ББК 38.637
У54
УДК 699.865(035.5)

Умнякова Н.П.
У54 Как сделать дом теплым: Справ. пособие. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1996. — 368 с.: ил.
ISBN 5-274-02206-5

Рассказано о конструкциях жилых домов, позволяющих снизить теплопотери а помещении. Рассмотрены современные строительные тепло-, гидро- и пароизоляционные материалы, которые могут быть использованы при строительстве индивидуальных домов и для дополнительного утепления квартир. Приведен вариант отопления садовых домиков — от применения солнечной энергии до традиционных печей и каминов. В книге использовано большое число иллюстраций. Изд. 1-е вышло в 1992 г.

Для широкого круга читателей.

3308000000 — 492
У ———————— Без объявл.
047(01) — 96

ISBN 5-274-02206-5

ББК 38.637

© Н.П.Умнякова, 1992
© Н.П.Умнякова, 1996, с изменениями

ПРЕДИСЛОВИЕ

Эта книга поможет читателю самому с минимумом затрат построить добротный теплый дом, рационально используя те строительные материалы, которые имеются в его распоряжении. В ней затