторожность и принимать предохранительные меры. Так, нужны осторожность и навык при сколке, стесывании и рубке кирпичей (особенно огнеупорных); для выполнения этой работы печник должен иметь предохранительные очки. Необходимо следить за качеством и исправностью инструмента и подсобного оборудования. Применять негодный или требующий ремонта инструмент не разрешается. Металлический инструмент не должен иметь заусенцев и трещин. Крепление его на деревянных рукоятках должно быть надежным. Сами рукоятки необходимо делать из крепких пород дерева и гладко обстругивать.

Чтобы удалить из раствора для производства печных работ посторонние примеси (стекла, мелкие гвозди, острые камешки и т. п.), растворы должны быть тщательно процежены.

Распорки для укрепления траншей под фундамент необходимо устанавливать надежно. Они должны иметь достаточную длину и плотно входить между боковыми стенками. Устанавливать односторонние клинья не разрешается; клин может легко выскользнуть и распорки упадут.

Стремянки и подмости необходимо снабжать перилами. У основания перильных стоек (как и по краям настилов) надо прибить бортовые доски (ребром). Стремянки нельзя загружать даже временно каким-либо строительным материалом. Подмости и настилы (особенно при кладке на высоте) должны быть надежно закреплены. Необходимо надевать предохранительный пояс и веревкой привязывать его к безопасным по прочности местам, если на крыше, где печнику приходится работать, нет ограждения.

При гашении извести следует остерегаться брызг, носить защитные очки и крепкую обувь. Разгрузку извести надо производить в защитных очках и в маске. Известковый раствор перемешивать руками нельзя.

Большой осторожности требуют ремонтные работы. Разбирать кладку печи надо начинать с перекрытия. Особенно осторожно следует разбирать своды, вначале замок (верх) и далее — вниз (к пятам).

4. ПРАВИЛА ПЕРЕВОДА ПЕЧЕЙ НА ГАЗООБРАЗНОЕ ТОПЛИВО

4.1. ТРЕБОВАНИЯ К ОТОПИТЕЛЬНЫМ И ОТОПИТЕЛЬНО-ВАРОЧНЫМ ПЕЧАМ

1. К переводу на газовое топливо пригодны следующие конструкции отопительных и отопительно-варочных печей: с движением отходящих газов (в дальнейшем — дыма) по каналам, соединенным последовательно и имеющим не более пяти дымооборотов для отопительных печей и не более трех для отопительно-варочных; с движением дыма по каналам, соединенным параллельно; с движением дыма без каналов, свободно внутри полостей; с движением дыма по комбинированной системе каналов — параллельных, последовательных и без каналов. Не допускаются к переводу на газовое топливо печи с горизонтальным расположением каналов.

Примечание. Для определения количества дымооборотов и их состояния производится вскрытие зеркала печи. После осмотра и очистки каналов все вскрытые места заделывают.

2. Отопительные и отопительно-варочные печи разрешается газифицировать при условии, что они уста-

новлены на отдельном фундаменте или консолях. В районах с многолетнемерзлыми грунтами допускается выполнять фундаменты по принципу сохранения мерзлоты в соответствии с требованиями СНиП II-18-76.

3. На газовое топливо можно переводить печи с толщиной стенки не менее $\frac{1}{2}$ кирпича. Допускается перевод печей на газовое топливо с толщиной стенки в $\frac{1}{4}$ кирпича при наличии у печи металлического футляра (прил. 11).

4. Отопительные и отопительно-варочные печи, переводимые на газовое топливо, а также их дымоходы должны быть исправны, без трещин в кладке и завалов.

5. Каждая печь должна иметь достаточное число чисток в печи и дымоходе. Установка шиберов (вьюшек) обязательна только в районах с холодным климатом; отверстия должны иметь диаметр не менее 15 мм.

6. Для обеспечения полноты сжигания газа отопительные и отопительно-варочные печи необходимо оборудовать топливником с размерами, указанными в п. 8 настоящего раздела, и регулятором воздуха в виде дверцы, шиберы или другого устройства. Подвод воздуха для горения должен осуществляться через канал сечением не менее $0,5 \times 0,5$ кирпича. Входное отверстие канала оборудуется регулятором подачи воздуха и должно располагаться не менее чем на два ряда ниже топливника. Регулятор воздуха должен иметь регулируемое минимальное отверстие с площадью сечения 20 см^2 .

7. Тепловая мощность газогорелочных устройств для оборудования отопительных печей выбирается исходя из теплоотдачи печи с учетом теплопотерь здания, размеров печи и метода топки.

8. Размеры топливника отопительных печей проверяются по конструктивным и теплотехническим данным газогорелочного устройства, устанавливаемого в печь. Высота топливника определяется по формуле

$$N = A + c\sqrt{d^3/F},$$

где A — расстояние по вертикали от основания топливника до огневых отверстий горелки, мм; N — номинальная тепловая мощность газогорелочного устройства, ккал/ч; d и F — соответственно диаметр, мм, и суммарная площадь огневых отверстий основной горелки, мм², c — коэффициент, мм, зависящий от толщины перемычки между огневыми отверстиями основной горелки.

9. Топливник отопительных печей при переводе на газовое топливо следует футеровать огнеупорным кирпичом по ГОСТ 8691—73. В топливниках печей с тремя дымооборотами разрешается монтировать змеевики, секции радиаторов, бабки, предназначенные для местного водяного отопления или горячего водоснабжения.

10. Отопительные печи не должны иметь духовых шкафов и открытых конфорок (шкафы должны быть заложены кирпичом).

11. Отопительно-варочные печи, предназначенные к переводу на газовое топливо, должны иметь площадь основания не более 1 м^2 и не более трех шиберов (один — для летнего хода, другой — для зимнего, третий — вентиляционный).

12. При переводе отопительно-варочных печей на газовое топливо из огнеупорного кирпича должны быть выполнены:

а) один ряд кладки, на которую опирается чугунная плита;

б) футеровка стенки духового шкафа со стороны топливника (горелки).

Верхняя поверхность духового шкафа должна быть защищена от чрезмерного нагрева слоем глины со щебнем или асбестом толщиной не менее 2 см.

13. Размеры разделок и отступок, способы защиты сгораемых конструкций в разделках и отступах, минимальные расстояния от уровня сгораемого пола вокруг печи и сгораемого настила под печью до дна канала подвода воздуха для горения (зольника) должны приниматься, как для печей, работающих на твердом топливе, согласно требованиям СНиП II-33-75, см. прил. 7.

14. Если кладка печи находится в ветхом состоянии, ее необходимо разобрать, а затем выложить новую, специально сконструированную для газа печь. При выборе печи следует руководствоваться указаниями «Альбома отопительных и отопительно-варочных печей, рекомендуемых при использовании газового топлива», разработанного ГипроНИИгазом, или другими аналогичными документами, (например, «Типовые здания и сооружения. Серия 1.193—1. Печи бытовые отопительные. Альбом 1, ч. 2. Рабочие чертежи». М.: Центральный институт типовых проектов, 1970).

4.2. ТРЕБОВАНИЯ К ДЫМОХОДАМ

1. Дымоходы для отвода продуктов сгорания из печей должны выполняться вертикальными (насадными), отдельно стоящими или расположенными во внутренних капитальных стенах. Расположение дымоходов в наружных стенах домов не допускается.

2. Дымоходы выполняются из обожженного полного красного кирпича первого сорта (ГОСТ 530—71), керамических, асбестоцементных, стальных труб или из прочных бетонных блоков, отвечающих требованиям настоящих правил. Керамические, асбестоцементные и стальные трубы обкладывают кирпичом или другим негорючим теплоизоляционным материалом. В районах с холодным климатом дымоходы из красного кирпича от чердачного перекрытия до устья следует выполнять с изоляцией внутренних стенок (от воздействия конденсата) путем установки металлического патрубка, покрытого антикоррозионным огнеупорным составом.

Толщина стенки дымохода из красного кирпича или трубы, обложенной кирпичом, должна быть не менее 13 см. При теплоизоляции труб другим материалом толщина стенки принимается по расчету.

3. Противопожарные мероприятия для дымовых труб (дымовых каналов) следует выполнять в соответствии с требованиями п. 13 разд. 4.1 настоящих правил. Толщина стенок между отдельными дымоходами в кирпичной стене должна быть не менее 13 см ($1\frac{1}{2}$ кирпича).

4. Наружная поверхность дымовой трубы, расположенная выше кровли, должна быть оштукатурена цементным раствором, а в пределах чердака — теплым раствором толщиной 2—3 см.

5. Высота дымовых труб (дымовых каналов) над крышей здания устанавливается в зависимости от расстояния их от конька по горизонтали и должна быть над плоской крышей — 0,5 м, над коньком (если труба расположена на расстоянии от 1,5 м от конька) — 0,5 м, на уровне конька, если труба расположена на расстоянии от 1,5 до 3 м от конька — на уровне конька, если труба расположена на расстоянии более чем 3 м от конька — на линии, проведенной от конька вниз под углом 10° к горизонту. Во всех случаях высота

трубы над прилегающей частью крыши должна быть не менее 0,5 м.

Высота дымовых каналов (дымовых труб) от основания топливника до устья должна быть, как правило, не менее 5 м. В бесчердачных зданиях при условии обеспечения устойчивой тяги высота дымовых труб может быть принята менее 5 м.

6. Дымовые трубы не должны находиться в зоне ветрового подпора. Вывод дымовых труб из зоны ветрового подпора наращиванием производится только при наличии теплового расчета дымохода, подтверждающего целесообразность наращивания.

7. В пределах чердака наружные стенки дымоходов должны быть побелены и на каждом дымоходе нанесен краской номер соответствующей ему квартиры.

8. Отвод дыма от печи должен предусматриваться, как правило, по обособленному дымоходу. В существующих зданиях допускается присоединение к дымоходу не более двух бытовых печей, расположенных на одном или разных этажах, при условии ввода продуктов сгорания в дымоход на разных уровнях (не ближе чем 0,5) или устройства в дымоходе на такую высоту рассечек. Сечение дымохода должно соответствовать требованиям СНиП II-33-75.

9. Присоединение отопительных и отопительно-варочных печей к отдельно стоящим или проходящим во внутренних стенах дымоходам должно производиться с помощью соединительного патрубка длиной не более 0,4 м. Патрубки должны быть изготовлены из листовой стали толщиной не менее 1 мм с последующей изоляцией асбестовым картоном толщиной 30 мм и затиркой цементным раствором.

В существующих зданиях допускается присоединять печи к дымоходам перекидными рукавами с толщиной стенки $\frac{1}{4}$ кирпича, находящимися в футляре из кровельной стали. Длина горизонтального участка рукава (патрубка) должна быть не более 1 м. Соединительные патрубки и рукава должны прокладываться с подъемом к дымовой трубе не менее 1 см на 1 м длины. Ниже ввода соединительного патрубка устраивают карман глубиной 25 см. Для чистки кармана в его нижней части устанавливают герметичную дверцу или оборудуют специальную чистку.

10. Дымоходы проверяют на:

соответствие их настоящим правилам;
отсутствие трещин на наружной поверхности, сажи и смолы на внутренней поверхности;
отсутствие завалов и наличие нормальной тяги;
плотность заделки и обособленность;
наличие и исправность огнестойких разделок дымохода от сгораемых конструкций зданий;
исправность оголовка дымохода и его расположение вне зоны ветрового подпора.

Результаты проверки оформляют актом по установленной форме.

11. Проверка дымоходов на плотность, обособленность, отсутствие завалов и наличие тяги производится следующим образом:

задымлением обособленного канала, для чего в кармане канала сжигают материалы, дающие большое количество дыма (ветошь, полоски толя, смолистые вещества и т. п.). При этом выходное отверстие канала над крышей плотно закрывают. Появление дыма в смежных с дымоходом каналах или в примыкающих к дымоходу помещениях свидетельствует о неплотности или необособленности дымохода;

завалы выявляются опусканием на всю длину канала специального шара диаметром 100—110 мм. При этом следует соблюдать осторожность, чтобы не повредить стенки канала. Если шар свободно проходит до нижнего отверстия канала, то завалы в нем отсутствуют;

наличие тяги в дымовых каналах печи определяют с помощью узкой полоски тонкой бумаги, подносимой к смотровому отверстию топки. Отклонение бумаги в сторону топки свидетельствует о наличии тяги.

12. В процессе эксплуатации техническое состояние дымовых каналов отопительных печей проверяют один раз в год (перед началом отопительного сезона), каналов отопительно-варочных печей — трижды в год (перед началом отопительного сезона, в середине его и весной с наступлением оттепели). Кроме того, в зимнее время не реже 1 раза в месяц, а в районах с холодным климатом 2 раза в месяц техники-смотрители жилищных управлений, коменданты или лица, ответственные за отопление ведомственных домов, домовладельцы домов, принадлежащих им на правах личной собственности, должны лично производить осмотр

оголовков дымоходов газифицированных печей с целью предотвращения обмерзания и закупорки устьев дымоходов. Результаты проверки записывают в контрольный журнал (который хранится у домовладельцев и в жилищных управлениях); контроль записей осуществляют представители треста (конторы) газового хозяйства при очередной проверке газовых приборов.

4.3. СДАЧА И ПУСК В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ПЕЧЕЙ, ПЕРЕВЕДЕННЫХ НА ГАЗОВОЕ ТОПЛИВО

1. Переведенные на газовое топливо печи должны быть сданы комиссии в составе представителей эксплуатационной организации газового хозяйства (председатель), заказчика и строительно-монтажной организации. Комиссии предъявляют:

проект подводки газа к печам, утвержденный в установленном порядке, с внесенными в него всеми отступлениями и изменениями, допущенными в процессе монтажа;

акты проверки пригодности печей и дымоходов к работе на газовом топливе;

акт приемки в эксплуатацию внутридомового газового оборудования;

протокол о сдаче экзамена на знание правил техники безопасности в газовом хозяйстве (специальной комиссии при участии представителя Госгортехнадзора СССР) комендантами и управляющими домами (в жилых домах) и ответственными за газовое хозяйство (на предприятиях и в учреждениях);

документ, удостоверяющий обучение жильцов правилам безопасного пользования газифицированными печами.

2. Комиссия проверяет печи, дымоходы, горелки, газопроводы и исполнительно-техническую документацию на соответствие настоящим правилам.

3. После приемки комиссией переведенных на газовое топливо отопительных и отопительно-варочных печей пуск газа, пробная топка и наладка их работы производятся специальной бригадой газового хозяйства.

4. Эксплуатационная служба газового хозяйства обязана ознакомить потребителей газа с режимом работы печей, с инструкцией по их эксплуатации, прове-

сти инструктаж по практическим приемам включения и выключения газогорелочных устройств, установленных в печах, и вручить отпечатанные инструкции.

4.4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ ПО ПЕРЕВОДУ ПЕЧЕЙ НА ГАЗОВОЕ ТОПЛИВО

1. Производят наружный осмотр поверхности печи и дымовой трубы, футеровки топливника и его свода. Через чистки обследуют состояние перегородок между дымооборотами. Дымообороты должны соответствовать требованиям п. 1, разд. 4.1 настоящих правил.

2. При наличии на штукатурке печи трещин или вздутый их очищают от раствора, проверяют состояние швов и кирпичей и при обнаружении дефектных участков (трещин) печи и дымовой трубы их ремонтируют.

3. При обнаружении дефектов футеровки свода перегородок последние обновляют или заменяют. При необходимости перекладки свода вначале через одну из наружных стенок разбирают внутренние перегородки дымооборотов, а затем заменяют свод и перегородки. Печи, находящиеся в ветхом состоянии, перекладывают.

4. При выполнении работ по п. 1 дымовые трубы и дымообороты печи очищают от сажи и мусора через чистки. Если чисток нет, их следует оборудовать. При чистке дымовых труб шибер (выюшка) должен быть закрыт.

5. При переводе отопительных печей на периодический режим действия выполняются следующие работы:

5.1. Разбирают зеркало печи в зоне топливника. Удаляют топочную и зольниковую дверки, колосниковую решетку;

5.2. На втором ряду кирпичной кладки устанавливают регулятор подачи воздуха в соответствии с требованиями п. 6 разд. 4.1 настоящих правил. Выкладывают канал для подачи воздуха из зольника в топливник;

5.3. На два ряда выше канала подачи воздуха устанавливают рамку газовой горелки. Рамку в кладке крепят проволокой. Ее устанавливают одновременно с футеровкой топливника. Толщина футеровки 65 мм ($\frac{1}{2}$ кирпича). При малой ширине или глубине топливника, когда дополнительная футеровка невозможна,

стенки топливника выкладывают целиком из огнеупорного кирпича (их толщина $\frac{1}{2}$ кирпича) в соответствии с требованием п. 9 разд. 4.2 настоящих правил. При футеровке топливника кирпичи футеровки не следует перевязывать с кирпичами наружных стен печи;

5.4. Выше шибера печи на расстоянии в два ряда кирпича оборудуют отверстие в дымоход размером $0,5 \times 0,5$ кирпича и устанавливают прочистную дверку. Отверстие используют в качестве чистки, вытяжки и стабилизатора тяги;

5.5. После ремонта печи и оштукатуривания кирпичной кладки печь ставят на просушку;

5.6. По окончании строительных работ проверяют плотность кладки печи и дымовой трубы. Для этого в топливнике разжигают материалы, выделяющие при сгорании большое количество дыма. После появления устойчивого пламени плотно закрывают шибер (выюшку) печи. Если дым не проникает через кладку, она считается плотной. Проверка плотности дымовой трубы производится в соответствии с п. 11 разд. 4.2 настоящих правил.

5.7. Устанавливают газовую горелку в топливник печи.

6. При переводе отопительных печей на непрерывную топку газом выполняют работы по пп. 1—5 разд. 4.4 правил. Топливник футеровать не следует, так как непрерывная топка характеризуется постоянным температурным режимом стенок и относительно небольшой теплонапряженностью топливника.

7. При переводе отопительно-варочных печей на газовое топливо выполняются следующие работы.

7.1. Обследуют состояние внешней поверхности печи и дымовой трубы, футеровки стенки дымового шкафа (при его наличии), непосредственно соприкасающейся с дымом топочной камеры, чугунной плиты и духового шкафа. Через чистки обследуют состояние перегородок между дымооборотами. Обнаруженные дефекты устраняют.

7.2. При наличии в щитке более трех дымооборотов третий вертикальный дымооборот соединяют непосредственно с дымовой трубой, остальные отключают от системы дымооборотов.

7.3. Выполняются работы по п. 2 разд. 4.4. Щитки

отопительно-варочных печей с толщиной стенки $\frac{1}{4}$ кирпича оштукатуривают заново.

7.4. При расположении чугунной плиты на неогнеупорном кирпиче снимают плиту и один ряд кирпичей на который опиралась плита. На внешнюю поверхность духового шкафа (при его наличии) наносят слой глины со щебнем или асбестом толщиной не менее 2 см. Выкладывают один ряд кладки из огнеупорного кирпича, и плиту устанавливают вновь.

7.5. Выполняют работы по пунктам 5.2—5.7 разд. 4.4.

8. Строительные материалы и технология выполнения работ должны соответствовать требованиям «Указаний по трубочистнопечным работам, производимым организациями Всероссийского добровольного пожарного общества».

5. УСТРОЙСТВО УСАДЕБНОГО ДОМА

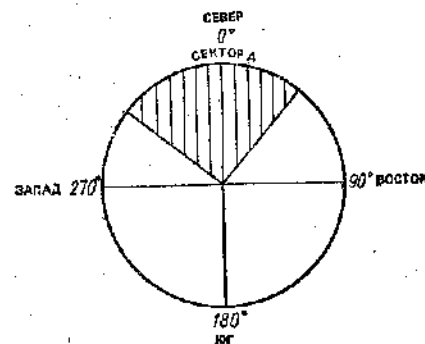
5.1. ПЛАНИРОВКА УСАДЕБНОГО ДОМА

Расположение дома на приусадебном участке. Правила застройки усадебных домов регламентируют отступ дома от границы тротуара не менее 5 м. Такое расстояние позволяет сделать дом от улицы зелеными насаждениями, защитить его от пыли и шума, лучше организовать пространство улицы.

При небольшой ширине участка (15—25 м) усадебный дом целесообразно расположить у его боковой границы. Такое расположение способствует лучшему использованию участка: создает оптимальные условия для наблюдения за усадьбой, сокращает внутриадабные связи, расширяет пространство перед домом.

При выборе проекта дома следует учитывать ориентацию участка по странам света. Ориентация всех жилых комнат на одну сторону горизонта в пределах сектора от 310° до 50° (сектор А, рис. 126) не рекомендуется. На указанный сектор горизонта допускается ориентировать не более одной жилой комнаты в двухкомнатных домах, двух жилых комнат в трех- и четырехкомнатных домах, трех жилых комнат в пяти- и шестикомнатных домах.

Рис. 126. Сектор ориентации жилых комнат усадебного дома



Практика самостоятельного строительства показывает, что при наличии в доме одного входа, он, как правило, располагается сбоку. Такое решение обеспечивает удобную связь квартиры (дома) с улицей и с хозяйственным двором и является наиболее экономичным. Два входа в дом рациональны в больших домах с развитой внутренней планировкой (наличие отапливаемых хозяйственных помещений, блокировка с хозяйственными постройками и т. д.).

На расположение дома на участке большое влияние оказывает его объемно-планировочное решение. В Нечерноземной зоне РСФСР традиционным считается постройка дома с фронтоном (щипцом, очельем), обращенным на улицу. Улица (главный проезд) в этом случае располагается «у лица» дома (рис. 127). Окна общей комнаты, как правило, ориентируют также на улицу. Летнее помещение (остекленную веранду, террасу, крыльцо) желательно совмещать с входом в дом. Расположение и ориентация окон кухни зависят от многих факторов и решаются по-разному, однако при наличии хозяйственного двора удобно, когда кухня имеет с ним визуальную связь. Окна спальни предпочтительнее ориентировать в сад.

В сельских населенных пунктах на участках одноквартирных и блокированных домов и на территории микрорайона секционных домов для каждой квартиры следует предусматривать хозяйственную постройку (сарай) с помещениями для хранения хозяйственного инвентаря и твердого топлива площадью не более 15 м^2 , для содержания скота и птицы площадью не

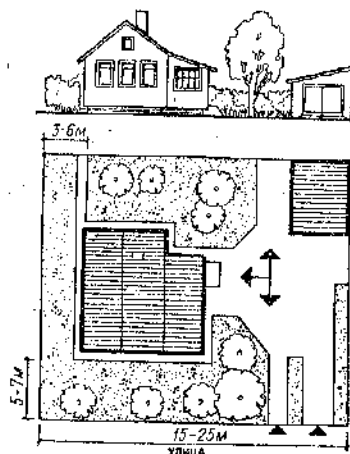


Рис. 127. Традиционная схема расположения дома на участке

более 10 м² (I тип), 20 м² (II тип), не более 35 м² (III тип).

Тип помещений принимается в зависимости от объема личного подсобного помещения, размеров общей площади квартир и нормативных актов, устанавливаемых республиканским законодательством.

Погреб имеет площадь не более 8 м². Высота помещений хозяйственных построек должна быть 2,2 м, погреба 1,9 м.

Примечания: 1. Допускается за счет средств населения размещение дополнительных хозяйственных построек с помещениями, не более: гаража для автомашины — 18 м², гаража для мотоцикла или снегохода — 7 м², летнего душа — 4 м², бани — 12 м², теплицы — 20 м², летней кухни — 10 м², хозяйственного навеса — 15 м²;

2. Допускается устройство погреба под помещениями для хозяйственного инвентаря и твердого топлива и под подсобными помещениями первого этажа дома;

3. Допускается помещения для хозяйственного инвентаря и твердого топлива размещать в подвальных или цокольных этажах;

4. Гараж не должен примыкать к жилым помещениям, он отделяется от других помещений пылегазонепроницаемыми стенами и перекрытиями с пределом огнестойкости не менее I ч; в чердачной части гаража запрещается хранение грубых кормов.

Расстояние между 1—2-квартирными домами с приусадебными земельными участками двух усадеб не нормируется. Расстояние от этих двух усадеб с хозяйственными постройками, включая гаражи, до до-

Таблица 12. Противопожарные разрывы между зданиями

Степень огнестойкости здания	Расстояние, м, при степени огнестойкости здания		
	I—II	III	IV—V
I, II	6	8	10
III	8	8	10
IV, V	10	10	15

мов и хозяйственных построек на соседних земельных участках должны приниматься, как указано выше.

Противопожарные расстояния между зданиями приведены в табл. 12.

Расстояние от веранд и стен дома с окнами жилых комнат до хозяйственного сарая и гаража, а также расстояния от последних до соседнего дома в пределах двух усадеб необходимо принимать не менее 7 м или предусматривать пристройку сарая и гаража к одно-, двухквартирному дому, к стенам без оконных проемов.

Сараи для скота и птицы, одиночные и двойные, а также бани необходимо размещать от жилого дома на расстоянии не менее 15 м.

Требования к объемно-планировочным решениям. Жилые комнаты не должны располагаться в цокольных и подвальных этажах. Высота этажа от пола до пола в двухэтажных домах принимается равной 2,8 м, жилых помещений от пола до потолка — не менее 2,5 м. Глубина жилых комнат при одностороннем освещении — не более 6 м и не превышает двойную ширину. Планировка дома должна обеспечивать удобную внутреннюю взаимосвязь помещений и одновременно их зонирование по функциональному назначению.

Прихожую, общую комнату, кухню-столовую вместе с летними помещениями желательно объединять в группу помещений дневного пребывания с возможностью устройства между ними непосредственной связи. Спальные комнаты желательно располагать в глубине дома, рядом с санитарным узлом.

Общая комната должна быть непосредственно связана с передней. Допускается проход в спальню через общую комнату. Спальни должны быть непроходными. Кухни проектируются с расчетом установки в них

необходимого санитарно-технического оборудования и кухонной мебели. У наружной стены желательно предусматривать встроенный холодный шкаф для продуктов. Ширина кухни при однорядном расположении оборудования должна быть, как правило, не менее 1,9 м, ширина передней — не менее 1,4 м. При двухрядном или угловом размещении оборудования, а также при расположении во втором ряду обеденного стола — не менее 2,3 м. Общая протяженность фронта оборудования (плита, мойка, рабочий стол и холодильник) должна быть не менее 1,4 м. В передней следует предусматривать место для вешалки длиной не менее: в 1—2-комнатных квартирах — 0,8 м; в 3-, 4-, 5- и 6-комнатных квартирах — 1,2 м. Встроенные шкафы не должны сокращать минимально допустимую ширину передней.

Ширина внутриквартирных коридоров и проходов, ведущих в жилые комнаты, должна быть не менее 1,1 м, остальных внутриквартирных проходов — не менее 0,85 м. Высота внутриквартирных коридоров, не ведущих в жилые комнаты, а также проходов, шлюзов и кладовых — 2,1 м. Ширина марша внутриквартирных лестниц (расстояние от стены до ограждений) — 0,9 м. Наибольший уклон 1:1,25. Ширина проступей забежных ступеней марша посередине их длины должна быть не менее ширины проступей незабежных ступеней, а в узком конце ступени — не менее 0,08 м. Высота проходов под лестничными площадками и маршами должна быть не менее 2 м до низа выступающих конструкций. Высота проходов, ведущих на чердак или в подвал, должна быть не менее 1,9 м.

Хозяйственные шкафы и кладовые не должны иметь дверей, открывающихся в сторону жилых комнат. Глубина шкафов, как правило, не менее 0,6 м, кладовых — не менее 0,8 м.

Во всех домах, кроме однокомнатных, санитарные узлы следует предусматривать отдельными. Вход из жилых комнат и кухни в совмещенный санитарный узел или туалет не допускается. Вход в ванную комнату должен быть из передней, коридора или шлюза; если он ведет из спальни или кухни, то ванная комната должна иметь вторую дверь для непосредственной связи с коридором, передней или шлюзом.

Размеры туалетов: при открытой двери наружу —

0,8×1,2 м; внутрь — 0,8×1,5 м. Двери из ванных комнат и совмещенных санитарных узлов должны открываться наружу.

Расположение ванных комнат и туалетов непосредственно над жилыми комнатами и кухнями не допускается. В домах с квартирами в двух уровнях ванные комнаты могут располагаться над кухнями.

Деревянные перекрытия над санитарными узлами должны быть беспустотными с открытыми балками и гидроизоляцией.

Естественное освещение. Жилые комнаты, кухни и неканализационные уборные должны иметь непосредственное естественное освещение. Отношение площади световых проемов комнат и кухонь к площади пола этих помещений находится в пределах 1:5,5—1:8.

За расчетную площадь светового проема принимается площадь проема окна или остекленной части балконной двери в свету с внешней стороны. Ширина простенков между световым проемом и поперечной стеной или перегородкой не более 1,4 м, за исключением случаев расположения проемов в противоположных или перпендикулярных наружных стенах комнат.

Вентиляция помещений. Жилые комнаты, кухни и неканализационные туалеты проветриваются через створки окон, фрамуги, форточки.

Кухни и санитарные узлы, оборудованные газовыми водонагревателями, должны быть обеспечены притоком воздуха у пола через решетки в дверях площадью 0,02 м² или через зазоры под дверями высотой не менее 0,03 м.

Объем ванных комнат или совмещенных санитарных узлов, оборудованных газовыми водонагревателями, должен быть не менее 7,5 м³. В кухне или ванне должно быть место для стиральной машины размером 0,75×0,45 м. Из помещений кухонь, туалетов, ванных (душевых), постирочно-моечных, совмещенных санитарных узлов, сушильных шкафов, кладовых для продуктов, помещений для локвартирных генераторов тепла, индивидуальных гаражей, подвалов должна быть предусмотрена вытяжная вентиляция через вентиляционные каналы с естественным побуждением.

При проектировании вентиляции кухонь и сани-

тарных узлов можно объединить вентиляционный канал из ванной комнаты (без унитаза) с вентиляционным каналом из кухни, а также вентиляционных каналов из туалетов и ванной или душевой. Возможно устройство горизонтальных чердачных сборных вентиляционных каналов. В этом случае не следует объединять каналы из помещений, обращенных на разные стороны здания.

Установка вытяжных вентиляторов в кухнях допускается только при отсутствии в них газовых водонагревателей. Не допускается объединение вентиляционных каналов из кухонь, санитарных узлов, кладовых для продуктов с вентиляционными каналами из помещений поквартирных генераторов тепла и гаражей.

Выбор проекта жилого дома. Современный сельский дом даже с упрощенным санитарно-техническим оборудованием является сложным и достаточно дорогостоящим сооружением, поэтому для его строительства необходим продуманный и детально разработанный проект. В составе действующих типовых проектов имеются объемно-планировочные и конструктивные решения, способные удовлетворить основные принципиальные требования индивидуальных застройщиков, однако социально-демографические особенности каждой семьи, конкретные условия для строительства, рельеф гидрогеологии и ограниченные возможности в приобретении необходимых строительных материалов часто требуют значительной корректировки таких проектов или их индивидуальной переработки.

При выборе проекта учитываются следующие факторы.

Состав жилого дома. В сельском доме, в отличие от городского, спальное место в общей комнате, как правило, не предусматривается, поэтому, например, для семьи, состоящей из 5 человек, необходима 4-комнатная квартира (дом). Для 3-х и 4-х человек соответственно 3-комнатные квартиры типа 3^а (спальня на два человека + спальня на одного человека) и 3^б (две спальни на два человека каждая). При развитом подсобном хозяйстве в составе дома желательно иметь хозяйственное помещение, используемое для кормовых. Для больших семей целесообразно устройство

отдельного помещения постирочной. В зависимости от социальных запросов семьи в составе дома может быть выделено отдельное помещение столовой (за счет сокращения размеров общей комнаты и кухни). В составе сельского дома часто предусматривают летние помещения. В средней полосе страны, они, как правило, располагаются под крышей. Это крыльцо, открытая (без стен) терраса (лоджия), остекленная веранда. Наиболее распространен последний тип помещения. При хорошей связи с кухней, общей комнатой и входом в дом веранда выполняет многофункциональную роль, являясь в теплое время года «филиалом» общей комнаты, столовой, иногда и спальней, а зимой дополнительным хозяйственным помещением.

Этажность дома. Двух-, трех- и четырехкомнатные дома строят обычно одноэтажными. Сельский дом, состоящий из 4-х и более жилых комнат может быть решен в двух уровнях, т.е. быть двухэтажным (с мансардой). В этом случае желательно, чтобы одна из спален оставалась внизу. Такое решение позволяет избавить от хождения по внутриквартирной лестнице членов семьи преклонного и малолетнего возраста и, кроме того, исключает необитаемость первого этажа в ночное время. Дом с квартирой в двух уровнях имеет хорошее зонирование помещений (спальни изолированы от помещений дневного пребывания), по сравнению с одноэтажным домом сокращенную площадь застройки и более «сOLIDный» экстерьер. Наиболее перспективным для семьи, состоящей из трех-четырех человек, является одноэтажный 3-комнатный дом с высокой крышей, позволяющей в перспективе расширить его за счет устройства мансарды. В тех случаях, когда необходимость расширения жилой площади в доме является сезонной (увеличение проживающих только в летнее время), самым рациональным может стать дом с летней неотопливаемой мансардой.

Санитарно-техническое оборудование. Из всех проблем, связанных с инженерным оборудованием сельского дома, самой сложной является канализация. Если в перспективе возможно подключение дома к существующим внешним сетям канализации или устройство местной канализации, то выбирают проект, в котором предусмотрен вариант полного санитарно-технического оборудования. Можно сказать, что комфорт

современного сельского жилища на 90 % зависит от наличия канализации. Электро-, водоснабжение и даже газоснабжение в большинстве случаев в средней полосе России проблемы не представляет.

Большое влияние на объемно-планировочное решение сельского дома оказывает система отопления. Самым простым в исполнении и надежным в эксплуатации является печное отопление. Срок службы правильно сложенных печей не уступает эксплуатационному сроку службы сельского дома. Однако, несмотря на простоту устройства печей и их гигиенические достоинства (дополнительная вентиляция помещений при топке), печное отопление оправдывает себя лишь в небольших домах. Уже в трехкомнатном доме с ограниченным составом подсобных помещений и проходной общей комнатой необходимо не менее двух печей. При изолированных спальнях и минимальном наборе хозяйственных помещений в таком же доме требуется установка трех-четырех печей, что по условиям эксплуатации нецелесообразно. Четырехкомнатные одноэтажные дома и дома с квартирами в двух уровнях должны иметь, как правило, водяное квартирное отопление с водоподогревателями (котлами) на твердом и газообразном топливе. Водогрейная установка для отопления (котел) может быть установлена как в отдельном помещении, так и непосредственно на кухне. В последнем случае лучше, если эта установка будет на газообразном топливе (при использовании твердого топлива, особенно угля, наблюдается значительное загрязнение воздуха сажей).

Материал для возведения стен. Основные отличительные особенности различных конструктивных решений усадебных домов состоят в виде материала для наружных стен. Перекрытия и крыши, как правило, во всех домах решаются с использованием деревянных конструкций. При выборе материалов и конструкций для стен следует руководствоваться экономическими, санитарно-гигиеническими и теплозащитными свойствами. Капитальные кирпичные стены имеют сравнительно невысокую стоимость (этот показатель определяется в основном транспортными расходами и стоимостью работ по кладке стен, удовлетворительные санитарно-гигиенические качества. Вместе с тем их теплозащитная эффективность невысока, особенно

при кладке из полнотелого кирпича. Для одно-двухэтажных домов кирпичные стены рекомендуется выкладывать либо с применением эффективного (дырчатого) кирпича, либо из полнотелого кирпича с внутренним утеплением. Следует учитывать, что кирпичные стены требуют относительно дорогостоящих фундаментов. Бревенчатые (рубленные) и брусчатые стены по капитальности уступают кирпичным, но по теплозащитным и санитарно-гигиеническим свойствам превосходят их. Огнестойкость и капитальность рубленых стен может быть повышена путем устройства на откосе кирпичной облицовки толщиной $\frac{1}{2}$ кирпича. Широкое распространение имеют стены деревянной каркасной и каркасно-панельной конструкции. При эффективном утеплителе (минеральная вата) они обладают хорошей теплозащитой, относительно недороги, не требуют тяжелых фундаментов, индустриальны в изготовлении. Облицовка стен огнестойкими материалами (кирпич, блоки) значительно повышает их качество. В индивидуальном домостроении могут быть с успехом применены стены и из других материалов (шлакобетон, керамзитобетон, арболит и т.д.). Целесообразность их применения определяется с учетом местных условий и перечисленных факторов.

Рабочие чертежи выбранного типового проекта заказывают в Центральном институте типовых проектов (ЦИТП) или его филиалах. Разрешительная документация на строительство дома по типовому проекту оформляется в районном отделе по делам строительства и архитектуры по месту жительства. Строительство по индивидуальным проектам разрешается в исключительных случаях облисполкомами. С 1982 г. действует положение, по которому индивидуальный застройщик может заключить типовой договор с проектировщиками на проведение проектных работ (частичная корректировка внутренней планировки и оборудования, разработка и привязка к местным условиям стен и фундаментов) и с подрядчиком на строительство индивидуального жилого дома.

3.2. ФУНДАМЕНТЫ, ЦОКОЛЬНАЯ И ПОДВАЛЬНАЯ ЧАСТИ ДОМА

Назначение и работа фундаментов. Фундаменты — опорная часть здания; передающая нагрузку от зда-

ния на основание. При устройстве фундаментов (особенно на пучинистых грунтах) следует хорошо представлять их работу. Стоимость и трудоемкость возведения фундаментов относительно высока (15—25 %), а исправление серьезных ошибок, допущенных при их устройстве, часто превышает первоначальные затраты. На рис. 128 показаны основные силы, действующие на фундамент в пучинистых и подвижных грунтах.

В Нечерноземной зоне РСФСР пучинистые грунты (глины, суглинки, супеси, мелкие пески) встречаются чаще, чем непучинистые (средние, крупнозернистые и гравелистые пески, крупнообломочные и скальные породы). При расчете, конструировании и устройстве фундаментов необходимо учитывать, что силы морозного пучения, действующие по касательной на боковые поверхности фундаментов (снизу вверх) составляют 6—10 т на 1 м^2 и в легких зданиях почти всегда превосходят вертикальные силы, действующие на фундамент от вышерасположенных конструкций. Для устранения или уменьшения касательных сил морозного пучения могут быть применены следующие мероприятия при устройстве фундаментов: наклонные стены, обмазка стен, препятствующая их смерзанию с грунтом, вертикальное армирование, связывающее нижние и верхние части фундамента, устройство анкера в нижней части фундамента, утепление отмостки для уменьшения глубины промерзания грунта, осушение грунта дренажом.

Типы фундаментов. В зависимости от взаимодействия с грунтом (основанием) фундаменты бывают неподвижными (стационарными) и подвижными (плавающими). В малоэтажном домостроении почти всегда применяют стационарные фундаменты, опирающиеся на неподвижное основание. Плавающие фундаменты устраивают только на пучинистых грунтах, способных изменять свой объем во влажном состоянии в процессе замораживания и оттаивания, при этом их конструктивное решение (чаще всего в виде сплошной или решетчатой железобетонной монолитной плиты) принимают с учетом периодических вертикальных перемещений. Такие решения бывают оправданными для небольших по объему и простых в плане сооружений, в том числе жилых домов, строящихся на тяжелых пу-

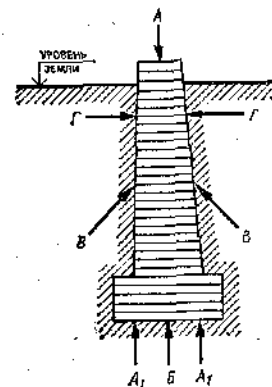


Рис. 128. Силы, действующие на фундамент в пучинистых и подвижных грунтах

Рис. 129 Возведение бутовых фундаментов в непучинистых (а) и пучинистых (б) грунтах

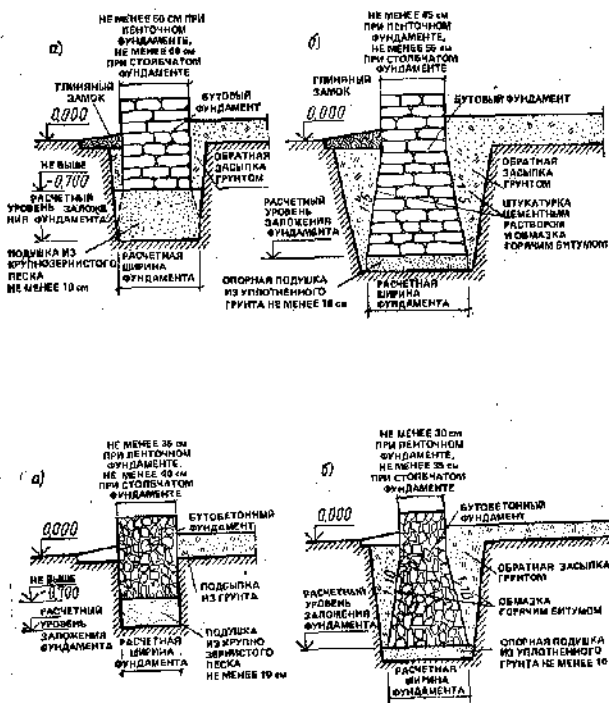


Рис. 130. Кладка бутобетонных фундаментов в непучинистых (а) и пучинистых (б) грунтах

чинистых или просадочных грунтах с большой глубиной их сезонного промерзания.

Стационарные фундаменты бывают в основном двух типов: ленточные и столбчатые. Первые применяют для домов со стенами, сложенными из тяжелых материалов (кирпич, шлакобетон, керамзитобетон), вторые — для домов с рублеными, брусчатыми, каркасными и щитовыми стенами, а также для открытых и закрытых хозяйственных и летних помещений.

Различают фундаменты песчаные, бутовые, бутобетонные, бетонные, кирпичные.

Песчаные фундаменты из крупнозернистого песка изготовляют, укладывая песок слоями по 15—20 см; каждый слой поливают водой. Верх песчаного фундамента (не доходя 25—30 см до планировочной отметки) выкладывается из щебня, гравия или кирпичного боя на растворе с послойным трамбованием. Песчаные фундаменты устраивают для небольших одноэтажных зданий на непучинистых грунтах с низким уровнем грунтовых вод (ниже на 0,5—1 м расчетного уровня заложения фундамента) и хорошим поверхностным водоотводом.

Бутовые фундаменты выполняют из крупного булыжника, рваного; плоскостного и плитнякового камня (известняк объемной массой не менее 1800 кг/м³, песчаник, гранит, диорит, базальт, ракушечник объемной массой не менее 1500 кг/м³). Камни укладывают на растворе вручную рядами без опалубки. Бутовые фундаменты годятся для любых типов 1—2-этажных зданий, практически на любых основаниях. Следует отметить, что при кладке из плитняка толщина фундаментов может быть уменьшена до 30 см (рис. 129).

Бутобетонные фундаменты из мелкого булыжника, щебня, гравия, боя хорошо обожженного глиняного кирпича устраиваются, как правило, в опалубке. Заполнитель утапливают в раствор послойно с трамбованием. При мелком заложении (до 1 м от поверхности) и вертикальных стенках траншей или котлованов возможна укладка бутобетонных фундаментов без опалубки. Такие фундаменты применяют для всех типов 1—2-этажных жилых домов практически на любых основаниях (рис. 130, 131).

Бетонные монолитные фундаменты со ще-

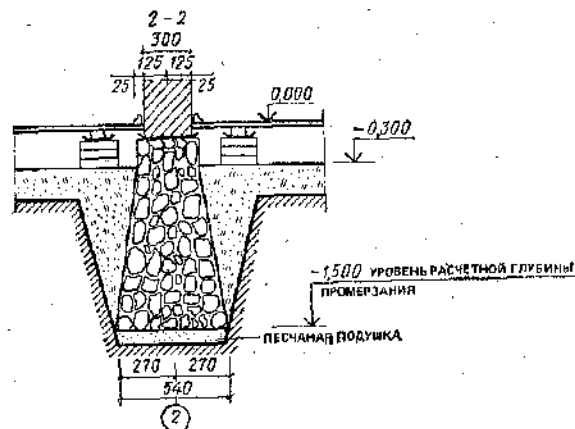


Рис. 131. Конструкция фундамента, возводимого в пучинистых грунтах

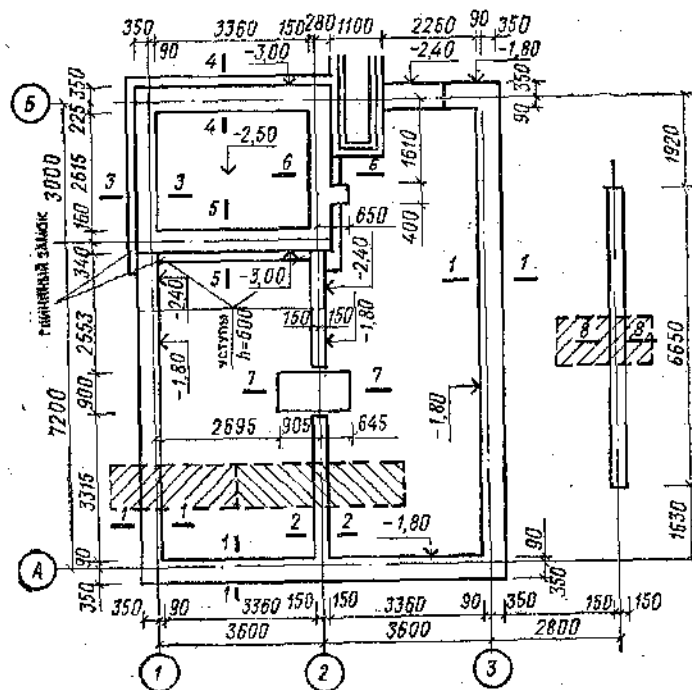


Рис. 132. План ленточных фундаментов

бепочным или гравийным заполнителем. Фундаменты из бетона пригодны для всех видов зданий, на любых основаниях. Они экономичны, надежны, долговечны, особенно при армировании металлом. При устройстве ленточных (рис. 132), столбчатых и плитных фундаментов бетон укладывают в опалубке послойно с трамбованием. Требуют тщательного выполнения подготовительные работы (разбивка осей, отрывка траншей, устройство опалубки, установка арматуры).

Кирпичные из хорошо обожженного глиняного кирпича фундаменты требуют защиты от агрессивных сред. По капитальности и долговечности уступают бутобетонным и бетонным фундаментам. Сооружаются при отсутствии более долговечных материалов. Высокое стояние грунтовых вод и большая глубина заложения исключают использование кирпичных фундаментов.

Стены подвала. Если в составе дома предусмотрен подвал, то его стены, как правило, совмещают с ленточными фундаментами несущих стен. При столбчатых фундаментах возможно устройство круглого в плане подвала. Он наиболее экономичен по расходу материалов (давление бокового грунта гасится круглой формой, и стены подвала могут быть тонкими).

Однако следует отметить, что вертикальные стены такого подвала без достаточной нагрузки могут в пучнистых грунтах иметь сезонные вертикальные перемещения. Для предотвращения пучения стены лучше выполнять наклонными.

Толщина стен подвала зависит от материала, глубины подвала и длины стены в свету. В табл. 13 приведены ориентировочные данные для прямоугольных в плане подвалов. Устройство подвала в условиях высокого стояния грунтовых вод (выше уровня пола подвала) не рекомендуется, поскольку защита от проникания грунтовых вод требует сложной гидроизоляции.

Цоколь дома. Часть наружной стены, ограждающей подпольное пространство дома, называется цоколем. При ленточном фундаменте цоколем обычно является его верхняя часть, выступающая над поверхностью земли, при столбчатом — промежуточные стены, устраиваемые между столбами (забирка).

Таблица 13. Ширина фундамента при сооружении подвала, см

Материал для стен подвала	Глубина подвала (расстояние от планки до отметки пола подвала), м	Минимальная ширина фундамента			
		при длине стены до 3 м		при длине стены 3—4 м	
		вверху	внизу	вверху	внизу
Бутовая кладка	{ 2 2,5	60 60	80 90	75 75	90 105
Бутобетон	{ 2 2,5	40 50	50 60	50 50	60 80
Бетон монолитный	{ 2 2,5	20 20	30 40	25 25	40 50
Бетонные блоки	{ 2 2,5	25 25	40 50	30 30	50 60
Кирпичная кладка	{ 2 2,5	38 38	64 77	51 51	77 90

В зависимости от соотношения с внешней плоскостью наружных стен цоколи могут быть выступающими и западающими. Наиболее традиционной является выступающая форма цоколя. Она необходима, если цоколь выкладывают из бутов или если стены дома сооружают из легких каменных материалов, например ракушечника. Выступающий цоколь позволяет выправить положение стен при наличии ошибок в положении фундаментов. Вместе с тем выступающему цоколю присущи недостатки: необходимость устройства защитного слива на выступающей за пределы наружной стены горизонтальной плоскости, относительно большой расход материалов и невысокое эстетическое качество. Западающая форма цоколя более эстетична в современном домостроении. Кроме того, она позволяет укрыть от непосредственного внешнего воздействия гидроизоляцию и тем самым улучшить ее работу. Западающий цоколь более экономичен по расходу материала, особенно при большой толщине наружных стен. Однако устройство западающего цоколя требует более тщательного производства работ.

При устройстве фундаментов следует учитывать, что их работа, т.е. способность нести нагрузку без деформации, может быть эффективной только при соблюдении технических условий, на которые они были рассчитаны. Например, фундаменты, оставленные на

зимнее время без нагрузки (без стен и перекрытий), могут быть деформированы. Непредвиденная деформация может произойти и в том случае, когда уже построенный дом в зимнее время не эксплуатировался, а глубина заложения фундамента была рассчитана с учетом теплового режима эксплуатируемого дома. Во всех случаях следует стремиться к тому, чтобы строительство дома и ввод его в эксплуатацию осуществлялись за один строительный сезон.

Перед началом строительства все основные строительные материалы должны быть расположены в непосредственной близости от строительной площадки. Камень, песок, кирпич, асбестоцементные листы складывают на открытых площадках. Пиломатериалы, столлярные изделия, утеплитель, цемент, известь, листовые материалы хранят под навесом (рис. 133).

Строительство дома начинается с разбивки его плана в натуре. Для установки разбивочных осей вокруг дома на расстоянии 1—1,5 м от края будущего котлована забивают деревянные столбики или обрезки металлических труб. При большом числе осей и часто их расположении устраивают так называемую обноску из досок, прибиваемых к столбикам. В местах крепления разбивочных осей для лучшей их фиксации в досках обноска делают неглубокие пропилы. Если разбивочных осей немного, можно обойтись при их привязке отдельными столбиками, лучше из обрезков металлических труб. Для лучшей фиксации осей верх трубы следует пропилить на глубину 3—5 мм, а саму трубу жестко закрепить в земле. Проволоку или леску обычно крепят на 20—30 см выше гидроизоляционного слоя будущей стены с таким расчетом, чтобы было удобно пользоваться отвесом при устройстве фундаментов и цоколя. После закладки стен разбивочные оси убирают.

Перед рытьем траншей, ям или котлованов со всей площади, где намечается строительство (срезка или подсыпка), необходимо снять верхний растительный слой грунта (гумус), перевезти его в сад или на огород. Для предохранения ям и котлованов от затопления дождевой водой с верхней стороны участка устраивают водоотводную канаву. Земляные работы выполняют либо вручную, либо с помощью землеройных механизмов.

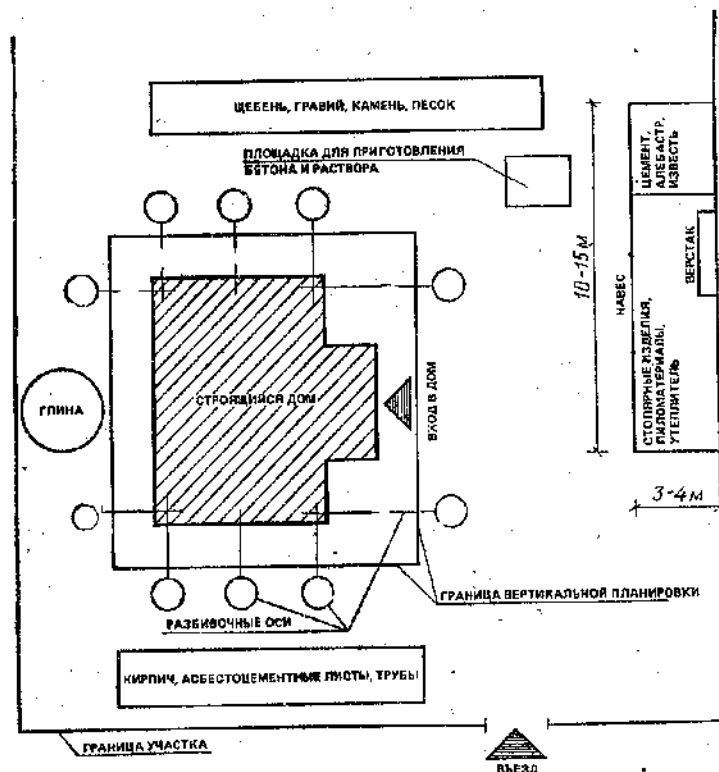
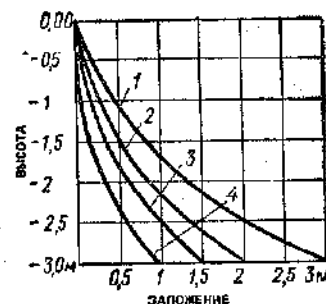


Рис. 133. Примерная схема организации строительной площадки

Рис. 134. Наибольшая крутизна откосов земляных выработок в сухих грунтах в зависимости от глубины выработки и вида грунта

1 — песок и гравий; 2 — супесь и насыпной грунт; 3 — суглинок; 4 — глина

При мелком заложении фундаментов на непучинистых грунтах рытье траншей и ям целесообразно производить вручную. В этом случае при аккуратной работе в суглинках и глинах (а такие грунты встречаются чаще остальных) можно оставлять вертикальные земляные стенки и использовать их в качестве опалубки. При глубоком заложении фундаментов, а также при рытье котлована для подвала желательнее использовать землеройную технику: автобур для бурения скважин под столбчатые фундаменты, экскаватор для рытья котлованов и траншей под ленточные фундаменты и подвалы.

Разбивка плана траншей, ям и котлованов производится с учетом допустимой крутизны земляных откосов.

Следует отметить, что котлованы и траншеи с вертикальными стенками можно отрывать лишь в плотных глинистых и суглинистых грунтах при отсутствии грунтовых вод на глубину не более 1—1,5 м. На рис. 134 показана наибольшая допустимая крутизна откосов земляных выработок. Например, при рытье в суглинке котлована глубиной 2 м заложение равно 0,6, в песчаном грунте — 1,3, в глине — 0,3 м. При необходимости увеличить крутизну откосов (стесненные условия строительства, большая глубина заложения фундаментов) при заблаговременном (за 2—3 недели до укладки фундаментов) устройстве котлованов и траншей, а также при появлении грунтовых вод их стены укрепляют стойками, щитами и распорками из подручных материалов (жерди, подтоварник, горбыль).

Кладку фундаментов следует, как правило, производить сразу же после рытья траншей, ям или котлованов. Если в котлован попала вода, то непосредственно перед закладкой фундаментов воду и разжиженный грунт удаляют. Кладку фундаментов начинают с самых нижних участков.

Материалы для подземной части дома и цоколей выбирают в зависимости от геологических условий в табл. 14.

Бутовые фундаменты. При небольшой (до 1 м) глубине заложения фундаментов и вертикальных стенках траншей бутовые фундаменты можно выкладывать способом «под залив». По этому способу на

Таблица 14. Исходные материалы для строительства подземной части дома и цоколей

Геологические условия	Природные материалы			Марка растворов		
	известковый раствор 1:3	песчаный раствор 1:3	песчаный раствор 1:3	цементно-песчаный	цементно-песчаный	цементно-песчаный
Грунты маловлажные. Уровень грунтовых вод ниже 3 м от поверхности земли	+	+	+	+	10	10
	+	+	+	+	25	25
	+	+	+	+	50	50
Грунты влажные. Уровень грунтовых вод от 1 до 3 м от поверхности земли	+	+	+	+	10	10
	+	+	+	+	25	25
	+	+	+	+	50	50
Грунты насыщенные водой. Уровень грунтовых вод менее 1 м от поверхности земли	+	+	+	+	10	10
	+	+	+	+	25	25
	+	+	+	+	50	50

дно траншей насухо враспор со стенками траншей укладывают ряд бутового камня или булыжника высотой 15—20 см, пустоты заполняют щебнем, трамбуют и заливают раствором. Последующие ряды укладывают аналогично, но без трамбования.

В траншеях с наклонными стенками бутовый фундамент выкладывают «под лопатку». Для каждого ряда производят подбор камней по высоте. Наружные ряды (верста) выкладывают на растворе из более крупных постелистых камней. Промежуток между верстами (забутка) заполняют мелкими камнями и заливают раствором. Кладку ведут с обязательной перевязкой швов.

При устройстве бутовых фундаментов в пучинистых грунтах их стенки следует выполнять наклонными, сужающимися кверху. Для уменьшения сил бокового сцепления при замораживании грунтов боковые поверхности затирают цементным раствором и обмазывают горячим битумом.

Бутобетонные фундаменты. Бутобетонные фундаменты требуют устройства опалубки. В непучинистых грунтах роль опалубки могут выполнять аккуратно отбитые вертикальные стенки траншей и ям. В этом случае для выравнивания неровностей и предотвращения осыпания грунта в процессе производства работ целесообразно закрыть боковые стенки траншей и ям старыми кусками толя, рубероида или пергамина (рис. 135).

В пучинистых грунтах стенки бутобетонных фундаментов так же, как и бутовых, для уменьшения сил бокового сцепления, возникающих при сезонных деформациях грунта, делают наклонными. Щиты опалубки изготавливают заранее и устанавливают сразу же после отрывки траншей и котлованов. Последовательность работ намечают, исходя из объемов производства бетона. При ручном изготовлении раствора и невысоких темпах выполнения работ возможно поэтапное использование опалубки с еженедельной перестановкой ее на новые участки. Так, если бетонирование ленточных фундаментов рассчитано на месяц, то при еженедельной перестановке щитов достаточно иметь опалубку на $\frac{1}{4}$ часть фундаментов. Щиты опалубки могут быть переставными, как по вертикали (при послойном бетонировании по всему

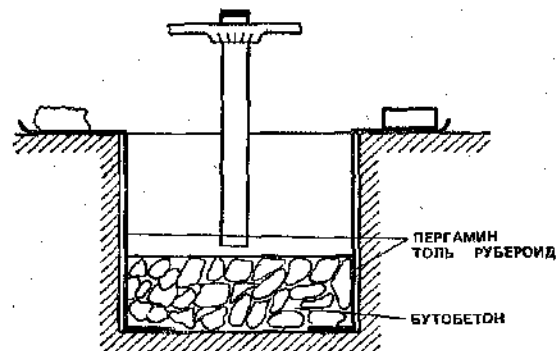


Рис. 135. Устройство бутобетонных фундаментов в траншеях с вертикальными стенками

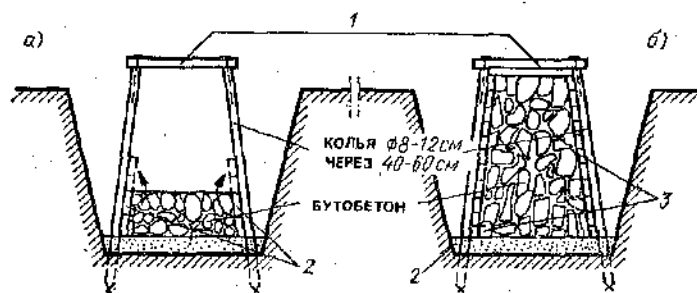


Рис. 136. Схема устройства опалубки для бутобетонных фундаментов при бетонировании послойно (а), на всю высоту (б)
1 — доски; 2 — переставные щиты; 3 — опалубка

фронту фундаментов), так и по горизонтали (при бетонировании отдельными участками на всю высоту, рис. 136).

Для упрощения распалубки рабочие поверхности щитов (особенно переставной) перед бетонированием покрывают известковым или глиняным молоком. Нестроганные поверхности закрывают пленкой, толем или рубероидом.

В отличие от бутовых фундаментов, где каждый камень подбирается и затем на растворе укладывается на свое место, в бутобетонных фундаментах камни послойно утапливаются в раствор без особой сортировки по размеру и перевязки рядов. При длительной

Таблица 15. Примерный состав бетонов и растворов на портландцементе для подземной части дома и цоколей (по объему)

Марка цемента	Состав бетонов и марка				Состав растворов					
	цемент + песок + щебень (гравий)				цементно-глиняный (цемент : глина : песок) М10	цементно-известковый (цемент : известь : песок)		цементный (цемент : песок)		
	М80	М75	М70	М100		М10	М25	М10	М25	М50
100	1:2,5:4,5	1:2:4	1:1,5:3,5	1:0,4:4	1:0,5:6	1:0,2:3	1:4	1:3	1:2,5	
200	1:3:5	1:2,5:4,5	1:2:4	1:0,6:6	1:1:8	1:0,4:5	1:6	1:4	1:3	
300	1:3,5:5,6	1:3:5	1:2,5:4,5	1:0,8:8	1:1,5:10	1:0,6:7	1:8	1:6	1:4	
400	1:4:6	1:3,5:5,5	1:3:5	1:1:10	1:2:12	1:0,8:10	1:10	1:8	1:6	

Примечание. При использовании пуццоланового цемента или шлакопортландцемента его содержание в растворах и бетонах увеличивается на 20 %.

паузе в бетонировании (более 6 ч) верхний ряд камней следует наполовину не заливать раствором. Состав растворов и бетонов принимается по табл. 15. Пластичность раствора должна обеспечивать свободное утапливание камней без трамбования.

Распалубку фундаментов можно производить не ранее, чем через неделю. Наружные поверхности после снятия опалубок следует затереть цементным раствором и покрыть горячим битумом.

Расход цемента в бутобетонных фундаментах больше, чем в бутовых, однако первые менее трудоемки в производстве работ и более надежны в эксплуатации.

5.3. СТЕНЫ

Наружные стены должны обеспечивать теплозащиту, прочность, долговечность, звукоизоляцию и архитектурную выразительность, а внутренние — прочность и звукоизоляцию. По конструктивному решению различают следующие типы:

мелкоблочные из кирпича и мелких блоков массой до 50 кг, выкладываемых вручную без подъемных механизмов;

крупноблочные из крупных блоков массой более 50 кг, монтируемых с помощью подъемных механизмов;

панельные или щитовые из готовых элементов с оконными и дверными проемами;

рубленые из бревен или деревянных брусков длиной до 6,5 м;

каркасные из стоек и горизонтальных обвязок с обшивкой листовыми или погонажными материалами;

литые или набивные из грунтовых смесей, монолитного бетона, арболита и других материалов;

композитные или многослойные с использованием разнообразных материалов в различных конструктивных сочетаниях.

Наибольшее распространение в самодеятельном домостроении получили дома с кирпичными, рублеными, каркасными и монолитными стенами.

Стены из кирпича огнестойки, биостойки, прочны и долговечны. При правильно выполненной кладке срок их службы превышает 100 и более лет. Для од-

Таблица 16. Основные виды конструкций наружных кирпичных стен

Материал	Тип конструкции стены	Толщина кладки, мм	Масса 1 м ² стены, кг	Сопротивление теплопередаче, М ² ·ч·°С/ккал	Расход основных материалов на 1 м ² стены			Допустимая рас-четная температура наружного воздуха, °С
					Усл. кир.-пич. шт.	раствор, л	штукатур.-песч.	
Кирпич глян-ный обыкновен-ный и силикат-ный объемной массой 1800 кг/м ³	Стена сплошной кладки на холодном растворе с наружной расшивкой швов и внутренней штукатуркой	250	480	0,57	102	62	25	-3
		380	710	0,76	152	96	25	-10
		510	960	0,94	204	127	25	-20
		640	1180	1,13	256	160	25	-30
		770	1410	1,32	308	193	25	-40
	Стена с воздушной прослойкой в кладке на холодном растворе с на-ружной и внутренней штукатуркой	420	720	0,93	152	85	50	-20
		550	950	1,19	204	117	50	-33
		680	1190	1,32	256	150	50	-40
	Стена с облицовкой изнутри плитам толщиной 8 см и объемной массой 1000 кг/м ³ на откос. Кладка на хо-лодном растворе с наружной и внут-ренней расшивкой швов	250	530	0,98	102	62	—	-22
		380	770	1,16	152	95	—	-31
		510	1000	1,34	204	127	—	-41

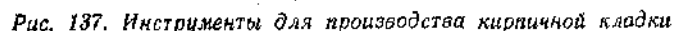
Кирпич эффек-тивный (много-дырчатый), спе-циальными пу-стотами объ-емной массой 1300 кг/м³

Стена с термозащитой и попере-чными кирпичными стенками (холод-ная кладка) с наружной расшивкой швов и внутренней штукатуркой. Те-плоизоляция из бетона марки «10» с объемной массой 1400 кг/м ²	380	700	0,8	114	71	25	—12
	420	800	0,91	118	74	25	—18
	510	900	1,02	124	77	25	—24
	580	1000	1,14	130	80	25	—30
Стена сплошной кладки на холодном растворе с наружной расшивкой швов и внутренней штукатуркой	640	1100	1,26	135	84	25	—35
	680	1200	1,38	140	88	25	—42
Стена с воздушной прослойкой в кладке на холодном растворе с на-ружной и внутренней штукатуркой	420	530	0,7	103	50	25	—7
	550	700	0,96	154	76	25	—21
	680	870	1,22	206	102	25	—35
			1,48	259	128	25	—48
Стена с воздушной прослойкой в кладке на холодном растворе с на-ружной и внутренней штукатуркой	420	530	1,13	154	66	50	—30
	550	700	1,39	206	92	50	—42
	680	870	1,65	259	118	50	—55

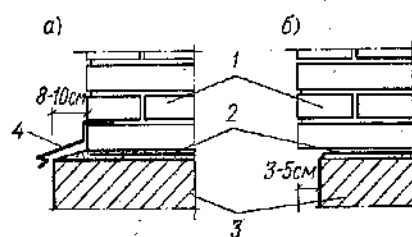
Применение сплошной кирпичной кладки для наружных стен малоэтажных зданий из полнотелого кирпича толщиной более 38 см экономически нецелесообразно и допускается только для сырых помещений (ванная, постирочная, баня) с влажностью воздуха более 75 %. Толщина стен в зависимости от расчетной температуры конструкции стены и типа кирпича указана в табл. 16.

Толщина внутренних несущих стен не менее 25 см (один кирпич), сечение столбов и простенков не менее 25×38 см. Для кладки вентиляционных и дымовых каналов применяют глиняный, (красный) кирпич без трещин и сколов. Кирпичные перегородки выкладывают толщиной 12 см (1½ кирпича) и 6,5 см (кирпич «на ребро»). При длине перегородок, выложенных из кирпича «на ребро» более 1,5 м, их армируют проволокой диаметром 2—4 мм через 2—3 ряда по высоте.

Для успешной кладки кирпичных стен необходим специальный инструмент (рис. 137): кельма или штукатурная лопатка для укладки и разравнивания раствора, молоток-кирочка для колки в тески кирпича, расшивка для разделки швов между кирпичами, порядовка с делениями через 75 мм (при толщине шва 10 мм) и через 100 мм (при укладке «полуторного» кирпича высотой 88 мм и толщине шва 12 мм) для контроля рядов кладки по высоте, шнур-причалка, натягиваемый по маякам между порядовками для соблюдения строгой горизонтальности рядов кирпичной кладки и отвес (весок) для проверки вертикальности стен.



1 — кладка; 2 — гидро-
изоляция; 3 — цоколь;
4 — слив из оцинкован-
ной стали



Стены возводят после устройства фундаментов и цоколя. Если цоколь кирпичный, то кирпичную кладку начинают с него. Во всех случаях первые ряды кирпичей укладывают на поверхность, выровненную раствором по вертикали и горизонтали. Если кирпич-

ная кладка начинается выше уровня планировочной отметки земли, то между ней и основанием (верхний обрез фундамента, поколь или ростверк) укладывается гидроизоляционный слой из 1—2 слоев толя или рубероида или из цементного раствора 1:2 толщиной 2 см. При выступающем цоколе по периметру здания устраивают слив из оцинкованной кровельной стали. Его верх заделывают в кирпичную кладку (рис. 138). При западающем цоколе слив не нужен, но в этом случае первый нависающий ряд кирпича укладывается «на тычок».

Для прочности кирпичную кладку ведут с перевязкой швов, используя при этом не только целый кирпич, но и его части ($\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$). В необходимых случаях для усиления несущих простенков и столбов кирпичную кладку армируют сеткой из проволоки диаметром 3—6 мм с ячейками 5—10 см через 4—6 рядов. Если кирпичная стена штукатурится с двух сторон, следует стремиться к перевязке швов в каждом ряду в продольном и поперечном направлениях (рис. 139). При кладке стен с расшивкой швов перевязка лицевых кирпичей подчиняется принятому рисунку кирпичной кладки, однако и в этом случае облицовочный ряд кирпичей должен быть перевязан со стеной не реже чем через 5 рядов.

В строительстве используют различные схемы кладки. Одной из старых схем является цепная кладка с перевязкой швов в каждом ряду. Эта кладка требует большого числа трехчетвертных кирпичей и относительно высокой квалификации каменщика. Значительно проще кирпичная кладка со сплошной перевязкой всех швов через 4; 5 или 6 рядов. Как показывает практика, при обычных условиях эксплуатации прочность обеих схем кладок практически одинакова. В тех случаях, когда требуется повышенная прочность стены, наибольший эффект обеспечивает горизонтальное армирование кирпичной кладки проволоочной сеткой.

Для столбов сечением 380×380 мм возможен вариант кладки «корзинкой» с заполнением средней части кирпичным боем на растворе. Если внутрь поместить вертикальный металлический стержень из обрезков старых труб, то прочность столба значительно возрастет. На рис. 140 показан внешний вид наруж-

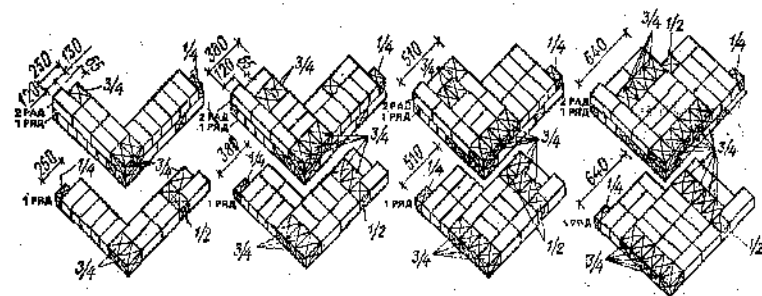


Рис. 139. Сплошная кирпичная кладка наружных стен толщиной 250, 380, 510 и 640 мм с образованием прямого угла и четвертей оконных и дверных проемов при цепной перевязке швов

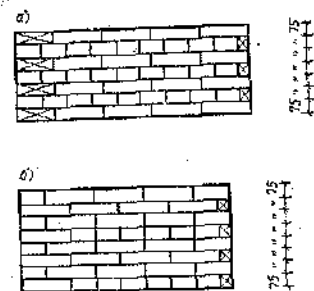
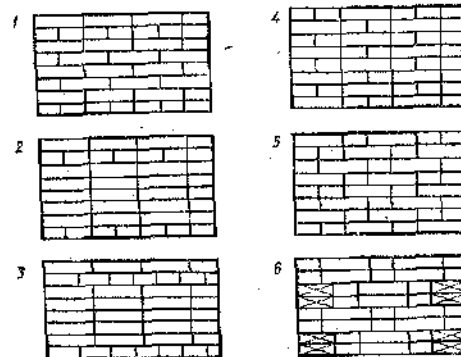


Рис. 140. Фасады кирпичных стен при кладке

а — цепной; б — с четырехрядной перевязкой швов; 1—6 — с наружной облицовкой

ных стен в зависимости от вида кладки и кирпичной облицовки.

В малоэтажном строительстве стены обычно выкладывают сплошной кладкой из эффективного кирпича (дырчатый, щелевидный и др.). При недостаточ-

ной морозостойкости таких изделий рекомендуется сочетать их с наружной лицевой кладкой из обыкновенного кирпича или с облицовкой стен фасадными плитками (табл. 17).

Таблица 17. Физико-механическая характеристика кирпича и область его применения

Кирпич	Размер, мм	Объемная масса, кг/м³	Условия применения
Глиняный обыкновенный пластического прессования	250×120× ×65	1700— 1900	Без ограничения
То же, полусухого прессования	250×120× ×65	1600— 1800	Кроме наружных стен ванных комнат без дополнительной защиты
Глиняный пустотелый пластического прессования	250×120× ×65 250×120× ×88	1200— 1400	Без ограничения
То же, полусухого прессования	250×120× ×65 250×120× ×88	1100— 1300	Кроме наружных стен ванных комнат без дополнительной защиты
Строительный легкий (тепелый)	250×120× ×65	900— 1100	При наличии облицовки
Силикатный	250×120× ×65 250×120× ×88	1600— 1800	Кроме наружных стен ванных комнат без дополнительной защиты

Стены с воздушной прослойкой характеризуются более высокими теплозащитными свойствами в сравнении со сплошной кладкой (на 15—20 %) и выполняются при использовании как полнотелого, так и эффективного кирпича. При этом виде кладки лицевые (ложковые) ряды имеют перевязку с основной стеной благодаря укладке через 4—6 рядов тычкового ряда

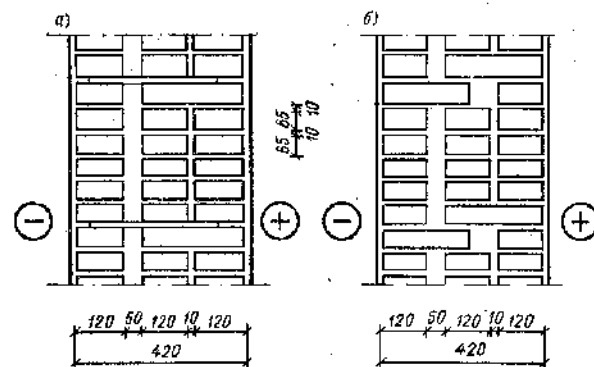


Рис. 141. Стены с воздушными прослойками из обыкновенного и эффективного кирпича

а — с металлическими связями; б — со связями из кирпича

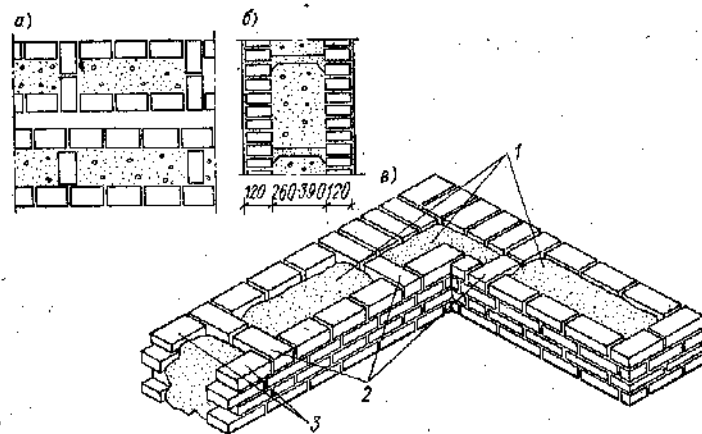


Рис. 142. Стены колодцевой кладки

а — кладка глухого участка стены; б — вертикальный разрез по колодцу; в — угол наружных стен; 1 — утеплитель; 2 — поперечные стенки; 3 — продольные стенки (версты)

кирпичей или установке металлических связей (рис. 141).

Чтобы предотвратить повышенную инфильтрацию наружного воздуха в воздушную прослойку стены, фасад здания, как правило, оштукатуривают или выполняют расшивку наружных швов, строго контролируя

качество работ. Оптимальная конструктивная толщина стены с воздушной прослойкой 50 мм составляет 420 мм.

Наибольший тепловой и экономический эффект достигается, если стена из полнотелого кирпича облицовывается изнутри теплоизоляционными плитами, изготовленными, например, на основе древесных отходов (фибролит, арболит, опилкобетон), или плиты из легких бетонов объемной массой до 1000 кг/м^3 . Плиты из органических материалов устанавливают по маякам на основе, неорганические утеплители крепят к стене непосредственно на растворе или неорганических клеях. При эффективных утеплителях толщина наружных стен принимается исходя из их несущей способности и может быть принята для 1-2-этажных домов толщиной 25 см.

В целях экономии кирпича наружные стены 1-2-этажных зданий, иногда выполняют облегченными. Наиболее распространенным видом облегченной кладки является так называемая «колодезная» кладка с тонкими ($1\frac{1}{2}$ кирпича) вертикальными продольными и поперечными стенами (рис. 142). Образованные кладкой колодцы обычно засыпают шлаком, керамзитом или другими неорганическими утеплителями. По сравнению со сплошной кладкой облегченная позволяет в 1,5—2 раза сократить расход кирпича, но по прочности она уступает всем другим видам кладки и может быть применена в стенах и простенках, не испытывающих большой нагрузки.

Стены из мелких блоков. Большое разнообразие мелких блоков для наружных и внутренних стен обусловлено видом применяемых материалов, их формой и размерами. В самостоятельном строительстве используют в основном блоки, которые можно укладывать вручную без подъемных механизмов, т. е. массой до 50 кг, причем это могут быть как готовые блоки, так и сформированные самими застройщиками.

Камни из легкого бетона изготовляют в заводских и построечных условиях. Стены из них возводят сплошными или воздушной прослойкой в кладке и теплоизолирующей облицовкой изнутри. Кладку из легкобетонных камней можно сочетать с облицовкой из кирпича или фасадных плит.

При изготовлении легкобетонных камней (блоков)

в построечных условиях в целях экономии цемента и снижения теплопроводности стен, следует стремиться к возможно меньшей толщине стенок блока. В качестве пустотообразователей используют бумажные гильзы, склеенные из старых газет и заполненные песком, или специальные вкладыши, изготовленные из опилкобетона или шлакобетона, легкого глинобетона. Наиболее доступные материалы для формирования бетонных блоков — цемент и шлак (котельный или металлургический).

Шлакобетон марки 10 используется для термо-вкладышей, марки 25 — для перегородок, марки 35 и 50 — для наружных и внутренних стен. Соотношение мелкого и крупного заполнителя при приготовлении шлакобетона составляет 4:6. Размер мелкого заполнителя 0,2—5, крупного 5—40 мм.

Мелкие блоки из опилкобетона удешевляют стоимость возведения стен примерно вдвое. При надлежащей защите от атмосферных воздействий срок их службы превышает 50 лет. Блоки из опилкобетона изготовляют заранее с тем, чтобы к моменту кладки стен они имели достаточную прочность и нормальную влажность.

Рецептов для приготовления опилочного бетона много. Легкий опилочный бетон (объемная масса 500 кг/м^3) готовят из опилок и извести (50 % по массе опилок и 50 % молотой извести). Для повышения прочности опилки целесообразно смешать с сечкой из твердых стеблей. Теплоизолирующая способность кладки из такого бетона в 8—10 раз выше этого показателя для кладки из сплошного кирпича и вдвое — фибролита. Для стеновых блоков опилкобетон лучше готовить на цементном или цементно-известковом вяжущем. Он несколько тяжелее и дороже известкового опилкобетона, но значительно прочнее и долговечнее. Можно принять следующий состав по объему: 1:1,5:1 = цемент М300:песок:опилки. Такой состав обеспечивает получение опилкобетона марки 10—15 с объемной массой 1000—1100 кг/м^3 , из которого можно формировать мелкие стеновые блоки прочностью на сжатие (через 90 дней 10—15 кг/см^2). Для экономии цемента часть его заменяют известью или гипсом. Применяют в основном опилки хвойных пород. При использовании старых опилок необходимо

их антисептировать. Раствор готовят, растворяя в горячей воде кремнефтористый натрий с последующим (после растворения) добавлением 25 %-ного технического аммиака. На 100 л раствора требуется 0,4 кг кремнефтористого натрия и 0,65 кг 25 %-ного технического аммиака.

Технология изготовления опилкобетона не отличается от обычной: перемешивают в сухом виде песок и вяжущее до получения однородной массы, затем добавляют опилки и малыми порциями воду, лучше из лейки с мелкими отверстиями. Недостаток воды не обеспечит опилкобетону требуемую марку, ее избыток нарушит процесс твердения, особенно в первый месяц. Смесь оптимального состава после сжатия в ладони не разваливается, ладонь при этом слегка влажная. Прочность опилкобетона во многом зависит от качества перемешивания. При приготовлении блоков их поверхность после распалубки целесообразно затереть цементом или гипсом. Опалубку снимают через три — пять дней после заливки смеси. Долговечность стен из опилкобетонных блоков возрастает, если вместо оштукатуривания поверхности обливать их кирпичом ($\frac{1}{2}$ и $\frac{1}{4}$ кирпича).

СТЕНЫ РУБЛЕННЫЕ

Материалом для рубленых стен служат бревна и брусья хвойных пород. Лес, заготовленный в зимнее время, меньше подвержен усушке, загниванию и короблению. Для стен рубятся деревья, имеющие прямой ствол со сбоем не более 1 см на 1 м длины. Диаметр бревен от 18—20 до 24—26 см. Длина 4—6 м. Свежерубленные стволы имеют среднюю влажность 60—80 % к массе абсолютно сухой древесины. При понижении влажности до 15 % (эксплуатационная влажность сруба в условиях средней полосы страны) древесина изменяет свои размеры в продольном направлении (вдоль волокон) примерно на 0,1 % в поперечном (поперек волокон) — на 3—6 %.

При рубке стен применяют свежерубленные бревна. Они легче в обработке и меньше деформируются при естественной сушке в собранном виде. Для уменьшения усушенных трещин при сборке сруба можно вдоль бревен с нижней стороны прорубить «трещину»

до сердцевины, а у брусьев по нижней пласти произвести продольный пропил на половину высоты. Рубка стен начинается с укладки первого (складного) венца, стесанного на два канта: один с внутренней стороны, второй — с той, которой бревно кладется на фундамент. Ширина нижнего канта не менее 15 см. Первый венец укладывают из более толстых бревен строго по уровню, следующий сплачивают с ним в паз, который выбирают с нижней стороны каждого бревна. Ширина паза 12—15 см. Чтобы придать стенам устойчивость, венцы между собой укрепляют вставными шипами высотой 12—15 см, шириной 5—7 см и толщиной 2,5 см, располагая их через 1,5—2 м по длине и в шахматном порядке по высоте сруба. В простенках ставят не менее двух шипов на расстоянии 15—20 см от краев, чтобы избежать перекосов. Сруб желательно выкладывать сразу по всему периметру. Узлы стен выполняют сразу двумя способами: первый называется рубка с остатком «в чашку», или «в обло», а второй — без остатка, или «в лапу». Пересечение наружных стен с внутренними может также осуществляться «в чашку» или «в лапу» («сковороднем»). Бревна в сруб укладывают попеременно комлями в разные стороны, чтобы выдержать общую горизонтальность рядов.

При рубке «в чашку» на длине бревна теряется около 0,5 м на два остатка. Рубка «в лапу» более экономична, однако она требует большой квалификации и аккуратности в работе. Угол, отрубленный «в лапу», менее устойчив, чем срубленный «в чашку», потому особое внимание следует обращать на вертикальность и прямолинейность угла. Для правильного выполнения лап каждый конец бревна необходимо размечать. Размеры всех лап в плане должны быть одинаковыми, высота пропорциональна толщине бревна. Рубку лап начинают у бревна, имеющего в отрубе наименьший диаметр. Сначала отесывают это бревно на один кант, шириной в отрубе не менее половины его диаметра. К комлю кант должен быть шире за счет сбега, а размер его от сердцевины бревна до конца должен быть одинаковым как со стороны отруба, так и со стороны комля. Затем со стороны отруба на длину, равной диаметру отруба, стесывают еще три канта такой же ширины, размещают, зарезают и вырубляют лапу (рис. 143).

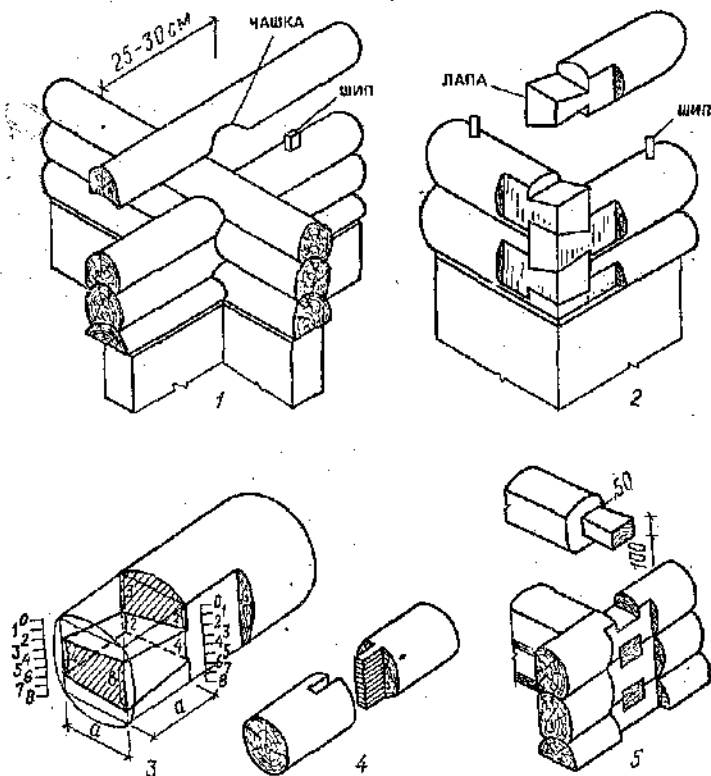


Рис. 143. Рубка стен из бревен

1 — рубка углов стен в «чашку» (в «обло»); 2 — рубка углов стен в «лапу»; 3 — разметка лапы; 4 — крепление бревен прямым шипом по длине; 5 — примыкание внутренней стены к наружной

Эта первая лапа является образцом для последующих. Размеченные лапы обрабатывают с припуском, а окончательную обработку ведут при накатке сруба, который собирают вблизи места установки без укладки пакли в пазы. После окончания рубки сруб высушивают в собранном виде, затем разбирают и собирают уже на пакле на подготовленных заранее фундаментах. В процессе сушки и эксплуатации рубленные стены дают значительную усадку, достигающую $\frac{1}{20}$ и $\frac{1}{30}$ первоначальной высоты сруба, поэтому над оконными и дверными коробками оставляют зазор,

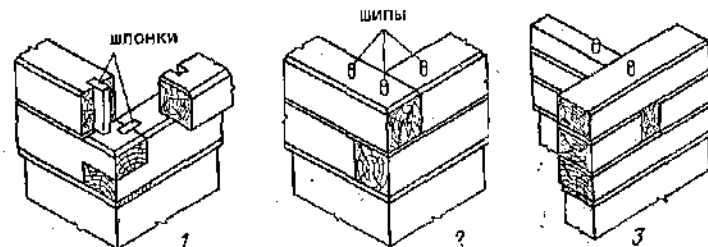


Рис. 144. Рубка стен из брусков

1 — соединение углов на шпонках; 2 — соединение углов на шпильках; 3 — примыкание внутренней стены к наружной

равный 5—8 см. Глубину гнезда для шпилек также делают с зазором 1—1,5 см. Швы между бревнами конопатят два раза: первый раз вчерне после постройки дома, второй — после осадки стен через 1—1,5 года.

Стены из брусков рубятся с меньшими затратами труда, не требуя высокой квалификации и опыта. По сравнению с бревенчатыми, они дают некоторую экономию материала за счет использования горбыля. Вместе с тем по сравнению с бревенчатыми брусчатые стены требуют дополнительной защиты от продуваемости (рис. 144).

В рубленых зданиях несущие перемычки из бревен и брусков при высоте 20—25 см могут перекрывать пролеты длиной до 2,5 м. При большей высоте перемычки (30—35 см) длина перекрытия пролета может быть увеличена до 3—3,5 м.

СТЕНЫ КАРКАСНЫЕ

Требуют значительно меньше древесины, чем стены из бревен и брусков. Эксплуатационный срок службы каркасных домов 25—30 лет, однако при надежно работающем утеплителе и хорошей биологической защите дерева этот срок может быть увеличен вдвое. Каркасные дома относительно нетрудоемки в строительстве и легко возводятся своими руками. По сравнению с деревянными панельными домами они менее индустриальны, однако более экономичны по расходу пиломатериалов и не имеют стыковочных швов. Качество каркасных стен в основном зависит от грамотности решенных узлов цоколя и карниза и от качества утеплителя.

Для несущих стоек каркаса, обвязок и раскосов применяют обычно доски толщиной 50 мм и шириной 100—150 мм. В качестве утеплителя могут быть использованы органические и неорганические материалы с объемной массой не более 600—800 кг/м³ (шлак, керамзит, пемза, минеральная вата, пеностекло, арболит, опилкобетон).

Применяя тот или иной утеплитель, следует прежде всего стремиться к тому, чтобы его работа в процессе эксплуатации не ухудшилась. Такое ухудшение может произойти в результате уплотнения и осадки сухих засыпок, намокания и загнивания органических утеплителей.

Сухие неорганические утеплители (минеральная вата, шлак, керамзит и др.) следует засыпать с уплотнением в небольшие замкнутые полости. Органические утеплители (опилки, стружки, торф, мох, копра, соломенная сечка и др.) перед засыпкой необходимо антисептировать и смешать с известью, гипсом или цементом и в пластичном состоянии укладывать слоями по 20—30 см. Уложенная с легким уплотнением органическая засыпка сохнет в конструкции стены три—пять недель, поэтому более эффективно применять для утеплителя заранее изготовленные и высушенные плиты. Для их приготовления используют те же материалы. В качестве обшивки для каркасных стен применяют доски, древесно-стружечные и древесно-волоконные плиты, асбестоцементные листы, фанеру, листы сухой гипсовой штукатурки.

Стены каркасных домов иногда облицовывают кирпичом. Такое решение, несколько увеличивая стоимость стен, значительно повышает их капитальность, теплотехнические и эстетические качества.

При обшивке каркаса досками или другими материалами, не обеспечивающими плоскостную (продольную) жесткость стен, необходима установка внутри каркаса дополнительных раскосов.

3.4. ПЕРЕКРЫТИЯ, КРОВЛЯ И КРЫША

Цокольное перекрытие. Условно к цокольному перекрытию можно отнести полы по лагам. Столбы под лаги устанавливают из полнотелого кирпича марки 75 на цементном растворе марки 25 по утрамбованному грунту. Расстояние между столбами должно быть меж-

ду лагами 0,4—0,5 м и вдоль лаг 0,8—1 м. Лаги укладывают по прокладкам из обрезков теса в направлении «поперек света» и «поперек хода» с расчетом, чтобы доски пола настилались «вдоль света» и «вдоль хода». Лаги и доски пола не должны доходить до стен на 20—30 мм. Полы, расположенные на цокольном перекрытии, в отличие от полов по грунту и по лагам, не подвержены сезонным деформациям от случайных промерзаний и осадок грунта, так как опираются на основные фундаменты дома. Проветриваемое подполье способствует лучшей сохранности деревянных конструкций в цокольном узле. Вместе с тем цокольное перекрытие по сравнению с полами на лагах, уложенных по промежуточным опорам, требует несколько большего расхода древесины, в основном за счет несущих балок. Балки цокольного перекрытия рассчитываются на полезную нагрузку 150 кг/м². Расстояние между несущими балками в зависимости от толщины досок пола составляет: при толщине досок пола 28 мм — 60 см, при толщине 36 мм — до 75 см.

Конструкция цокольного перекрытия, показанная на рис. 145, применяется при высоте балок 18—20 см и толщине утеплителя не более 12—14 см. При пролете цокольного перекрытия менее 3,5 м расчетная высота балок, как правило, меньше 18 см. В этом случае, чтобы обеспечить укладку утеплителя необходимой толщины, «черный» пол опускается и прибавляется снизу балок (рис. 146).

Наилучшим утеплителем для цокольного перекрытия является минеральная вата. При толщине 15 см она обеспечивает надежную защиту пола от продувания и холода при расчетной температуре наружного воздуха до —40 °С. Сыпучие утеплители типа керамзита или шлака требуют увеличения высоты цокольного перекрытия и усиления несущих балок и «черного» пола.

В домах со стенами из кирпича и мелких блоков цокольное перекрытие может быть выполнено из железобетона. Такое решение оправдывается при наличии в доме большого подвала или встроенного гаража. При больших пролетах для сокращения расхода пиломатериалов возможно устройство железобетонных ригелей, на которые укладывают балки или лаги пола. Ориентировочное сечение железобетонных ри-

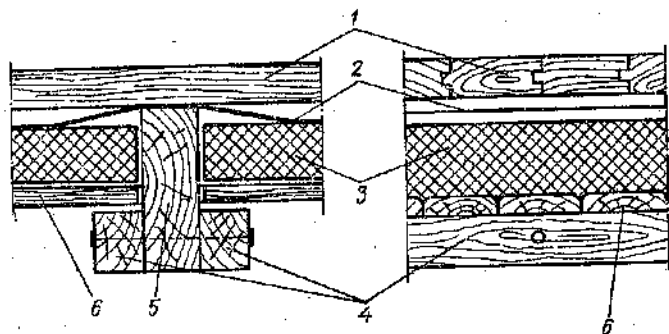


Рис. 145. Фрагмент цокольного перекрытия с опиранием «черного» пола на черепные бруски

1 — доски пола; 2 — толь, рубероид, синтетическая пленка; 3 — утеплитель; 4 — черепные бруски размером 4×5 см; 5 — несущая балка; 6 — «черный» пол из теса или горбыля

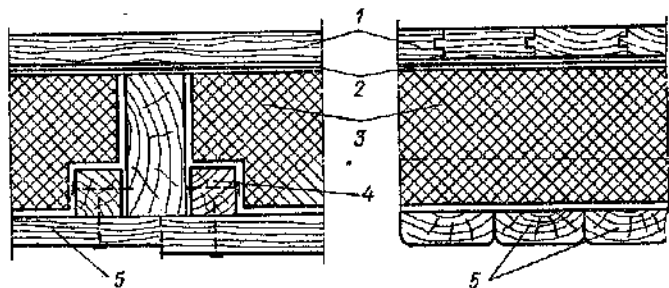


Рис. 146. Фрагмент цокольного перекрытия с подшивкой «черного» пола снизу

1 — доски пола; 2 — пароизоляция; 3 — утеплитель; 4 — черепные бруски размером 4×5 см; 5 — «черный» пол из теса или горбыля

гелей, см, при полезной нагрузке 150 кг/м² приведено ниже:

Длина ригеля, м	Расстояние между ригелями, м		
	2	2,5	3
4	8×16	9×18	10×20
4,5	9×18	10×20	11×22
5,0	10×20	11×22	12×25
5,5	11×22	12×24	13×27
6,0	12×25	13×27	15×30

Междуэтажное перекрытие устраивается в домах с квартирами в двух уровнях. Полезная нагрузка, как и для цокольного перекрытия, принимается равной 150 кг/м². Оптимальной считается конструкция из деревянных балок с укладкой по верху дощатого пола и устройством подшивного потолка. При проживании в доме одной семьи звукоизоляция междуэтажного перекрытия необходима лишь над спальными помещениями. Для погашения ударных шумов под доски пола укладывают упругие прокладки из полос мягкой ДВП, пенопласта, пористой резины и других упругих материалов. Воздушный шум гасится в основном увеличением массы перекрытия. С этой целью по черепным брускам укладывают черновой настил, на который по слою толя, пергамина или пленки насыпается сухой песок слоем 5—8 см. Такая конструкция имеет увеличенный собственный вес, требует усиления балок.

Расстояние между балками определяется в основном толщиной досок пола. Подшивной потолок выполняется из листов сухой гипсовой штукатурки (СГШ) толщиной 10—12 мм, древесно-волоконных плит (ДВП) толщиной 8 мм, древесно-стружечных плит (ДСП) толщиной 12—20 мм с последующей расшивкой или затиркой швов. В гостиных, столовых и спальнях комнатах потолок может быть дощатым из «вагонки» толщиной 13—16 мм. Применять для потолка «мокрую» штукатурку не рекомендуется. Нанесение штукатурных растворов на поверхность потолка — сложный и трудоемкий процесс, особенно если эта поверхность деревянная.

Балки междуэтажного перекрытия должны иметь по концам опорные площадки длиной не менее 10 см. Концы деревянных балок, заделываемые в капитальные стены, должны быть обернуты толем и антисептированы (рис. 147). Если дом перекрывается стропильными фермами, в качестве балок междуэтажного перекрытия можно использовать нижний пояс стропильных ферм (рис. 148).

Чердачное перекрытие. Полезная нагрузка на чердачное перекрытие обычно принимается равной 75 кг/м². Ориентировочное сечение балок в зависимости от ширины пролета приведено ниже. Толщина утеплителя дана в табл. 18.

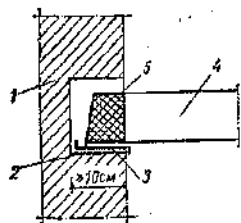


Рис. 147. Заделка балки в стену

1 — стена; 2 — опорная площадка; 3 — подкладка из толя или рубероида; 4 — балка; 5 — два слоя толя

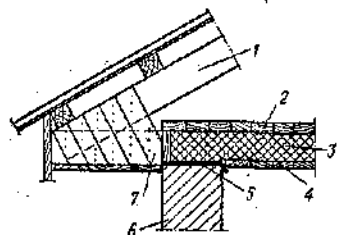


Рис. 148. Фрагмент междуэтажного перекрытия, устраиваемого в плоскости нижнего пояса стропильных ферм

1 — верхний пояс стропильной фермы; 2 — верхний настил перекрытия; 3 — утеплитель; 4 — подшивной потолок; 5 — гидроизоляция; 6 — стена; 7 — нижний пояс стропильной фермы

Таблица 18. Толщина утеплителя, см, для чердачного перекрытия

Утеплитель	Расчетная зимняя температура, °С						
	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45
Минеральная вата и войлок объемной массой до 200 кг/м³	6	7	8	9	9	10	11
Опилки с известью объемной массой до 300 кг/м³	7	9	11	12	14	16	18
Керамзит или другой сыпучий материал объемной массой до 500 кг/м³	9	12	14	16	18	20	22
Шлак или другой сыпучий материал объемной массой до 1000 кг/м³	14	18	21	24	27	—	—

Ширина пролета, см

Сечение балок, см

Ширина пролета, см	200	250	300	350	400	450	500	550	600
7×5	6×6	6×7	5×8	5×9	5×10	6×7	6×8	6×9	6×10
8×5	7×6	7×7	6×8	6×9	6×10	8×7	8×8	8×9	8×10
10×5	9×6	9×7	8×8	8×9	8×10	11×7	10×8	9×9	9×10
12×5	11×6	11×7	10×8	9×9	9×10	12×7	12×8	11×9	10×10
14×5	13×6	13×7	12×8	11×9	10×10	15×7	14×8	13×9	12×10
15×5	14×6	13×7	13×8	12×9	11×10	17×7	16×8	14×9	13×10
17×5	16×6	15×7	14×8	13×9	12×10	19×7	18×8	16×9	15×10
19×5	18×6	17×7	16×8	14×9	13×10	20×7	19×8	17×9	16×10
20×5	19×6	18×7	17×8	15×9	14×10				

При использовании в качестве утеплителя опилок, керамзита или других материалов с объемной массой 300—500 кг/м³ сечение несущих балок следует принимать таким же, как для железобетонных ригелей (см. выше) с полезной нагрузкой 150 кг/м². Шлак (топливный или металлургический) можно использовать для этих целей в крайних случаях и только для пролетов шириной не более 3—3,5 м. Для предотвращения прогиба балок следует либо усилить их сечение, либо уменьшить расстояние между ними. И то и другое требует дополнительного расхода пиломатериалов.

Крыши. По геометрической форме крыши бывают односкатные, двухскатные, вальмовые, шатровые, многощипцовые, мансардные (рис. 149). Уклоны скатов в зависимости от применяемых кровельных материалов приведены в табл. 19 и на рис. 150.

Односкатная крыша в жилых домах обычно не применяется. Наиболее распространенной формой крыши в малоэтажных домах средней полосы РСФСР является двухскатная. Она проста в изготовлении и надежна в эксплуатации. Форма двухскатной крыши позволяет использовать любые типы кровельных материалов. Устройство вальмовых скатов на крыше традиционно для южных районов страны (Украина, Молдова). При таком решении чердак, как правило, не имеет щипцов (фронтонов), а слуховые окна устраиваются в месте пересечения конька с ребрами вальма. Конструкция вальмовых крыш сложнее двухскатных и может быть оправдана лишь эстетическими требованиями. Шатровая кровля уместна на домах с квадратным планом (при прямоугольном плане скаты крыш имеют разный уклон) и по сложности не уступает вальмовой крыше. Многощипцовая кровля имеет много разновидностей, связанных с числом и размерами щипцов (фронтонов). Она применяется при покрытии выступающих за основные габариты дома пристроек, при устройстве бокового освещения мансардных помещений, при образовании фронтона над входом в дом и т.д. При устройстве многощипцовых крыш неизбежны ендовы (разжелобки), значительно усложняющие конструкцию крыши и требующие тщательного выполнения кровельных работ.

Так называемый «мансардный» тип крыши устраивается при использовании чердака под жилые поме-

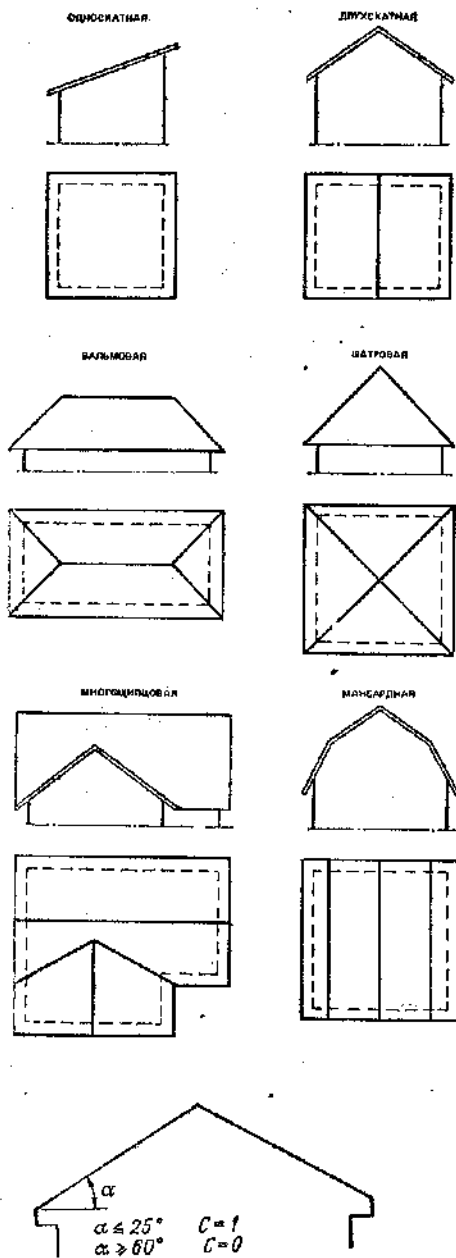


Рис. 149. Формы крыши

Рис. 150. Угол уклона крыши

Таблица 19. Технические характеристики кровель

Кровля	Уклон кровли		Вес 1 м ² кровли в кг (горизонтальная проекция)	Долговечность в годах	Уход за кровлей в процессе эксплуатации
	град.	%			
Рулонная (толь, рубероид) однослойная	2—14	3—25	1/33—1/4	10—25	Покрывание битумом через 3—5 лет
То же, двухслойная	8—14	14—25	1/7—1/4	5—15	То же
Кровельная часть с односторонним фальцем, черная	14—60	25—180	1/4—1/0,6	20—30	Покраска через 3—5 лет
То же, оцинкованная	14—60	25—180	1/4—1/0,6	25—40	Первая покраска через 10 лет, далее через 3—5 лет
Асбестоцементные волнистые листы усиленного профиля	14—45	25—100	1/4—1/1	30—40	Ухода не требует
То же, обычного профиля	18—60	32—180	1/3—1/0,6	30—40	То же
Тесовая	30—60	60—180	1/0,7—1/0,6	10—15	»
Драночная четырехслойная	30—60	60—180	1/0,7—1/0,6	10—15	»
Черепичная ленточная	30—60	60—180	1/1,7—1/0,6	50—80	»

шения. Форма мансардной крыши, по сравнению с обычной двухскатной, позволяет «вписать» в ее габариты больший объем помещений. Вместе с тем ломаный профиль крыши сложнее в изготовлении, несколько архаичен по форме и образует, как правило, непроходной чердак над мансардным помещением.

При выборе форм крыши следует учитывать многие факторы, влияющие на ее эксплуатационные качества. По противопожарным требованиям высота чердака должна быть не менее 1,6 м. В районах со снежными зимами уклон крыши должен быть крутым, а форма крыши простой — без ендов и западающих углов. При уклоне крыши 45° и выше снег на ней практически не накапливается. Вместе с тем высокие крыши требуют учета ветровых нагрузок и в районах с сильными ветрами нуждаются в усилении несущих конструкций.

Несущие конструкции крыш. В чердачных крышах малоэтажных домов несущими конструкциями являются, как правило, деревянные стропила или стропильные фермы. Крыши с наклонными стропилами (рис. 151) устраивают в домах со средними опорными стенами. Такие крыши экономичны и относительно просты в изготовлении и эксплуатации. Материалом для них служит круглый лес диаметром 15—20 см или доска толщиной 40—60 мм. Конструкция стропил определяется с учетом уклона крыши, длины перекрываемого пролета, сечения стропил и обрешетки, массы кровельного материала и снежного покрова, ветровой нагрузки, расстояния между стропилами.

Сечения стропил в зависимости от их длины и нагрузки можно подобрать по табл. 20. Удельная нагрузка на 1 м длины стропил $P_{ус}$ определяется умножением удельного веса крыши (вместе со снеговой нагрузкой) на коэффициент, зависящий от расстояния между стропилами $K_{рс}$.

Например, известно: вес снегового покрова на горизонтальную плоскость $P_{сн.л} = 100 \text{ кг/м}^2$. Уклон крыши 30° . Кровля из волнистых асбестоцементных листов. Длина стропильной ноги (до подкоса) 3,5 м. Расстояние между стропилами 1,2 м. Нагрузка от снега на крышу $P_{сн} = P_{сн.л} \times K$, где $P_{сн.л} = 100 \text{ кг/м}^2$, K — коэффициент, зависящий от уклона кровли $= 0,8$ (см. рис. 150), т.е. $P_{сн} = 100 \times 0,8 = 80 \text{ кг/м}^2$.

Рис. 151. Наклонные стропила
А — из круглого леса: а — стропильная нога; б — стена; в — подкосы; г — скобы; д — лежень; е — кобылка; ж — подкладка из толстого бруса; з — накладки; и — то же, что в «з»; к — выузелок; л — поддана карниза; м — выузелок

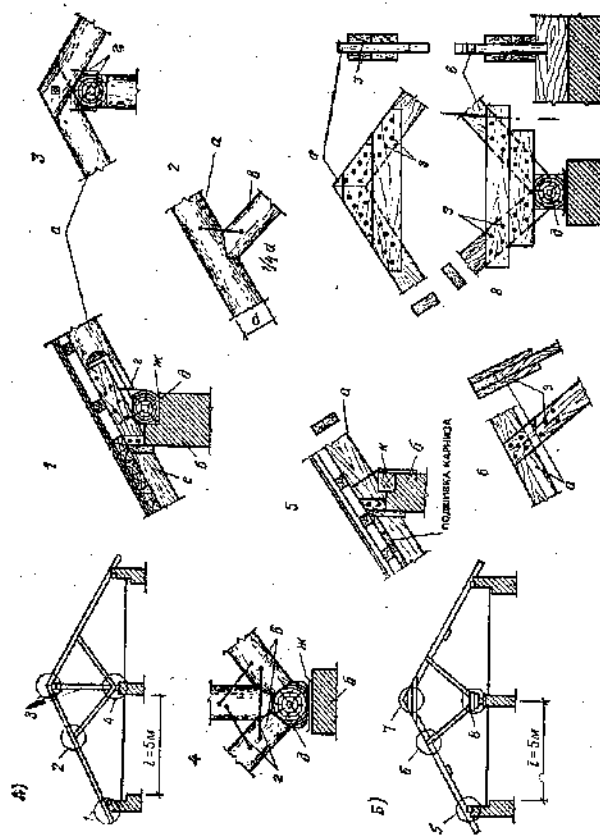


Таблица 20. Сечение стропил в зависимости от их длины и испытываемой нагрузки

Диаметр бруса, см	Сечение стропил, см								Длина стропил, см				
	Высота досок или брусков при их толщине, см								При удельной нагрузке на 1 м длины стропил, кг				
	4	5	6	7	8	9	10	15	75	100	125	150	175
12	18	17	16	15	14	13	12	12	4,5	4	3,5	3	2,5
14	20	19	18	17	16	15	14	14	5	4,5	4	3,5	3
16	—	21	20	19	18	17	16	16	5,5	5	4,5	4	3,5
18	—	—	22	21	20	19	18	18	6	5,5	5	4,5	4
20	—	—	—	23	22	21	20	20	6,5	6	5,5	5	4,5
22	—	—	—	—	24	23	22	22	—	6,5	6	5,5	5

Вес конструкций и кровли $P_k = 60 \text{ кг/м}^2$ (см табл. 19). Общая удельная нагрузка на 1 м^2 крыши $P_{ук} = P_{св} + P_k = 80 + 60 = 140 \text{ кг/м}^2$. Удельная нагрузка на 1 м длины стропил равна общей удельной нагрузке на крышу, умноженной на коэффициент, зависящий от расстояния между стропилами, т.е. $P_{ус} = 140 \times 1,2 \approx 170 \text{ кг на } 1 \text{ м}$ длины. Зная удельную нагрузку на стропила ($170 \text{ кг на } 1 \text{ м}$) и свободную длину стропил в горизонтальной проекции ($3,5 \text{ м}$), подбираем сечение стропил по табл. 20.

Кровля из волнистых асбестоцементных листов — наиболее распространенный тип покрытия. Основанием ее служит обрешетка из деревянных брусков сечением $50 \times 50 \text{ мм}$, прибиваемая к стропилам гвоздями. Листы марки ВО крепят к обрешетке или гвоздями или шурупами в заранее просверленные отверстия диаметром на $2-3 \text{ мм}$ больше диаметра гвоздей или шурупов. Это предохраняет листы от механических и температурных воздействий. Листы укладывают двумя способами: со смещением в каждом последующем ряду и со срезкой примыкающих углов. По первому способу каждый последующий ряд по отношению к нижеуложенному смещается на одну волну. В результате исключаются нежелательный четырехкратный перехлест листов в местах общих стыков и образование щелей. По второму способу листы укладывают на продолжение предыдущих листов, однако, чтобы избежать лишнего их наложения в местах общих стыков, на двух из них срезают углы и укладывают в одной плоскости (рис. 152).

Тонколистовая сталь для покрытия крыш малоэтажных домов применяется редко. Это дефицитный и дорогой материал, требующий в процессе эксплуатации систематического ухода. Применение кровельной стали (рис. 153) может быть оправдано лишь при покрытии сложных крыш, имеющих разные уклоны, криволинейные очертания, западающие углы, выступающие объемы и другие усложненные формы. Вполне оправдано использование кровельной стали для изготовления карнизных свесов, ендов (разжелобков), защитных фартуков, водосточных труб, оголовков дымовентиляционных труб, подоконных сливов, крепежных кляммер.

Кровельные листы изготовляют из мягкой оже-

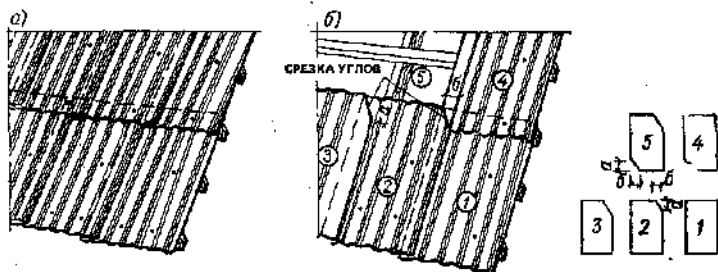


Рис. 152. Покрытие ската асбестоцементными листами ВО (справа налево)

а — со смещением листов; б — со срезкой примыкающих углов

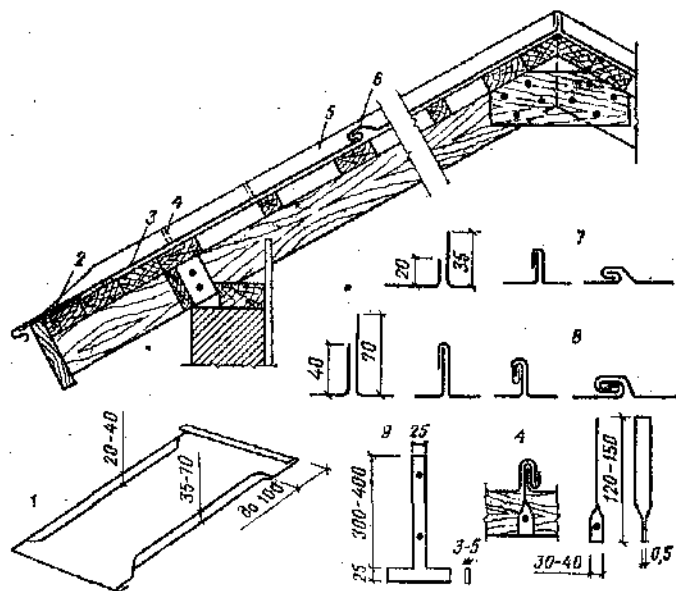


Рис. 153. Крыша из тонколистовой стали

1 — лист-заготовка; 2 — хостыль; 3 — кровельный лист; 4 — климмеры; 5 — стоячий фальц; 6 — фальц; 7 — простой фальц; 8 — двойной фальц; 9 — хостыль

жепной стали. Оцинкованные листы имеют двухстороннее покрытие толщиной 0,02 мм. Толщина листов от 0,45 до 1 мм, ширина 710 мм, длина 1420 мм. Масса листа в зависимости от его толщины колеблет-

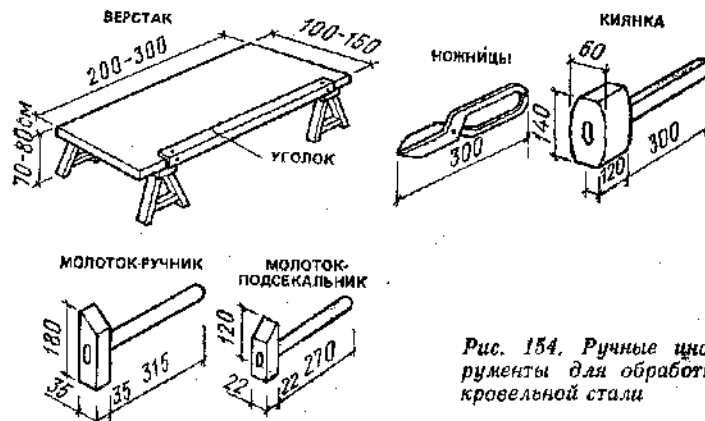


Рис. 154. Ручные инструменты для обработки кровельной стали

ся от 3,5 до 8 кг. При использовании черной (неоцинкованной) кровельной стали перед началом кровельных работ ее покрывают с двух сторон два-три раза горячей олифой.

Основанием для кровельной стали является обычно обрешетка из брусков сечением 50×50 мм или доски толщиной 25—50 мм. Расстояние в свету между брусками или досками не должно превышать 200 мм. Под лежащие поперечные фальцы укладывают доски шириной 100—120 мм. Расстояние между лежащими фальцами (при длине листа 142 см) равно 139 см. Иногда под стальную кровлю устраивают сплошную обрешетку с настилкой по верху толя или рубероида. Поглощая водяные пары, проникающие через чердачное перекрытие, они предохраняют кровельные листы от коррозии, продлевая срок их службы.

Инструменты и приспособления, необходимые для кровельных работ, показаны на рис. 154. Работы по устройству кровли начинают с заготовки листов и картин. Для этого вдоль всех кромок листов отгибают фальцы, а затем листы по коротким сторонам соединяют лежащими фальцами в картины. Минимальная по размеру картина состоит из двух листов. При небольших размерах ската можно заготовить картину длиной на весь скат и на крыше соединять только длинные стороны стоячим фальцем.

Крепление листов к обрешетке производят климмерами, заделываемыми в стоячие фальцы через

500—700 мм. Карнизный край кровли удерживается Т-образными костылями, прибиваемыми по краю карниза через 700 мм. Устройство двойных фальцев более трудоемко, однако соединение двойных фальцев более надежно и на пологих скатах предпочтительнее.

Кровля из рулонных материалов применяется на пологих скатах (до 10°), там, где не может быть применен другой кровельный материал. Долговечность рулонных кровель колеблется в значительных пределах и зависит в первую очередь от качества основания, применяемых материалов, технологии производства кровельных работ и условий эксплуатации. В самостоятельном строительстве устройство кровли из рулонных материалов может быть оправдано лишь в том случае, если имеется реальная возможность выполнить все условия, необходимые для получения надежного и долговечного покрытия или же в тех случаях когда такая кровля является временной и может быть выполнена упрощенным способом.

Для рулонной кровли требуется жесткое и ровное основание. Его лучше делать двухслойным. По стропилам укладывается несущий разреженный рабочий настил из досок толщиной 25 мм с зазором 1—5 см, по которому с поворотом на 30—45° настилается сплошной выравнивающий слой из узких досок толщиной 16—18 мм.

Кровельный материал перед покрытием либо сутки выдерживают в раскатанном виде, либо перематывается в рулоны обратной стороной. Работы выполняют в сухое, теплое и безветренное время. Крыши жилых зданий в зависимости от их уклона покрывают двумя—четырьмя слоями материала. Для внутренних слоев обычно применяют пергамин, толь-кожу или рубероид с мелкой минеральной посыпкой. Наружные слои выполняют из рулонных материалов с крупнозернистой или чешуйчатой посыпкой (табл. 21). Для наклейки рулонных материалов на основание, склеивания полотнищ и окраски рулонных ковров используют горячие и холодные мастики. Рубероидная или битумная мастики (горячая и частично холодная) предназначены для материалов первой группы, толевая или дегтевая (только горячая) — материалов второй группы. Следует отметить, что долговечность рубероидного покрытия в 2—3 раза выше толевого.

Таблица 21. Технические характеристики рулонных материалов

Группа	Марка	Рулонный материал	Материал для пропитки	Длина, м	Масса, кг	Применение материала в слоях		Мастика для приклеивания	
						наружном	внутреннем	горячая	холодная
I	П	Пергамин	Нефтяной битум	20	7—13	—	+	+	—
	РМ	Рубероид с мелкой пыльной посыпкой односторонний	То же	20	20—26	+	+	+	—
	РМ	То же, двухсторонний	»	20	24—30	+	+	+	+
	РЧ	Рубероид с чешуйчатой посыпкой односторонний	»	20	20—28	+	—	+	—
	РЧ	То же, двухсторонний	»	20	26—32	+	—	+	+
	РБ	Рубероид с крупнозернистой пыльной односторонний	»	10	20—30	+	—	+	+
II	ТК	Толь-кожа	Каменноугольный деготь	30	11—20	—	+	+	—
	ТП	Толь с песочной пыльной	То же	15	15—18	+	—	+	—
	ТКП	Толь с крупнозернистой пыльной	»	10	23—29	+	—	+	—

В состав горячих и холодных мастик для рубероидных кровель входят нефтяной битум и наполнитель. Наполнители подразделяются на волокнистые и пылевидные. Лучшим волокнистым наполнителем является асбест, несколько хуже — минеральная вата. В качестве пылевидных наполнителей для горячих мастик могут служить шлаковая пыль, зола ТЭЦ, молотый известняк, гипс, гирпичная пыль, древесные опилки; для холодных мастик — известь гашеная (пушонка). Лучше применять комбинированные наполнители в соотношении 1 : 2 (по уплотненному объему).

Мастики подбираются по теплостойкости, пластичности и клеящей способности. Слой готовой мастики толщиной 2 мм не должен течь на уклоне 100 % (45°) при температуре 60—70 °С, не давать трещин при медленном изгибе по окружности стержня диаметром 30—40 мм. Разрыв двух склеенных полос рубероида должен происходить по рулонному материалу.

В качестве вяжущего для горячих мастик применяют битумы марок БН-III, БН-IV, БН-V и сплавы из них, для холодных (тугоплавких) битум БН-V. Состав горячей мастики: битум 80—90 %, наполнитель 10—20 %. Состав холодной мастики: битум 40 %, соляровое масло 40 %, наполнитель 20 %. Горячую мастику готовят следующим образом. В котел загружают битум и нагревают до 200—220 °С, затем постепенно вводят наполнитель и перемешивают. При нанесении температура мастики должна быть не ниже 160 °С. Холодную мастику получают так. В котел загружают тугоплавкий битум марки V кусками по 80—100 мм, нагревают до 160—180 °С. В другом котле перемешивают наполнитель с соляровым маслом. После обезвоживания битума в первый котел выливают смесь из второго котла и перемешивают до прекращения вспенивания и получения однородной массы. Грунтовка для покрытия деревянного настила кровли состоит из растворенного в керосине, бензине или соляровом масле битума.

Кровельные работы начинают с грунтовки деревянного основания (предварительно высушенного, выровненного и очищенного от пыли и грязи). После высыхания огрунтованного основания укладывают рулонный ковер. Вначале — слой пергамина на мастике, затем рубероид на мастике. Продольный напуск внут-

ренних полос 5—7 см, наружной полосы 10 см. В каждом последующем слое полосы смещают: в двухслойном покрытии на $\frac{1}{2}$ ширины, в трехслойном на $\frac{1}{3}$ и т. д. При использовании во внутренних слоях рубероида с посыпкой последнюю очищают скребками. Наружную поверхность ковра покрывают мастикой слоем 3—5 мм и втапливают в нее окатанный горячий гравий крупностью 3—6 мм. Хорошо уложенная трех-четырехслойная рубероидная кровля при обновлении наружного слоя через 3—5 лет службы обычно 25—30 лет.

6. ВОДОСНАБЖЕНИЕ И КАНАЛИЗАЦИЯ УСАДЕБНОГО ДОМА

Для водоснабжения сельских жилых домов служат в основном воды подземных источников, которые по своим химико-бактериологическим характеристикам могут быть использованы для хозяйственно-питьевых нужд без предварительной очистки.

Образование подземных (грунтовых) вод происходит путем просачивания в подземные слои породы атмосферных осадков или вод поверхностных источников. Слой породы, в котором осуществляется накопление и движение подземных вод, называют водоносным пластом, а расположенные ниже водоносного пласта водонепроницаемые слои и породы — водопором.

Грунтовые воды, залегающие вблизи поверхности земли на первом водоупорном слое, называются верховодкой. Воды верховодки не могут служить источником водоснабжения, так как запасы этой воды обычно незначительны и могут сильно колебаться в зависимости от количества и времени выполнения в данной местности осадков. Кроме того, воды верховодки не защищены сверху водоупорной «кровлей» и поэтому могут загрязняться водами, проникающими непосредственно с поверхности земли.

Наиболее пригодны для хозяйственно-питьевого водоснабжения воды, залегающие в водоносных пластах, заключенных между водоупорными слоями породы — межпластовые воды, которые, как правило, от-

личаются стабильностью запасов и высоким качеством.

Нормы водопотребления для жилых зданий установлены в зависимости от степени их благоустройства. Суточные и часовые расходы воды приведены в табл. 22.

Таблица 22. Потребление воды в зависимости от степени благоустройства жилых зданий

Потребитель	Водопользование из водозаборных колонок		Водопровод и канализация без ванн		Водопровод, канализация с ваннами, местные водонагреватели		Централизованное водоснабжение и канализация	
	м³/сут	м³/ч	м³/сут	м³/ч	м³/сут	м³/ч	м³/сут	м³/ч
Жители	0,2	0,02	0,7	0,07	0,9	0,09	1,3	0,13
Домашний скот	0,3	0,03	0,3	0,03	0,3	0,03	0,3	0,03
Полив территории	0,3	—	0,3	—	0,3	—	0,3	—
Итого по дому	0,8	0,05	1,3	0,1	1,5	0,12	1,9	0,16

Примечания: 1. Таблица составлена из расчета проживания в доме семьи из 5 чел.

2. В графе «Домашний скот» учтено ориентировочное число голов скота и птицы, в том числе одна корова, две свиньи, три овцы, десять голов птицы, находящихся в пользовании семьи.

3. В общий расход воды входит расход воды на горячее водоснабжение, приготовление кормов, мойку помещений, мойку молочной посуды, мойку клеток для животных.

4. Полив приусадебного участка и мойка личного автотранспорта производится в часы наименьшего водопотребления.

Забор подземных вод осуществляется путем устройства шахтных или буровых (трубчатых) колодезей. Схемы вариантов водоснабжения жилого дома приведены на рис. 155.

Шахтный колодец служит для забора подземных вод при глубине залегания водоносного горизонта до 30 м. Он состоит из ствола, водоприемной части и ого-

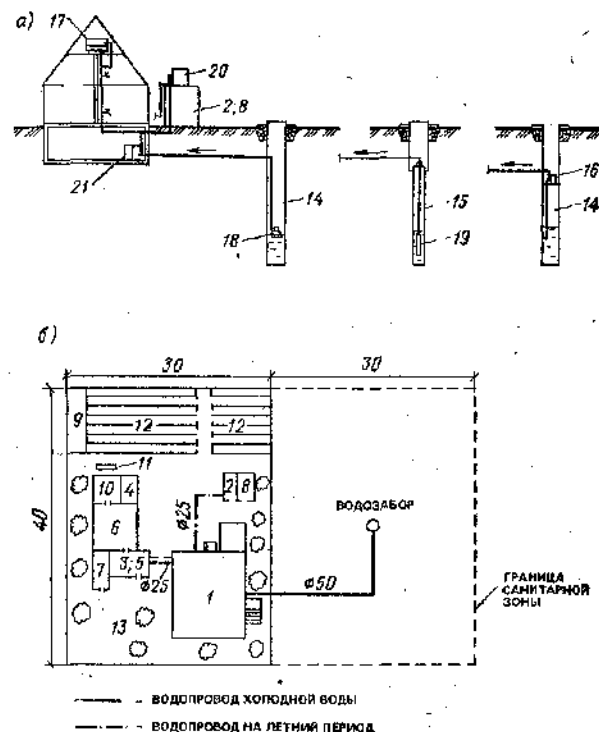


Рис. 155. Схема водоснабжения жилого дома (а) и генплан участка с жилым домом (б)

1 — жилой дом; 2 — летняя кухня; 3 — помещение по переработке продукции личного подсобного хозяйства; 4 — хозяйственный навес; 5 — помещение для хранения инвентаря и топлива; 6 — помещение для содержания скота и птицы; 7 — гараж; 8 — баня; 9 — теплица; 10 — выгудный дворик; 11 — площадка для навоза; 12 — огород; 13 — сад; 14 — шахтный колодец; 15 — мелкотрубчатый колодец; 16 — насос, монтируемый на плите; 17 — водонапорный бак; 18 — насос, плавучий; 19 — насос, погружной; 20 — бак хранения воды для полива (летний душ); 21 — гидронепневматическая установка (вариант).

ловка (верхней надземной части шахты). Стволы колодезных шахт могут быть круглыми или прямоугольными, с поперечным размером в пределах 1—1,5 м, который определяется в основном удобством при производстве работ. Стенки шахты крепят обычно деревом, бутовым камнем, кирпичом или бетоном.

Лучше всего крепить шахты железобетонными кольцами заводского или местного изготовления путем опускания их в шахту по мере выемки грунта.

Такая конструкция наиболее долговечна и гигиенична.

В настоящее время строительство шахтных колодцев может осуществляться механизированным способом специальными машинами, снабженными устройствами для рытья ствола и крепления его стенок сборными железобетонными кольцами.

Водоприемная часть шахты — наиболее ответственный участок при устройстве колодца. В зависимости от характера водоносных пород она может опираться на водоупорный слой или располагаться в водоносном пласте. В первом случае вода поступает в колодец только через боковые поверхности водоприемной части, в стенках которой выполняют небольшие круглые или прямоугольные отверстия, располагающиеся в шахматном порядке через 20—30 см.

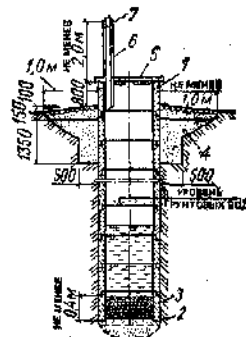
При размещении водоприемной части колодца в водоносном пласте, т. е. когда водоупорный слой грунта колодца находится ниже ее основания, вода поступает в колодец не только через боковые стенки, но и через дно. В этом случае дно колодца заполняют фильтрующей подсыпкой, толщина слоя не менее 0,4 м. При этом вначале засыпают мелкие фракции гравия или щебня, а затем более крупные. В плывунах дно колодца должно быть закрыто деревянным днищем или бетонной плитой с отверстиями для поступления воды, на которые насыпают фильтрующий материал. Верхнюю часть шахты (оголовок) сооружают в виде стенок, возвышающихся на 0,7—0,8 м над поверхностью земли. Место для устройства шахтных колодцев необходимо выбирать при участии органов санитарного надзора.

Чтобы предотвратить попадание в колодец различных загрязнений, вокруг верхней части его роют котлован на глубину промерзания грунта, который затем заполняют слоями жирной глины, тщательно их утрамбовывая. Кроме того, вокруг колодца обустраивают мощеную площадку с уклоном для отвода поверхностных вод.

Шахтные колодцы должны быть оборудованы плотно закрывающейся крышкой и вентиляционной трубой высотой не менее 2 м от поверхности земли. Верхнее отверстие вентиляционной трубы следует защищать колпаком с сеткой (рис. 156).

Рис. 156. Устройство шахтного колодца из железобетонных колец

1 — железобетонные кольца; 2 — нож; 3 — донный трехслойный фильтр; 4 — каменная отмостка; 5 — крышка; 6 — вентиляционная труба; 7 — сетка



Буровые и трубчатые колодцы обычно устраивают для забора подземных вод, залегающих на глубине более 30 м. Трубчатые колодцы представляют собой буровую скважину, стенки которой закреплены обсадными металлическими, а при неглубоких скважинах — асбестоцементными трубами. Верхняя часть скважины, называемая устьем колодца, должна быть защищена от загрязнений устройством оголовка, который одновременно служит и для монтажа водоподъемного оборудования. Как правило, проектирование и строительство трубчатых колодцев осуществляется специализированными проектными и строительными организациями при наличии специального разрешения районной санитарной станции.

Для механизации процесса подъема работ в шахтных и трубчатых колодцах рекомендуется устанавливать насосы. В табл. 23 приведены технологические показатели различных марок насосов.

При выборе источника водоснабжения необходимо в первую очередь определить пригодность воды данного источника на хозяйственно-питьевые цели. Для этого производится физический, химический и бактериологический анализ воды. Требования, предъявляемые к питьевой воде, изложены в общесоюзном стандарте (ГОСТ 2874—82).

Для обеззараживания воды в шахтных колодцах следует применять дозирующие хлорпатроны марки ДТСГК вместимостью 250, 500 и 1000 см³. Продолжительность действия хлорпатрона равна одному месяцу. Емкость хлорпатрона зависит от объема воды в

Таблица 23. Технико-экономические показатели насосов

Марка насоса	Производительность, м³/ч	Напор, м	Мощность электродвигателя, кВт	Масса агрегата, кг
<i>Насосы, монтируемые на понтоне</i>				
Кама	0,6	20	0,33	6
НЭБ-1/20	1	20	0,22	7
Агидель	1,5	19	0,4	11
<i>Насосы, монтируемые на плите</i>				
ВС-0,5/18м	1,8	18	0,4	27
КЦВ-1,5м	0,6	20	0,4	26,5
<i>Погружные насосы</i>				
Малыш	1,5—0,35	1—20	0,22	11

колодце, дебита воды и водопотребления. Заполненный патрон закрепляют керамической или резиновой пробкой и погружают в воду на расстояние 20—50 см от дна колодца. При этом остаточное содержание хлора в воде должно составлять 0,4—0,5 мг/л.

В зависимости от местных условий схему водозабора следует принимать в соответствии с приведенными ниже рекомендациями:

Условия	Рекомендуемая схема водозабора
Отсутствуют наружные сети водопровода	Забор воды из шахтных колодцев с помощью ведер. Шахтный или трубчатый колодец, оборудованный электронасосом. В жилом доме — внутренний водопровод с баком-аккумулятором на чердаке; гидропневматическая установка на первом этаже или в подвале.
Имеются наружные сети водопровода	Полное благоустройство. Внутренний водопровод с устройством ввода

Примечания: 1. Бак-аккумулятор устанавливается только в тех домах, в которых чердачное перекрытие выдерживает дополнительную статическую нагрузку.

2. Гидропневматическая установка выпускается в комплекте с насосами «Агидель» или «Малыш».

Внутридомовые разводящие сети и подводка к приборам холодной и горячей воды монтируются в соответствии с типовым проектом принятого к строительству жилого дома.

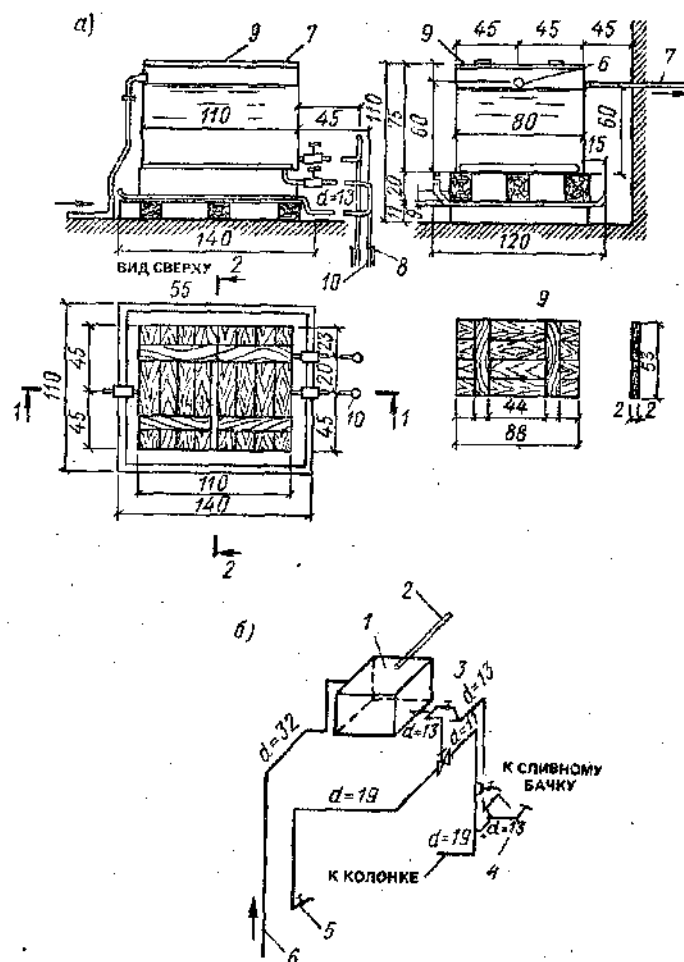


Рис. 157. Схема установки и обвязки водонапорного бака

а — установка; б — обвязка; 1 — бак для воды $V=1$ м³; 2 — труба $d=32$ мм; 3 — труба $d=13$ мм для спуска воды из бака и из-под дома в раковину; 4 — кран у раковины; 5 — кран умывальника; 6 — подающая труба $d=32$ мм от насоса; 7 — переливная труба; 8 — спускная труба $d=19$ мм от бака и поддона; 9 — крышка (половинка); 10 — расходная труба

При децентрализованном горячем водоснабжении рекомендуется установка водоподогревателя, изготовляемого Брянским машиностроительным заводом. Производительность водоподогревателя 270 л/ч. Водоподогреватель монтируется на отопительных котлах марки КЧМ.

Схема установки и обвязки водонапорного бака показана на рис. 157.

УСТРОЙСТВО КАНАЛИЗАЦИИ

Канализация — один из основных необходимых элементов благоустройства жилого дома, создающих для жителей комплекс необходимых бытовых удобств.

Для отдельно стоящего жилого дома, расположенного в поселке без централизованной канализации, возможно строительство сооружений местной канализации. На очистные сооружения местной канализации принимаются бытовые сточные воды. Расположение мест выпуска очищенных сточных вод, а также предполагаемая степень очистки должны согласовываться с исполкомами местных Советов, местными органами санитарно-эпидемиологической службы, а при выпуске очищенных вод в водоемы — с органами охраны водных ресурсов.

Нормы водоотведения для жилых зданий установлены в зависимости от степени их благоустройства. Так, в жилых домах с водопроводом и канализацией (без ванны) суточный и часовой расходы сточных вод в расчете на семью из 5 чел. составляют соответственно 0,7 и 0,07 м³; в таких же домах только с ванными и местными водонагревателями — 0,9 и 0,09 м³; в домах с централизованным водоснабжением и канализацией — 1,3 и 0,13 м³.

В зависимости от местных условий метод канализования зданий следует принимать согласно приведенным ниже рекомендациям.

Наружные сети канализации отсутствуют (водозабор ведерный)

Наружные сети канализации отсутствуют (водозабор из колодцев, оборудованных электровасосом). Грунты водонепроницаемые. Уровень грунтовых вод низкий

Упрощенное благоустройство, в доме предусматривается люфт-клозет с выгребом или лудр-клозет

Полное благоустройство. Внутренняя канализация с полным набором санитарных приборов; местные очистные сооружения

То же, грунты водонепроницаемые. Уровень грунтовых вод высокий

Наружные сети канализации имеются

Полное благоустройство. Очистные сооружения проектируются и строятся специализированными организациями

Полное благоустройство. Присоединение внутридомовой сети к наружным сетям

Система местной канализации включает в себя внутренние и наружные сети канализационных трубопроводов, септик и сооружения биологической очистки сточных вод. Внутренние канализационные сети и сантехническое оборудование монтируются в соответствии с типовым проектом принятого к строительству жилого дома.

Индивидуальные застройщики перед началом строительства местных очистных сооружений обязаны согласовать с санэпидемстанцией района участок, отводимый под строительство и место сброса очищенных сточных вод; с местными Советами народных депутатов на само строительство. Затем необходимо заказать проект канализации компетентной проектной организации, которая на основании исходных данных выбирает состав очистных сооружений и схему их компоновки.

Наружная сеть местной канализации служит для подачи сточных вод из зданий на очистные сооружения. Для ее монтажа применяют керамические, бетонные, железобетонные, асбестоцементные и пластмассовые безнапорные трубы диаметром не менее 150 мм. Поступление сточных вод на очистные сооружения в системах местной канализации, как правило, осуществляется самотеком. Для этого трубы наружной сети должны укладываться с уклоном не менее 0,008.

Глубина заложения лотков труб наружной сети обычно принимается с учетом эксплуатации сетей канализации в данном районе. При отсутствии таких данных наименьшая глубина заложения канализационных труб может быть принята на 0,3 м меньше наибольшей глубины промерзания грунта, но не менее 0,7 м от верха трубы до планировочной отметки.

Для осмотра и прочистки канализационной сети устраивают смотровые колодцы, которые располагают в местах присоединения выпусков, поворотов трассы, изменения глубины заложения труб. Смотровые

колодцы монтируют из железобетонных колец диаметром 0,7 м. Верхнюю часть колодца оборудуют деревянной крышкой. В нижней части колодца устраивается бетонный лоток, глубина которого должна быть равна диаметру наибольшей трубы, присоединяемой к колодцу. В отдельных случаях смотровые колодцы могут быть кирпичными (прямоугольной формы) или деревянными.

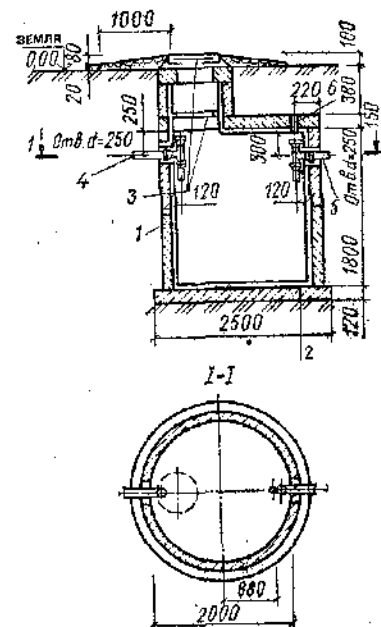
Местные очистные сооружения предназначены для биологической очистки сточных вод до такой степени, при которой они, будучи введены на поверхность земли или в водоем, не представляли бы угрозы заражения. Сточные бытовые воды обычно загрязнены органическими веществами, которые в процессе очистки должны быть минерализованы. В системе очистных сооружений местной канализации это достигается в два этапа. Вначале сточные воды поступают в специальные отстойники-септики, в которых предварительно осветляются. Затем осветленные воды подвергают дальнейшей (биологической) обработке на специальных сооружениях биологической очистки.

Устройство септиков. Септик представляет собой прямоугольную или круглую емкость с водонепроницаемыми днищем и стенками (рис. 158). Сущность процессов, происходящих в септиках, заключается в том, что сточные воды, проходят по септику с весьма малой скоростью (в течение 2—4 сут), теряют взвешенные вещества, т.е. осветляются. Выпавший осадок хранится в септике от 6 до 12 мес. За этот период органическая часть осадка (ил) под влиянием накопившихся в нем анаэробных микроорганизмов разрушается. Нерастворимые органические вещества частично превращаются в газообразный продукт и улетучиваются, частично — в растворимые минеральные соединения. Благодаря этим процессам объем выпадающих органических веществ за время их хранения в септике уменьшается в несколько раз.

Материалом для изготовления септиков могут служить бетон, кирпич, бутовый камень и др. Сверху септики перекрывают железобетонными или другими прочными плитами с отверстиями для люков, застилают рулонной гидроизоляцией и засыпают слоем земли на 0,5 м с уклоном для отвода дождевых и та-

Рис. 158. Септик

1 — железобетонное кольцо; раствор состава цемент: песок 1:3, вода/цемент=0,5; 2 — железобетонная плита с покрытием цементно-песчаным раствором, уложенная на утрамбованный грунт со щебнем; 3 — деревянные крышки; 4, 5 — подводящий и отводящий трубопроводы $d=100$ мм; 6 — вентиляционное отверстие $d=80$ мм



лых вод. Минимальный размер прямоугольного или круглого септика равен 2 м.

Септик заполняется не на весь объем. Между перекрытием септика и уровнем находящихся в нем сточных вод должно быть пространство высотой не менее 0,35 м. Рабочая глубина септика, т.е. расстояние от максимального уровня сточных вод до дна септика, — не менее 1,3 м. Лоток подводящей трубы располагается не менее чем на 0,05 м выше расчетного уровня сточных вод септика. Отверстие отводящей трубы устанавливают на высоте расчетного максимального уровня жидкости септика. Для задержания плавающих крупных частиц на отводящей трубе крепят тройник или щит, верхняя грань которого возвышается над уровнем воды в септике на 0,2 м, а нижняя опускается под воду на 0,4 м.

Полный расчетный объем септика определяется из условия, что при расходе сточных вод до 5 м³/сут его объем должен быть втрое больше объема поступающих за сутки сточных вод. В полный расчетный объ-

ем септика входит весь объем, заполняемый во время работы сточными водами, в том числе и объем иловой части (осадочный слой). Воздушное пространство между уровнем сточных вод и перекрытием септика в расчетный объем не включается. Ввиду того, что поступление сточных вод в септик происходит не постоянно, а с некоторыми интервалами, для его вентиляции особых устройств не требуется: она осуществляется через стояк внутренней канализации здания, открытый конец которого выводится на крышу здания.

Однокамерные септики применяют при объеме поступающих сточных вод до 1 м³. Двухкамерные септики состоят из соединенных однокамерных септиков. Камеры разделяются между собой стенками с отверстиями для последовательного перемещения сточных вод из одной камеры в другую и воздухообмена. Отверстия для перемещения сточных вод должны быть расположены несколько выше (примерно на 10 %) середины расстояния между расчетным уровнем жидкости и дном септика.

Чтобы удлинить путь воды по септику, а следовательно, лучше использовать его проточную часть, отверстия для прохождения воды правильнее располагать в противоположных, наиболее удаленных один от другого углах камер. Отверстия для воздухообмена камер имеют диаметр 150 мм. Нижние кромки этих отверстий должны располагаться несколько выше расчетного уровня сточных вод септика на 0,2 м.

В двухкамерном септике объем первой камеры составляет 0,75, второй — 0,25 расчетного объема. В септиках из бетонных колец все камеры принимают одинакового размера (объема). Над каждой камерой устанавливают люки, причем в первой и последней камерах они должны быть расположены над входной и выходной трубами — для их очистки от септической корки, которая образуется за счет всплывающих иловых частиц. Септики очищают от слоя ила один раз в год. Причем удаляют не весь ил, оставляя примерно 20 % объема для размножения бактерий, с помощью которых происходит процесс распада органических веществ. Обычно септики сооружают на расстоянии не менее 5 м от здания. После прохождения через септики сточные воды поступают для дальнейшей обработки на сооружения биологической очистки.

Биологическая очистка сточных вод основана на использовании жизнедеятельности микроорганизмов, находящихся в фильтрующих сооружениях, которые способствуют быстрому окислению органических и коллоидных веществ, оставшихся в сточной жидкости после прохождения септика, и превращению их в безвредные продукты распада. Для того чтобы процесс окисления проходил нормально, микроорганизмам (аэробным бактериям) необходимо создать определенные условия, которые и определяют требования к устройству сооружений биологической очистки.

Жизнедеятельность аэробных бактерий связана с потреблением кислорода, поэтому сооружения биологической очистки устраивают таким образом, чтобы в них был постоянный приток воздуха. С этой целью загрузку искусственных сооружений биологической очистки производят фильтрующим материалом таких фракций, которые обеспечивают наибольшую площадь для контакта сточных вод с воздухом, а для почвенных методов очистки выбирают почвы с хорошими фильтрующими свойствами, т. е. песчаные и супесчаные. Во время происходящих в биологических фильтрах процессов помимо безвредных образуются и продукты, являющиеся вредными для жизни бактерий, например углекислый газ. Их удаление обеспечивается устройством вентиляции.

В качестве сооружений биологической очистки сточных вод в системах местной канализации могут быть применены фильтрующие колодцы, поля подземной фильтрации, песчано-гравийные фильтры и фильтрующие траншеи. Тип фильтрующих устройств выбирают в зависимости от характеристики грунтов, влияющих на эффективность очистки сточных вод в естественных условиях, количества сточных вод, наличия территории для их размещения, опасности загрязнения водоносных пластов, используемых для водоснабжения, санитарных условий выпуска очищенных вод и т. д.

Рекомендуемые сооружения для биологической очистки фекальных стоков и их ориентировочная стоимость приведены в табл. 24.

В таблице принята усредненная стоимость сооружений биологической очистки, включающая стоимость септика в разводящих сетях на участке.

Таблица 24. Ориентировочная стоимость, тыс. руб., сооружений для биологической очистки фекальных вод

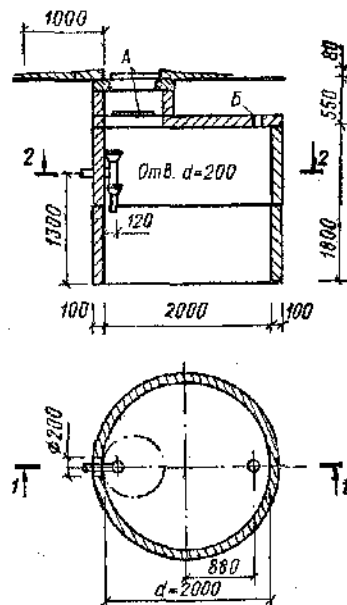
Сооружения	Расход сточных вод, м³/сут				
	0,5—1		1—1,5		
	песок	супесь	песок	супесь	суглинки глины
Фильтрующий колодец	0,55	0,75	—	—	—
Поля подземной фильтрации	—	—	0,8	1,1	—
Фильтрующая траншея	—	—	—	—	0,85
Песчано-гравийный фильтр	—	—	—	—	0,95

Фильтрующие колодцы — наиболее простые и дешевые очистные сооружения. Однако область их применения ограничена. Колодцы могут быть применены лишь на песчаных и супесчаных грунтах, в суглинистых грунтах, а также в трещиноватых породах устройство фильтрующих колодцев запрещено. Вторым условием, ограничивающим широкое применение фильтрующих колодцев, является их малая производительность. Они могут быть использованы лишь в сети местной канализации при объеме сточных вод не более 1 м³/сут. Поэтому, как правило, их применяют для канализования небольших жилых домов (рис. 159). При использовании подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения возможность устройства фильтрующих колодцев решается в зависимости от гидрогеологических условий и по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы.

Фильтрующие колодцы следует устраивать из железобетонных колец, кирпича усиленного обжига и битумного камня. Размеры колодца принимают не более 2×2 в плане и в 2,5 м глубиной. Стенки и дно колодца водонепроницаемы. Для этой цели в основании и нижней части стенок устраивают отверстия для прохождения сточных вод на расстоянии 150 мм одно от другого. Колодец загружают слоем крупнозернистого фильтрующего материала толщиной 1 м — гравия, щебня, кокса, хорошо спекшегося шлака диаметром зерен 30—50 мм. Кроме того, в целях интенсифи-

Рис. 159. Фильтрующий колодец

А — деревянная крышка; Б — отверстие для вентиляционной стояка



кации процессов очистки и удлинения сроков службы под основание колодца и вокруг наружных стенок насыпают слой толщиной 0,25 м из тех же материалов, что и фильтр. Сверху колодец перекрывают железобетонной плитой с люком диаметром 700 мм и вентиляционной трубой диаметром 100 мм.

В расчетную поверхность фильтрующего колодца входят поверхность дна и стенок колодца на высоту фильтра. Нагрузка на 1 м² расчетной поверхности в песчаных грунтах составляет 80 л/сут, а в супесчаных — 40 л/сут. Таким образом, расчетная поверхность фильтрующего колодца производительностью 1 м³/сут в песчаных грунтах должна быть 12,5 м², а в супесчаных — 25 м².

Фильтрующие колодцы сооружают на расстоянии не менее 8 м от жилых зданий.

Поля подземной фильтрации. Основным элементом является оросительная система, представляющая собой сеть уложенных в земле водонепроницаемых труб, по которым проходят предварительно очищенные в септике сточные воды. Для устройства оросительной

системы применяют керамические или асбестоцементные трубы диаметром 100 мм. Для выпуска сточных вод керамические трубы укладывают с зазором в 15—20 мм между торцами, которые сверху перекрывают накладками из водостойкого мягкого листового материала. При использовании асбестоцементных труб большой длины в их нижней части делают пропилы шириной 15 мм, на расстоянии не более 0,2 м одно от другого. В целях притока воздуха в фильтрующий слой на концах труб оросительной системы полей подземной фильтрации устраивают вентиляционные стояки диаметром 100 мм, возвышающиеся над уровнем земли на 0,5 м.

При устройстве полей подземной фильтрации осветленные в септике сточные воды по подающей трубе попадают в распределительную линию и от нее в трубы оросительной системы. Распределительная труба обычно располагается перпендикулярно подающей и имеет уклон в обе стороны не менее 0,005. К распределительной трубе подсоединяют сеть оросительных труб.

Взаимное расположение распределительных и оросительных труб увязывают с рельефом местности. В песчаных грунтах оросительные трубы укладывают на расстоянии 1,5—2 м с уклоном 0,001—0,003, в супесчаных — на расстоянии 2,5 м без уклона.

Оросительные трубы можно располагать радиально (веером). В этом случае устья лотков труб должны находиться на одном уровне, а внутренний угол между отдельными трубами должен быть не менее 30°.

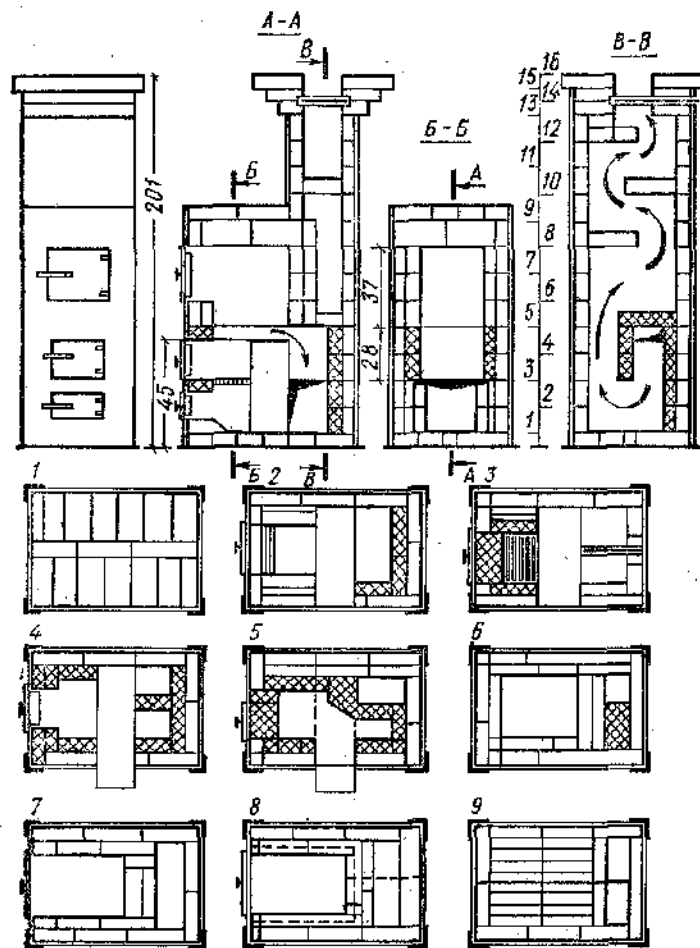
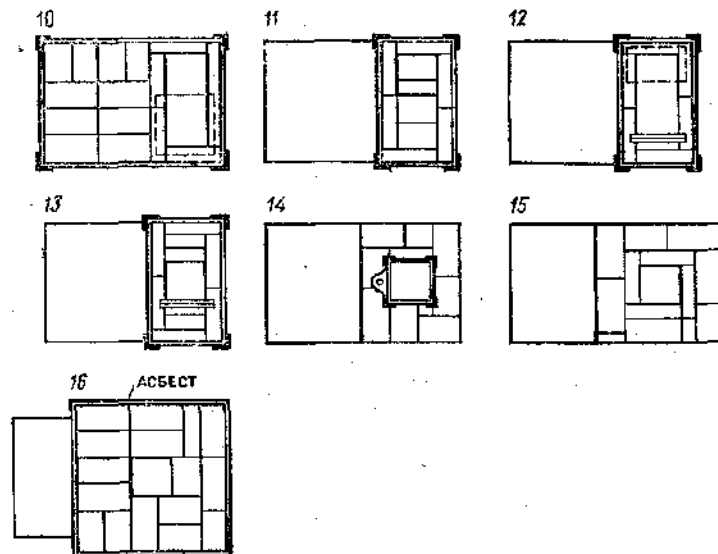
Фильтрующие траншеи представляют собой искусственные углубления, заполненные фильтрующим материалом, в которых уложены оросительная и дренажная системы. Траншеи обычно размещают вблизи оврага, канавы или водоема, в который самотеком поступают очищенные сточные воды. Длина фильтрующих траншей определяется расчетами в зависимости от суточной нагрузки сточных вод, но не может превышать 30 м. Ширина нижней части траншеи не менее 0,5 м, расстояние между осями отдельных параллельно расположенных траншей принимается в пределах 3 м. Расстояние между дренажными и оросительными трубами по высоте не менее 0,8—1 м. Оросительную сеть закладывают на глубину не менее

0,5 м от поверхности земли. Пространство между оросительными и дренажными трубами (рабочая высота фильтра) засыпается крупнозернистым песком. Сверху фильтрующая загрузка перекрывается слоем торфа или перегноя толщиной 10 см и местным грунтом.

Для устройства *песчано-гравийного фильтра* роют котлован с отлогими стенками фильтрующей загрузкой, затем укладывают оросительную и дренажную сети. Дренажная сеть, расположенная в нижней части котлована, должна находиться на расстоянии не менее 1 м от наивысшего уровня грунтовых вод. Оросительные трубы укладывают выше дренажных на 1—1,5 м и не менее 0,5 м от поверхности земли.

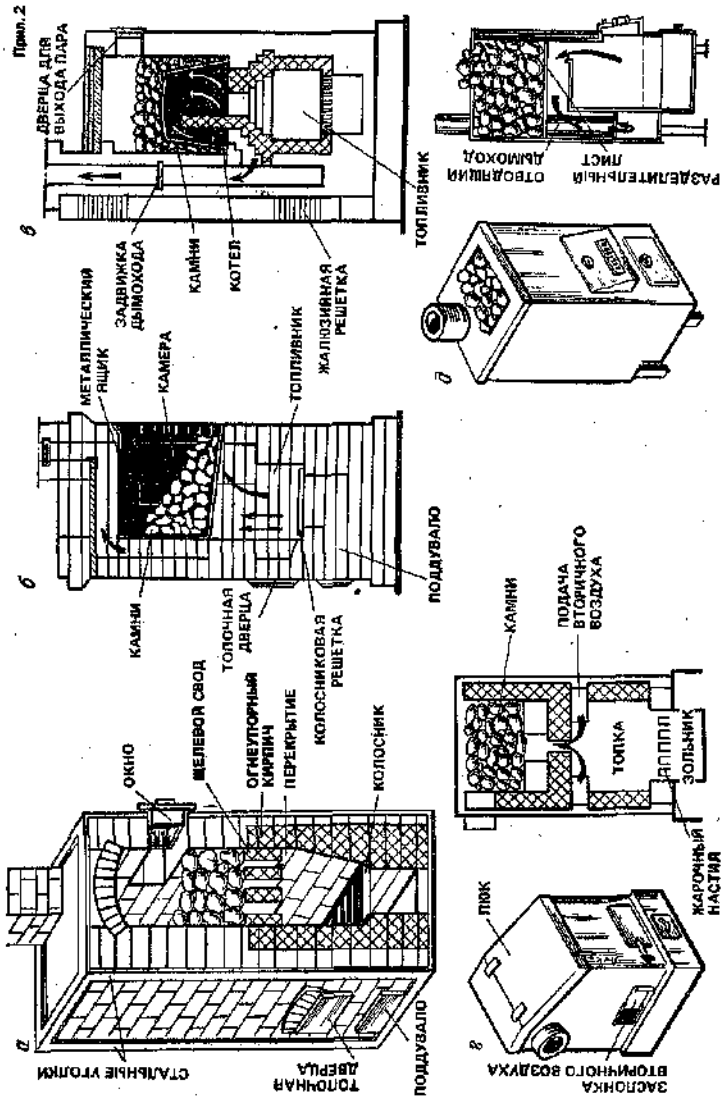
Оросительные и дренажные трубы имеют уклон не менее 0,005 в обсыпке толщиной 15—20 см из крупнозернистого фильтрующего материала — гравия, щебня, котельного шлака и т. д. Пространство между оросительной и дренажной сетями (рабочая высота фильтра) заполняется крупнозернистым песком. Расстояние между оросительными трубами 1—1,5 м. Такой же интервал имеют трубы дренажной сети.

Приложение 1



Спецификация материалов и приборов

Наименование	Размеры, см	Количество
Кирпич, шт.:		
обычный	25×12×6,5	400
огнеупорный	25×12,3×6,5	10
Глина:		
обычная, м³	—	0,4
огнеупорная, кг	—	4
Песок горный, м³	—	0,4
Решетка колосниковая, шт.	30×20	1
Дверца, шт.:		
поддувальная	27×14	1
топочная	25×21	1
паровыделяющей камеры	35×25	1
Бачок сварной	52×20×45	1
Железная плита, шт.:		
59×45×2	59×45×2	1
59×45×9	59×45×9	1
Заслонка дымовая	25×13	1



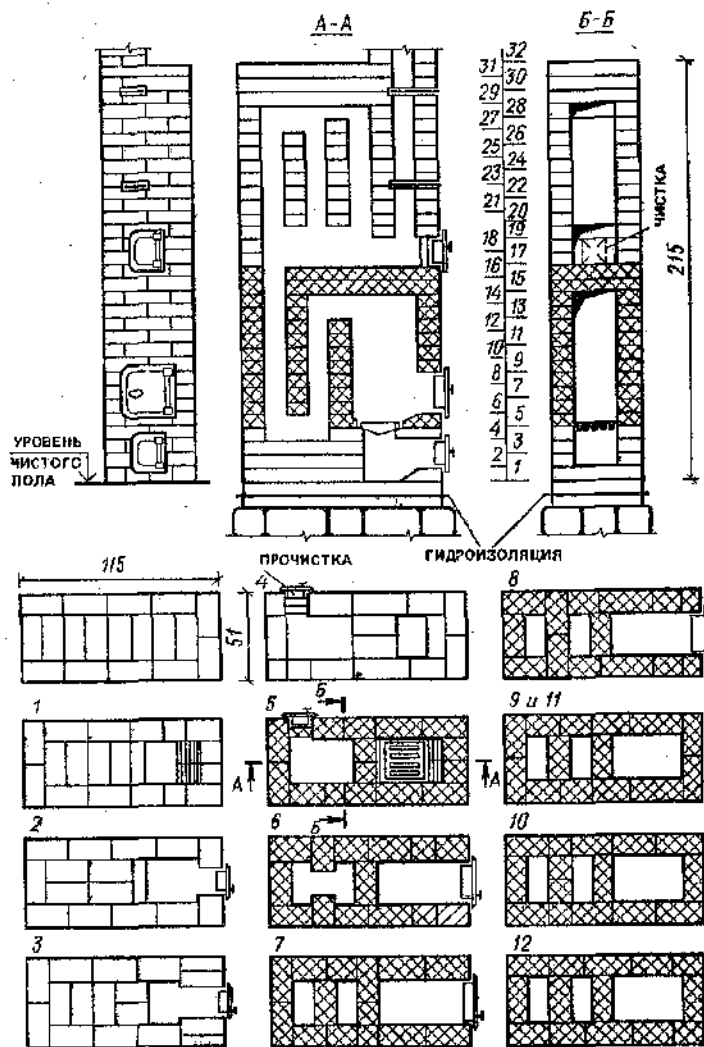
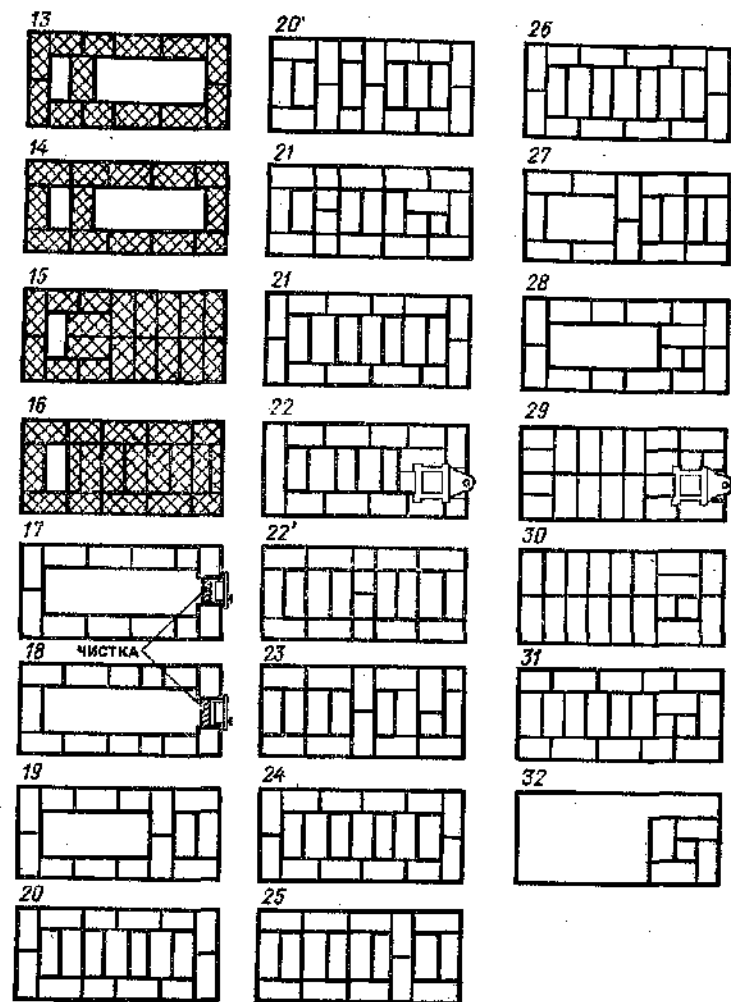
**Спецификация материалов и приборов для выкладки печи
конструкции Н. Ф. Волкова**

Наименование	Размер, см	Количество
Кирпич, шт:		
обычный	25×12×6,5	520
огнеупорный	25×12,3×6,5	100
Глина:		
обычная, м³	—	0,2
огнеупорная, кг	—	50
Песок, м³	—	0,2
Решетка колосниковая, шт.	25×25,2	1
Дверцы, шт.:		
топочная	25×20,5	1
поддувальные и прочистные на вентиляционное отверстие	13×14	6
	13×7,5	1
Плита составная, шт.:		
с конфорками	56×36	1
без конфорок	53×18	1
Заслонка выщелочная, шт.	13×24	2
	13×13	1
Духовой шкаф, шт.	—	1
Дверка камеры с рамкой, шт.	—	1

Приложение 3

Спецификация материалов и приборов

Наименование	Размер, см	Количество
Кирпич, шт.:		
обычный	25×12×6,5	300
огнеупорный	25×12,3×6,5	158
Глина:		
обычная, м³	—	0,09
огнеупорная, кг	—	50
Песок, м³	—	0,08
Решетка колосни- ковая, шт.	25,2×30	1
Дверца, шт.:		
топочная	25×20,5	1
прочистная	13×14	2
поддувальная	13×14	1
Заслонка дымовая, шт.	13×24	2



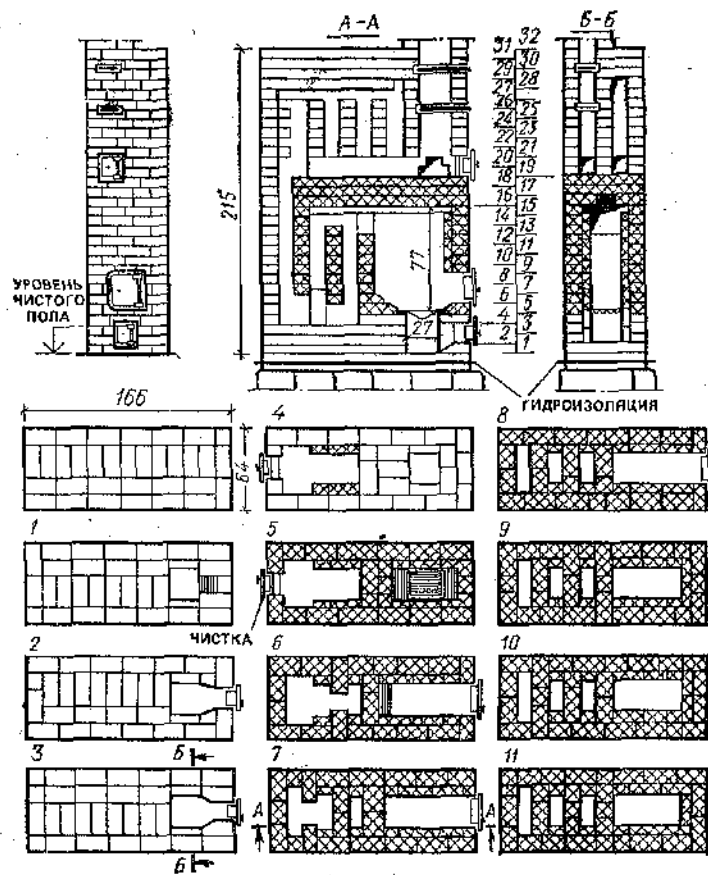
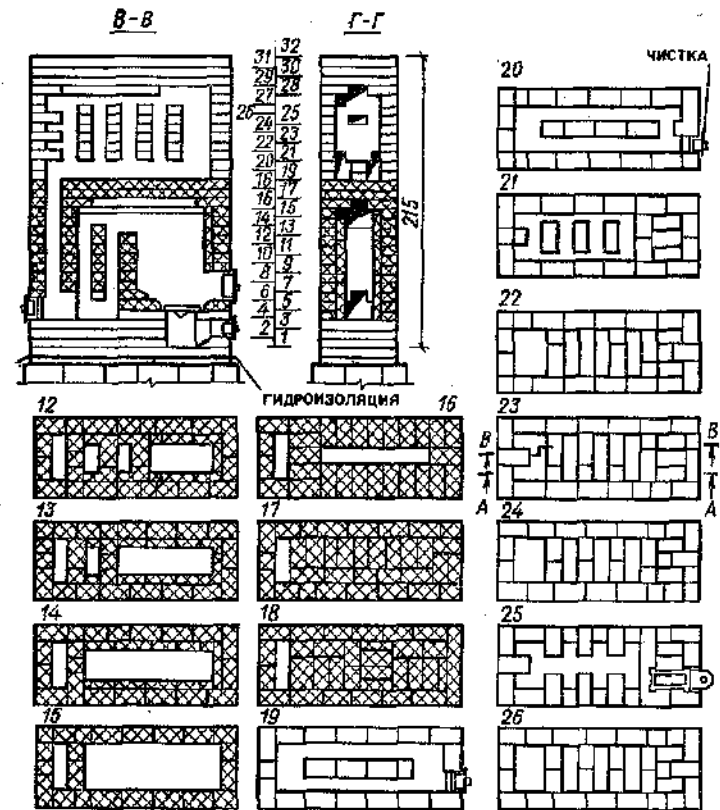
Продолжения

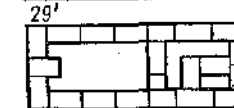
Наименование	Размер, см	Количество
Лист предтопочный из кровельной стали, шт.	50×70	1
Толь, м ²	—	2

23*

355

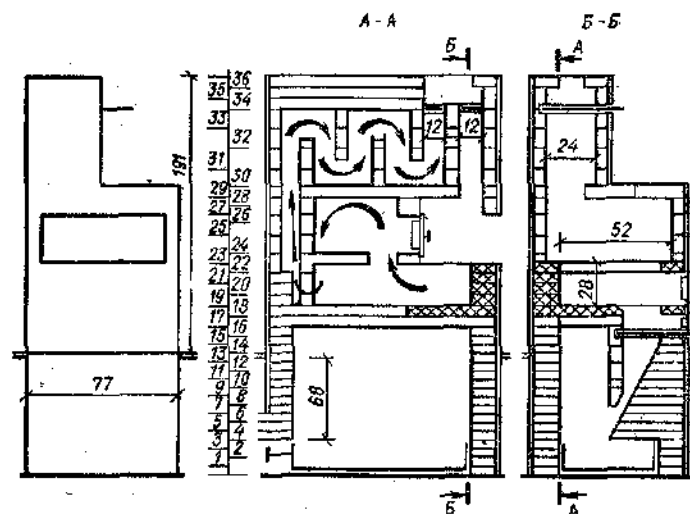
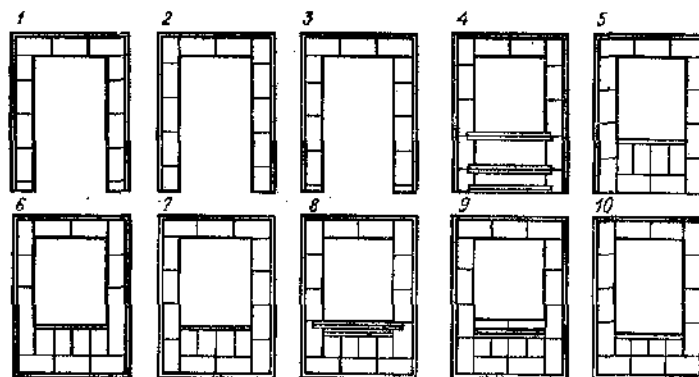
Приложение 4

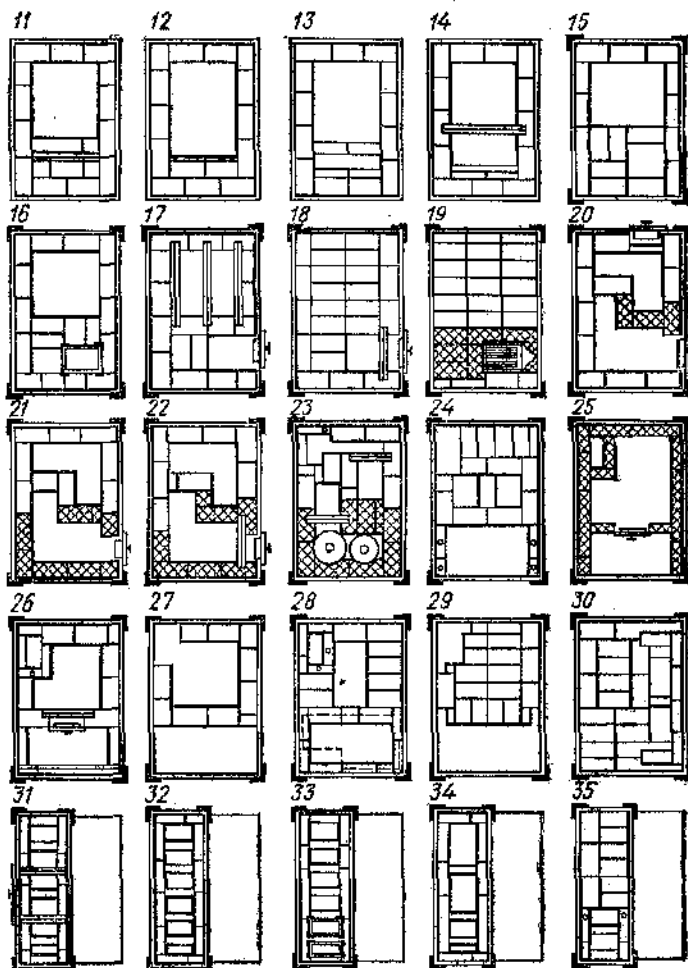
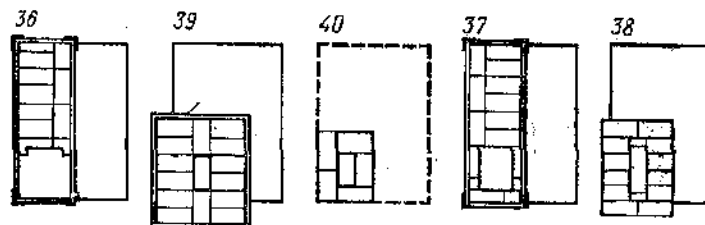




Спецификация материалов и приборов

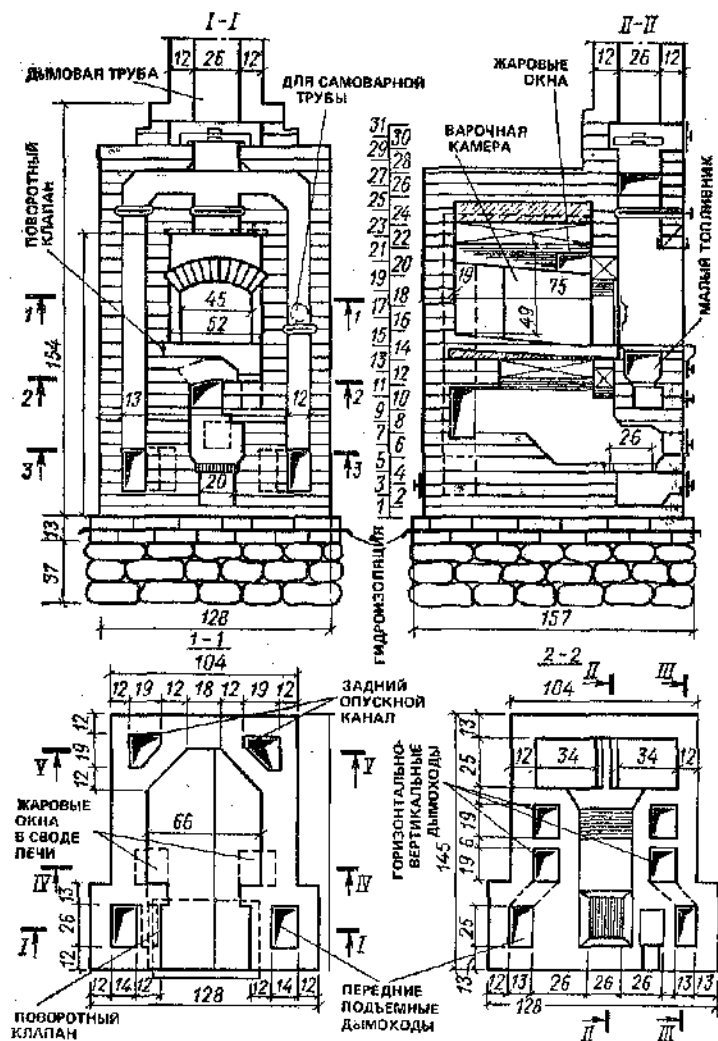
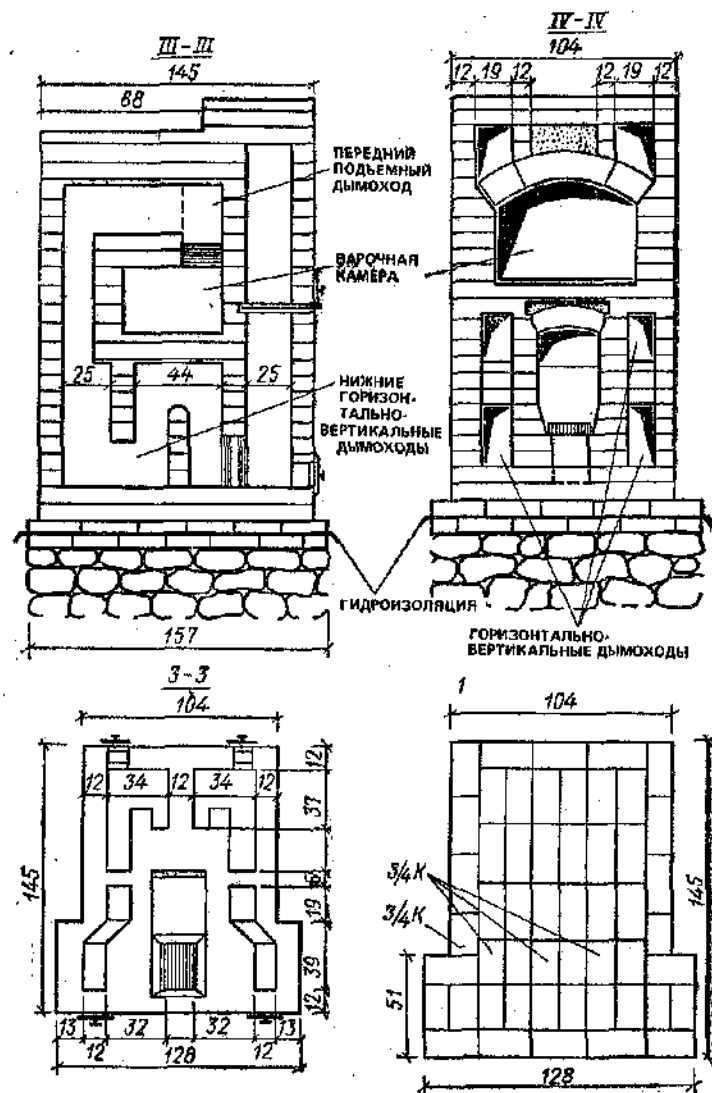
Наименование	Размер, см	Количество
Кирпич, шт.: глиняный обычный	25×12×6,5	510
тугоплавкий	25×12,3× ×6,5	242
Глина:		
обычная, м³	—	0,14
тугоплавкая, кг	—	100
Песок, м³	—	0,14
Решетка колос- никовая, шт.	25,2×30	1
Дверца, шт.: топочная	25×20,5	1
поддуваль- ная	13×14	1
прочистная	13×14	2
Заслонка ды- мовая, шт.	13×24	2
Лист предто- почный из кро- вельной стали, шт.	50×70	1
Толь, м²	—	3

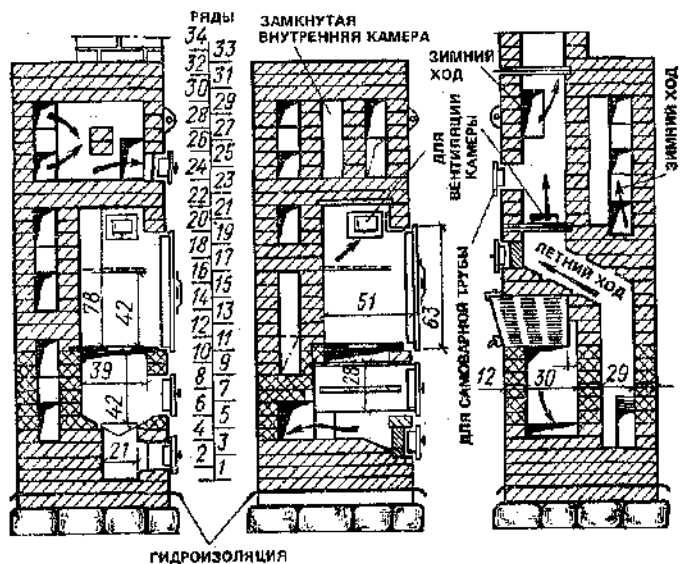
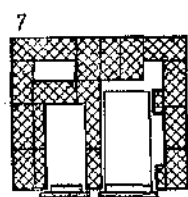
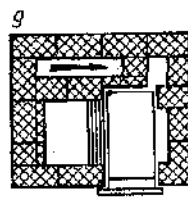
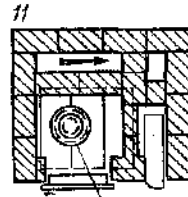




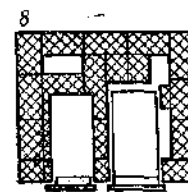
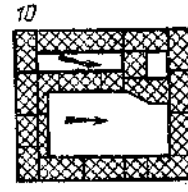
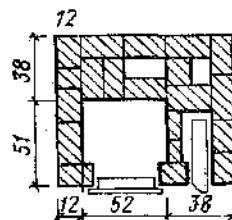
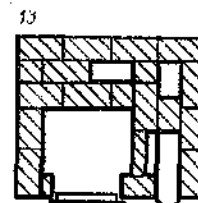
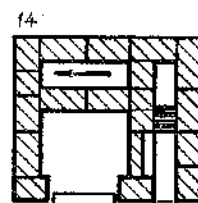
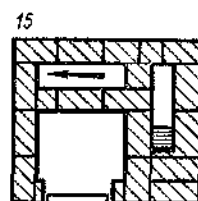
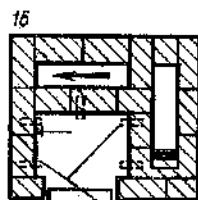
Спецификация материалов и приборов

Наименование	Размер, см	Количество
Кирпич, шт.:		
обычный	25×12×6,5	700
огнеупорный	25×12,3×6,5	70
Глина:		
обычная, м ³	—	0,9
огнеупорная, кг	—	30
Песок горный, м ³	—	0,9
Решетка колосниковая, шт.	30×20	1
Дверца, шт.:		
поддувальная	27×14	2
топочная	25×21	1
чугунная	25×21	1
Плита чугунная варочная на две конфорки, шт.	71×41	1
Заслонка дымовая, шт.	25×13	3

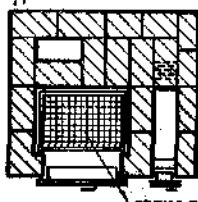




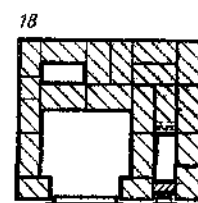
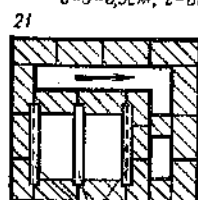
ЧУГУННЫЕ ПЛИТЫ



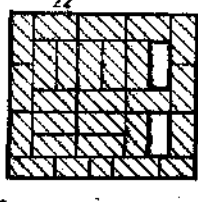
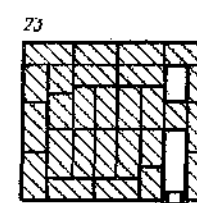
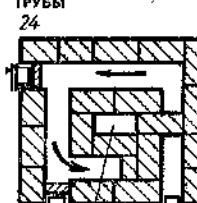
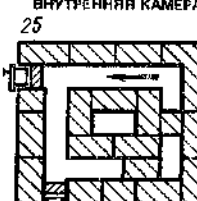
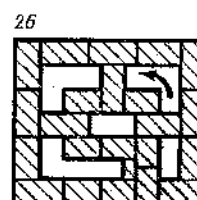
ЗАДЕЛАТЬ В ШВЫ ОБРЕЗКИ
ПОЛОСОВОЙ СТАЛИ 2,5x0,3 см
17-12 см (ДЛЯ РАМКИ С СЕТКОЙ)



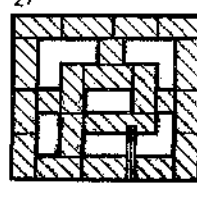
СЕТКА В РАМКЕ

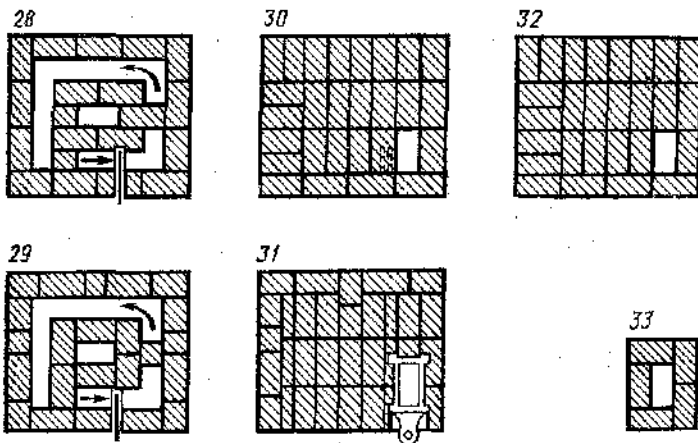
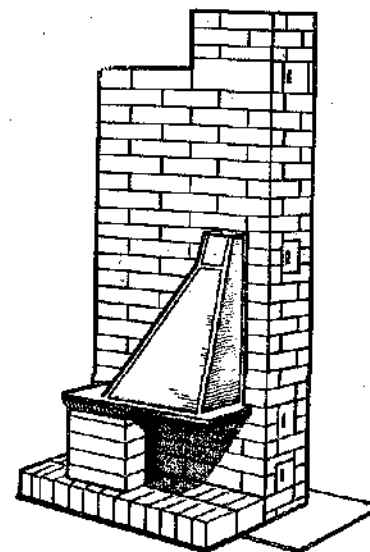


ПОЛОСОВАЯ СТАЛЬ
5x0,5 см, l=50 см



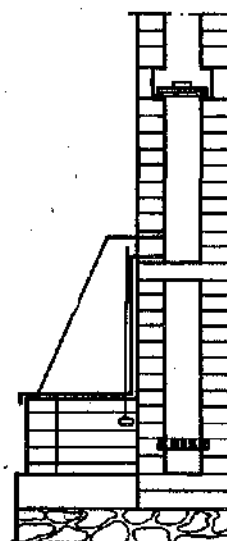
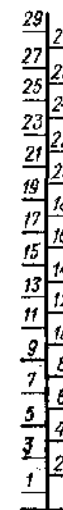
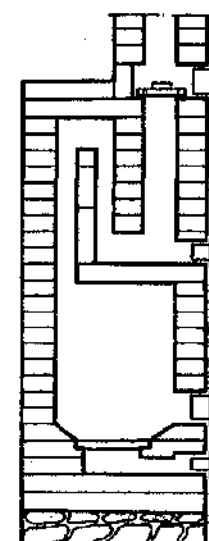
УГЛОВАЯ СТАЛЬ
5x5x0,5 см, l=60 см

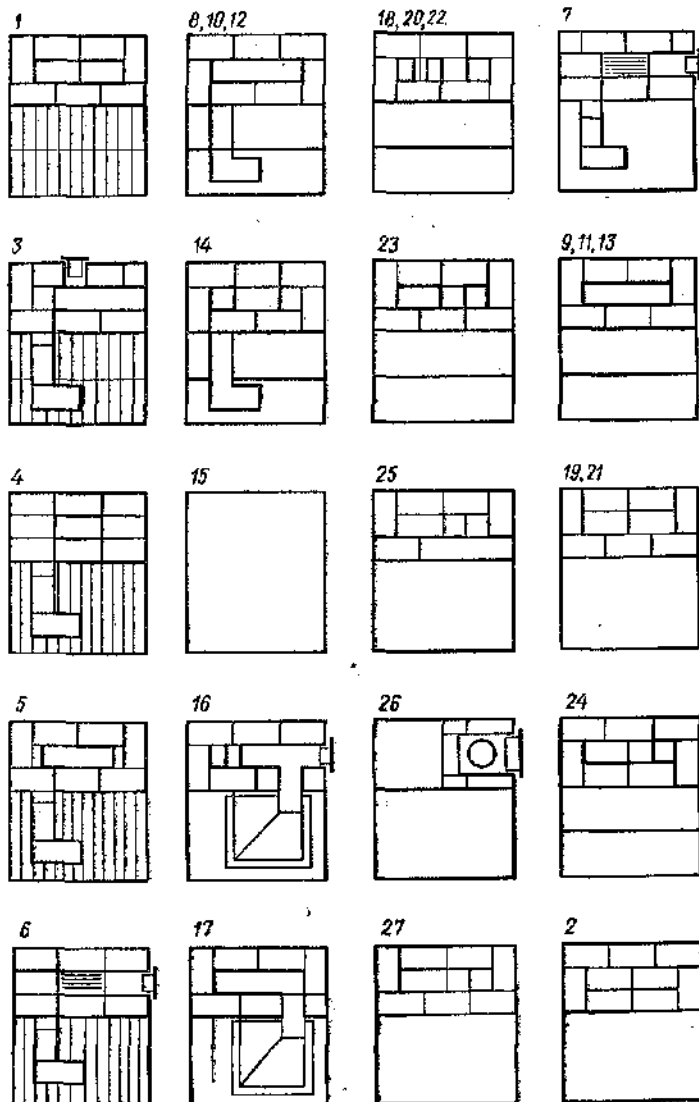
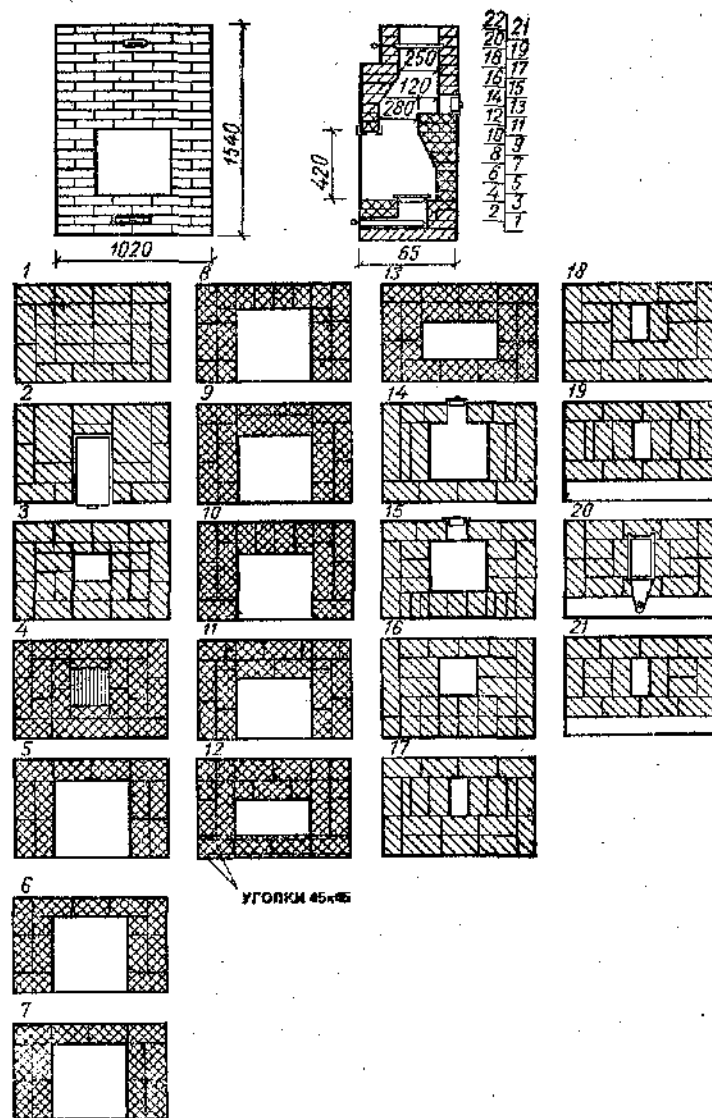




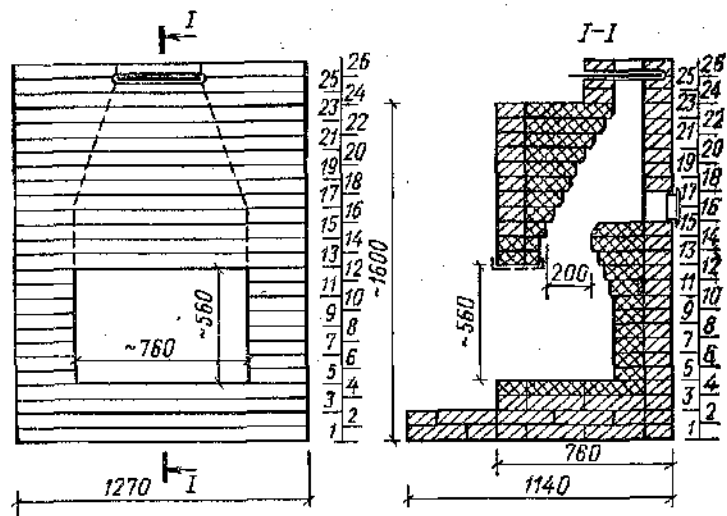
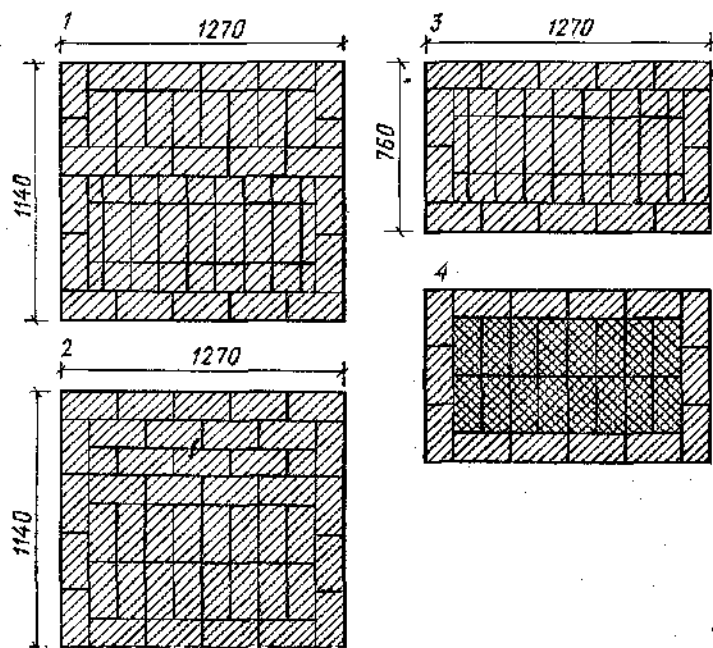
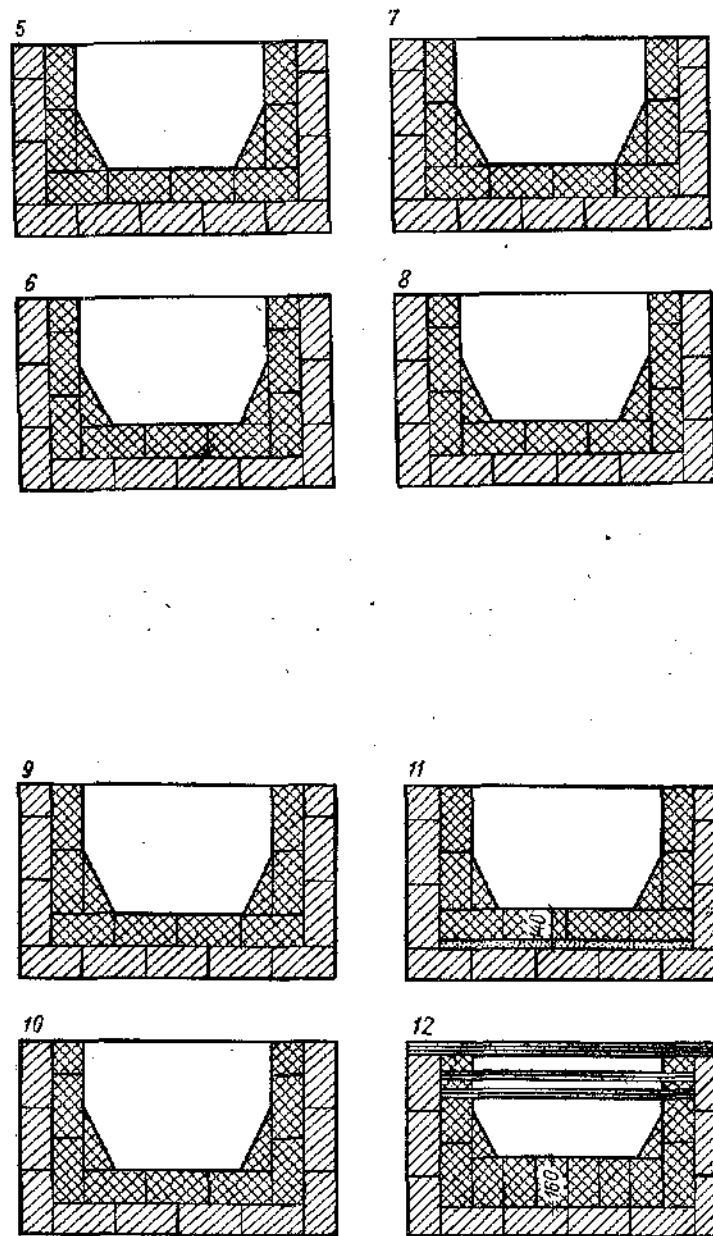
Спецификация материалов и приборов

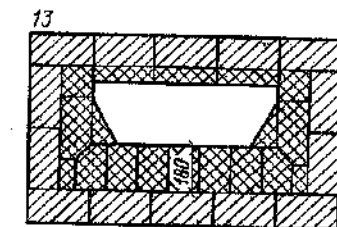
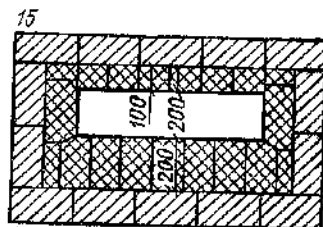
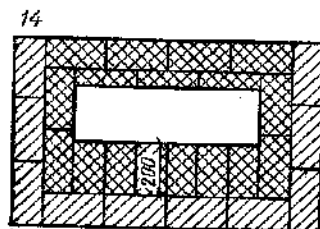
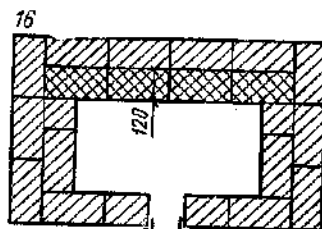
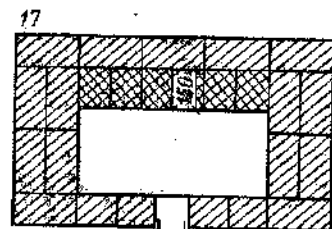
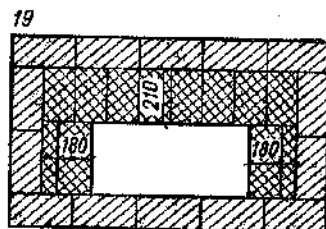
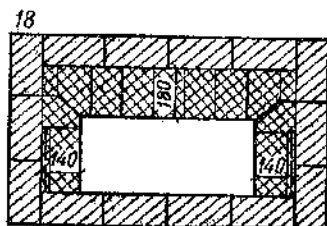
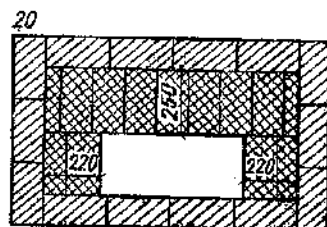
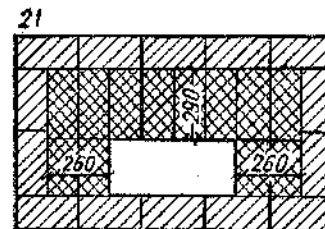
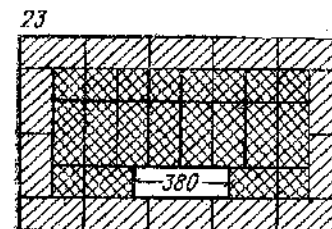
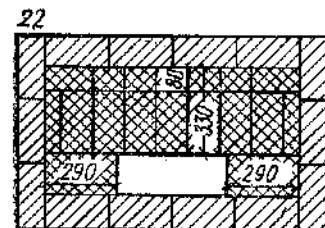
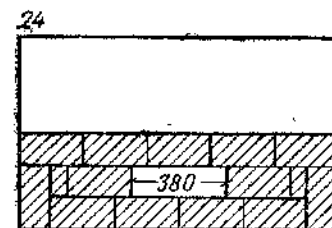
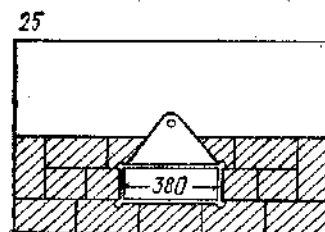
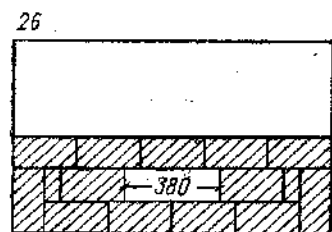
Наименование	Размер, см	Количество
Кирпич, шт.:		
глиняный обычный	25×12×6,5	460
тугоплавкий	25×12,3×6,5	64
Глина обычная, м³	—	0,1
Песок, м³	—	0,05
Решетка колосниковая, шт.	25×25,2	1
Дверца, шт.:		
обычная	25×20,5	1
топочная	13×14	1
прочистная	13×14	4
Плита с конфорками, шт.	41×36	2
Заслонка дымовая, шт.:		
13×21	13×21	2
13×13	13×13	2
Уголки стальные, м	3×3×0,5	3,5
Сталь кровельная (на удельное давление 6 кгс/м²)	—	0,25
Толь, м²	—	2
Картон асбестовый, м²	—	0,025





Приложение 10





Приложение 11

Временные технические условия
на перевод отопительных и отопительно-варочных
печей на газовое топливо

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Настоящие технические условия являются обязательными для всех организаций, проектирующих, строящих и эксплуатирующих газовые отопительные и отопительно-варочные печи в жилых и коммунально-бытовых зданиях городов и населенных пунктов РСФСР.

2. Применение газообразного топлива в отопительных и отопительно-варочных печах разрешается во всех вновь строящихся, в капитально ремонтируемых и существующих зданиях.

3. Применение газа в отопительных и отопительно-варочных печах домов, имеющих более двух этажей, разрешается при условии: основания под печи опираются на консоли (рельсы, металлические швеллеры или двутавровые балки и т. д.), прочно заделанные в кирпичные стены здания.

4. Перевод существующих отопительных и отопительно-варочных печей на газ допускается при условии их соответствия требованиям, изложенным в разд. II и III настоящих технических условий.

5. Газифицируемые отопительные и отопительно-варочные печи должны оборудоваться газовыми инжекционными горелками с автоматикой безопасности, которая предотвращает подачу газа в печь при погасании пламени на горелке или нарушении тяги в дымоходе.

Вновь созданные конструкции горелок, предназначенные для отопительных и отопительно-варочных печей, должны быть сданы приемочной комиссией в соответствии с «Положением о порядке проведения в системе Министерства коммунального хозяйства РСФСР научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, изготовления и испытания новых видов оборудования для жилищно-коммунального хозяйства».

6. Противопожарные мероприятия, осуществляемые при строительстве новых и при переводе на газ существующих отопительных и отопительно-варочных печей, должны выполняться согласно СНиП «Отопительные печи, дымовые и вентиляционные каналы жилых и общественных зданий».

7. Сооружение и эксплуатация внутридымовых газопроводов, испытание и приемка газооборудования печей должны производиться в соответствии с «Правилами безопасности в газовом хозяйстве населенных пунктов и при использовании газа в промышленности, коммунальными и бытовыми потребителями» и «Правилами техники безопасности и технической эксплуатации городского газового хозяйства».

8. Во вновь строящихся зданиях любого назначения топки газифицированных печей должны располагаться со стороны коридора или другого нежилого помещения.

В существующих зданиях школ, детских учреждений, клубов, зрелищных учреждений, магазинов и т. п. при невозможности обеспечения указанного требования допускается расположение топочных щитков горелок со стороны классов, детских комнат, зрительных и торговых залов и других помещений. В этих случаях печи должны топиться специально обученными лицами преимущественно в отсутствие людей (детей). По окончании газовой подводка к печи должна отключаться краном, расположенным вне данного помещения.

9. Помещения, в которые выходят топки отопительных и отопительно-варочных печей, переведенных на газовое топливо, должны иметь:

окно с форточкой или дверь, выходящую наружу, в кухню, тамбур, коридор. Перед дверью должен быть проход не менее 1 м; вентиляционный канал или вытяжку в дымоход печи в виде герметической двери, установленной на два ряда выше шиберов. Дверца может открываться только в период между топками для вентиляции помещения.

10. В жилых и коммунально-бытовых зданиях пригодность

печей и дымоходов к переводу на газ определяется комиссией в составе инженерно-технического работника жилищно-коммунальной организации (председателя), управляющего или коменданта дома и трубочиста ДПО. Указанные лица должны иметь специальную подготовку по газовому делу в объеме учебной программы техникума и удостоверение о допуске к эксплуатации газового оборудования и производству трубочистных работ. Результаты обследования комиссия оформляет актом в четырех экземплярах, из которых один экземпляр после регистрации остается в деле ДПО, один передается в трест (контору) городского газового хозяйства для получения разрешения на отпуск газа, один — в проектную организацию, один — в жилищную организацию, эксплуатирующую данное здание.

II. ОТБОР И ПЕРЕОБОРУДОВАНИЕ ОТОПИТЕЛЬНЫХ И ОТОПИТЕЛЬНО-ВАРОЧНЫХ ПЕЧЕЙ, НАМЕЧЕННЫХ К ПЕРЕВОДУ НА ГАЗ

Отопительные печи.

11. Разрешается переводить на газ печи, имеющие:

- а) плотные без трещин стенки;
- б) поперечное сечение дымооборотов не менее чем 13×13 см;
- в) толщину стенок топки и дымоходов не менее 12 см ($1/2$ кирпича).

Примечание. Перевод на отопление газом печей с толщиной стенок в $1/4$ кирпича допускается при наличии у печи металлического кожуха;

г) не более пяти последовательных вертикальных дымооборотов;

д) шибер (затворку) или вышку для регулирования тяги во время работы горелки; в центре шибера должно быть просверлено отверстие диаметром 12—15 мм;

е) «чистку» в виде герметической дверцы, установленной на два ряда кирпичей выше шибера (вышки);

ж) поддувальную дверцу.

12. Для предотвращения конденсации водяных паров на оголовках дымовых труб и обеспечения высокого коэффициента полезного действия отопительных печей переоборудовать их на газ следует в строгом соответствии с указаниями, приведенными в тексте книги.

Малогабаритные печи, имеющие площадь поперечного сечения до $0,5 \text{ м}^2$, переводятся на газ без изменения прежней системы дымооборотов. Для нормального нагрева нижней зоны печи над горелкой должна быть установлена решетка из огнеупорных кирпичей.

Печи средних габаритов, имеющие площадь поперечного сечения от $0,5$ до $0,7 \text{ м}^2$, переводятся на газ также без изменения системы дымооборотов*. Для обеспечения нормального прогре-

* Исключения составляют семнооборотные печи, система дымооборотов которых при переводе на газ изменяется согласно указаниям, приведенным в тексте книги.

на нижней зоны печей этой группы продукты сгорания газового топлива должны быть направлены из топливника к основанию печи.

Печи больших габаритов с площадью основания более $0,7 \text{ м}^2$ должны при переводе на газ разделяться на две самостоятельные секции. В каждой секции выкладывается отдельный топливник для газовой горелки с дымооборотами.

Примечание. В топливниках отопительных печей, имеющих не более трех дымооборотов, разрешается монтировать змеевики, секции радиаторов, бачки, предназначенные для местного водяного отопления и горячего водоснабжения квартир.

При установке в печах змеевиков, радиаторов, бачков не должна уменьшаться площадь поперечного сечения выходного отверстия топливника.

Конструкция бачков предусматривается проектом и должна соответствовать требованиям правил Котлонадзора.

Отопительно-варочные печи

13. Переводить на газовое топливо разрешается существующие кухонные очаги, кухонные очаги с отопительными щитками, отопительно-варочные печи типа «шведка» и другие, имеющие:

а) не более трех последовательных вертикальных дымооборотов в отопительном щитке.

Примечание. При чистке дымооборотов более трех остальные должны быть выключены из общей системы дымовых каналов. Для этого третий вертикальный дымооборот соединяют непосредственно с дымовой трубой;

б) площадь основания до 1 м^2 ;

в) плотные стенки без трещин;

г) поперечное сечение дымовых каналов не менее $13 \times 13 \text{ см}$ ($\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ кирпича).

Примечания: 1. При переводе на газ кухонных очагов (печи-варочных плит), имеющих чугунный настил с конфорочными кольцами и духовой шкаф, разрешается устанавливать в топливниках змеевики, чугунные радиаторы и бачки, предназначенные для отопления и горячего водоснабжения квартир.

2. При переводе на газ отопительно-варочных печей, имеющих чугунный настил с конфорочными кольцами, духовой шкаф и отопительный щиток, в отдельных случаях разрешается устанавливать в топливниках змеевики, чугунные радиаторы и бачки. Но при этом должны быть приняты меры, предотвращающие образование конденсата в дымовых трубах. Для этого в печи должен быть ликвидирован духовой шкаф или при наличии в печи чугунного настила с конфорочными кольцами и духового шкафа из общей системы дымооборотов должен быть отключен отопительный щиток.

14. При наличии двухконфорочной чугунной плиты размером не менее $600 \times 400 \text{ мм}$ или духового шкафа размером не менее $380 \times 300 \times 280 \text{ мм}$ разрешается переводить на газ отопительно-варочные печи с отопительным щитком, имеющим толщину стенок $\frac{1}{4}$ кирпича (6,5 см). Длина щитка не должна превышать 102 см (4 кирпича).

Перед переводом печи на газ щитки толщиной $\frac{1}{4}$ кирпича надо штукатурить заново.

15. Отопительно-варочные печи, имеющие только чугунную плиту размером менее $600 \times 400 \text{ мм}$ или только духовой шкаф размером менее $380 \times 300 \times 280 \text{ мм}$, допускаются к переводу на газовое топливо при условии, если стенки отопительного щитка имеют толщину не менее $\frac{1}{2}$ кирпича (120 мм).

16. Чугунная плита не должна иметь выпучин и трещин. Наличие конфорочных колец на плите обязательно.

17. При наличии прогаров или даже небольших отверстий в стенках духового шкафа его необходимо заменить новым.

18. Отопительно-варочная печь должна иметь не более трех шиберов (завдвижек). Один шибер (завдвижка) для летнего хода, другой — для зимнего, третий — вентиляционный.

Для лучшей ориентировки при эксплуатации выступающие из печной кладки части шиберов (завдвижек) необходимо окрашивать разными цветами: летний шибер — красным, зимний — белым, вентиляционный — черным.

Примечание. В вентиляционном канале вместо задвижки можно устанавливать полугерметичную дверцу.

19. Для обеспечения постоянной вентиляции печи в шиберях (завдвижках) летнего и зимнего хода следует просверлить по одному отверстию диаметром 12—15 мм.

20. Внутреннюю поверхность дымоходов печи перед переводом ее на газ очищают от сажи.

21. Объем топливника отопительно-варочной печи должен быть таким, чтобы тепловое напряжение топочного пространства составляло $Q/V = 250\ 000 - 275\ 000 \text{ ккал}/(\text{м}^3 \cdot \text{ч})$. Здесь Q — количество теплоты (ккал), выделяющегося в топливнике в течение 1 ч (это количество теплоты определяется умножением теплотворной способности газа на его часовой расход, м^3); V — объем топливника, м^3 .

22. При переводе отопительно-варочных печей на газ из огнеупорного кирпича должны быть выполнены:

а) один ряд кладки, на которую опирается чугунная плита с конфорками;

б) футеровка стенки духового шкафа, непосредственно соприкасающаяся с высокотемпературными газами топочной камеры.

III. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ДЫМОХОДАМ

23. Дымоходы для отвода продуктов сгорания из отопительных и отопительно-варочных печей должны быть расположены, как правило, во внутренних капитальных стенах. Допускается применение приставных дымоходов, отвечающих требованиям Правил безопасности в газовом хозяйстве Госгортехнадзора РСФСР и настоящих Временных технических условий.

24. При устройстве дымоходов в наружных капитальных стенах расстояние от внутренней поверхности дымохода до наружной поверхности стены принимается не менее 64 см ($2\frac{1}{2}$ кирпича). При этом наружная поверхность дымохода должна быть оштукатурена.

25. Дымоходы должны выполняться из хорошо обожжено-

го красного кирпича первого сорта, керамических, асбестоцементных труб или блоков из жаростойких материалов.

26. Сечение дымохода, выполненного в кирпичной кладке, должно быть не менее 13×13 см ($\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ кирпича) а при круглом сечении дымохода диаметр его должен быть не менее 100 мм.

27. Размер разделок между отдельными дымоходами в кирпичной стене должен быть не менее 12 см ($\frac{1}{2}$ кирпича).

В местах пересечения дымоходом междуэтажных и чердачных перекрытий размер противопожарных разделок от внутренней (дымовой) поверхности дымохода до ближайшей деревянной детали перекрытия принимается 25 см с обязательной изоляцией стораемых конструкций листовым асбестом.

28. Дымоходы на всем протяжении должны быть вертикальными и доступными для чистки и ремонта.

Примечание. При невозможности сохранить вертикальное направление дымохода допускается устройство уводов (наклонных участков) под углом не менее 60° к горизонту со смещением оси канала в сторону не более чем на 2 м. Кладка увода уступами запрещается.

29. Наружная поверхность дымовой трубы, расположенная выше кровли (оголовка), должна быть оштукатурена цементным раствором, а в пределах чердака — теплым раствором толщиной 2—3 см; оголовки дымохода должны быть защищены от атмосферных осадков.

30. Дымовые трубы должны быть выведены:

а) на 0,5 м выше конька крыши, если они расположены на расстоянии (считая по горизонтали) не менее, чем 1,5 м от конька крыши;

б) в уровень с коньком крыши, если они отстоят на 1,5—3 м от конька крыши;

в) ниже конька крыши, но не ниже прямой, проведенной от конька вниз под углом 10° к горизонту, если они отстоят от конька на 3 м. Во всех случаях высота трубы от прилегающей части крыши должна составлять не менее 0,5 м.

31. Если вблизи дымовой трубы находятся более высокие части здания, строения или дерева, дымовые трубы от газовых бытовых печей должны выводиться выше границы зоны ветрового подпора. Трубы должны быть теплоизолированы во избежание охлаждения продуктов сгорания ниже точки росы.

Примечание. Зона ветрового подпора ограничивается условной линией, опущенной с более высокого соседнего здания на крышу низкого здания под углом 45° к горизонту.

32. Дымоходы должны быть тщательно проверены на:

а) соответствие материала и конструкции настоящим «Временным техническим условиям»;

б) отсутствие трещин на их наружной поверхности, сажи и смолы на внутренней поверхности;

в) отсутствие засоров и наличие нормальной тяги;

г) плотность и обособленность (путем задымления);

д) наличие и исправность огнестойких разделок дымохода;

е) исправность оголовка и его расположение вне зоны ветрового подпора.

Результаты обследования оформляются актом по установленной форме.

3. Проверка дымоходов на плотность, обособленность и отсутствие завалов производится следующими способами:

а) **задымление проверяемого канала.** Для этого в устье канала сжигаются материалы, дающие большое количество дыма (ветошь, смоченная нефтяными продуктами, полоски толя, смолистые вещества и т. п.). При этом выходное отверстие канала над крышей плотно закрывается. Появление дыма в смежных с дымоходом вентиляционных каналах или примыкающих к дымоходу помещениях свидетельствует о неплотности или необособленности дымохода;

б) **выявление завалов и засоров.** На всю длину канала опускают специальный шар диаметром 100—110 мм. При этом следует соблюдать осторожность, чтобы не повредить стенку канала. Если шар свободно проходит до нижнего отверстия канала, то завалы и засоры в последнем отсутствуют.

34. В пределах чердака наружные стенки кирпичных дымоходов должны быть побелены и на каждый дымоход наносится красный номер соответствующей ему квартиры.

35. Если отопительные и отопительно-варочные печи не имеют самостоятельных дымоходов, то эти печи могут быть присоединены к обособленным внутренним или отдельно стоящим коренным дымоходам соединительным железным патрубком диаметром не менее 100 мм, изолированным снаружи слоем асбеста толщиной 15—20 мм.

Ниже ввода соединительного патрубка в трубу необходимо устраивать карман глубиной 25 см. Для чистки кармана в его нижней части устанавливается герметичная дверца.

Печи к дымоходам можно также присоединять с помощью кирпичных коробов с толщиной стенки $\frac{1}{4}$ кирпича, находящихся в футляре из кровельной стали.

Длина соединительных патрубков и коробов не должна превышать 1 м. Соединительные патрубки (короба) должны прокладываться с подъемом к дымовой трубе не менее 0,01 (1 см на 1 м длины).

36. В существующих зданиях допускается присоединение к одному дымоходу до трех отопительных или отопительно-варочных печей, при условии ввода продуктов сгорания в дымоход на различных уровнях, но не ближе 50 см друг от друга, или устройства рассечек в дымоходе на такую высоту.

37. При отсутствии теплотехнического и гидравлического расчета размеры поперечного сечения дымоходов допускается не менее:

а) для одной печи 13×13 см ($\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ кирпича);

б) для двух печей 13×26 см ($\frac{1}{2} \times 1$ кирпич);

в) для трех печей 26×26 см (1×1 кирпич).

IV. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГАЗОПРОВОДОВ И МОНТАЖ ГАЗООБОРУДОВАНИЯ К ПЕЧАМ

38. Проектная организация может приступать к проектированию газопроводов к отопительным и отопительно-варочным печам только в том случае, когда ей будут предъявлены следующие документы:

а) акт обследования печей о пригодности их к переводу на газовое топливо по установленной форме;

б) акт о техническом состоянии дымоходов;

39. Помимо предъявления указанных актов заказчик (учреждение, домовладелец, жилищно-эксплуатационная контора домоуправления) должен представить проектной организации поэтажный план строения, в котором предполагается переводить на газ отопительные и отопительно-варочные печи. На этом плане должно быть четко в масштабе указано расположение печей и дымоходов.

40. При подсчете потребности в газе для отопления здания и приготовления пищи необходимо учитывать все имеющиеся в наличии печи независимо от того, что часть из них временно, из-за ветхости или несоответствия требованиям, до переделки не может быть переведена на газовое топливо.

41. При расчете пропускной способности газопровода для подачи газа к отопительным и отопительно-варочным печам коэффициент одновременности работы печей следует принимать равным 0,85.

42. На газовой подводке к каждой печи должен устанавливаться запорный кран на высоте 1,5 м от пола по возможности вне помещения, в котором расположена горелка.

43. Опуски газопроводов в жилых помещениях должны осуществляться в непосредственной близости от печи.

44. Газопроводы должны крепиться к стенам хомутами.

45. Внутренние разводящие газопроводы должны прокладываться в нежилых помещениях.

46. Проектирование и монтаж газопроводов для перевода отопительных и отопительно-варочных печей на газовое топливо должны производиться с соблюдением правил безопасности.

Литература

1. Богомолов А. И. Перевод отопительных котельных на газ. — М.: Стройиздат, 1966
2. Буслаев К. А. Как самому сложить бытовую печь. — М.: Стройиздат, 1975
3. Вески А. Печи, камины, плиты. — Таллинн, Валгус, 1973
4. Евсеев П. П. Как построить русскую и финскую баню. М.: Стройиздат, 1982
5. Ковалевский И. И. Печные работы. — М.: Высшая школа, 1983
6. Рагозин А. С. Справочник по аппаратам для бытового газоснабжения. — Л.: Стройиздат, 1965

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
1. Квартирное водяное отопление	4
1.1. Общие сведения о местном отоплении индивидуальных жилых домов	4
1.2. Принцип действия и устройство водяного отопления с естественной циркуляцией	10
1.3. Подбор нагревательных приборов и их размещение	18
1.4. Теплогенераторы для квартирного водяного отопления	23
1.5. Комбинированные отопительно-варочные теплогенераторы	61
2. Горячее водоснабжение малоэтажных жилых домов	70
2.1. Общие сведения о системах горячего водоснабжения	70
2.2. Теплогенераторы для систем горячего водоснабжения	78
2.3. Основные сведения о правилах пользования банями и парными процедурами, их оздоровительном действии	90
2.4. Устройство индивидуальных бань и саун на приусадебных участках	97
2.5. Печи-каменки для бань и саун	107
3. Печное отопление малоэтажных домов	122
3.1. Типы печей, их выбор при проектировании печного отопления	122
3.2. Основные особенности процессов горения твердого, газообразного и жидкого топлива	134
3.2.1. Сжигание газа в отопительных печах	143
3.2.2. Особенности горения жидкого топлива	169
3.2.3. Типы горелок для жидкого топлива	174
3.2.4. Бытовые отопительные приборы заводского изготовления	182
3.3. Рекомендуемые конструкции отопительных печей	185
3.4. Отопительно-варочные печи	193
3.5. Устройство, конструкция, эксплуатация каминов	200
3.5.1. Камин и каминопечи	209
3.5.2. Дымовые трубы и дымоходы	230
3.6. Фундаменты и основания. Кладка и наружная отделка печей	237
3.7. Ремонт и эксплуатация печей и дымовых труб	244
4. Правила перевода печей на газообразное топливо	269
4.1. Требования к отопительным и отопительно-варочным печам	269
4.2. Требования к дымоходам	272
4.3. Сдача и пуск в эксплуатацию печей, переведенных на газовое топливо	276

4.4. Порядок выполнения работ по переводу печей на газовое топливо	276
Б. Устройство усадебного дома	278
5.1. Планировка усадебного дома	278
5.2. Фундаменты, цокольная и подвальная части дома	287
5.3. Стены	301
5.4. Перекрытия, кровля и крыша	316
В. Водоснабжение и канализация усадебного дома . . .	333
Приложения	350
Литература	382

СПРАВОЧНОЕ ИЗДАНИЕ

Соснин Юрий Петрович
Бухаркин Евгений Наумович

ОТОПЛЕНИЕ И ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ДОМА

Редактор Э. Б. Галицкая
Технический редактор Е. Л. Темкина
Корректоры Н. А. Шатерникова, И. В. Медведь

ИБ № 5149

Сдано в набор 26.03.91. Подписано в печать 26.06.91. Формат 84×108¹/₁₆.
Бум. типографская. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ.
л. 20,16. Усл. хр.-стт. 20,36. Уч.-изд. л. 20,34. Тираж 680 000 экз.
Изд. № АХУ-2976, Заявка № 751, Цена 2 р.

Стройиздат. 101442, Москва, Каляевская 23а.

Владимирская типография Госкомпечати СССР.
600000, г. Владимир, Октябрьский проспект, д. 7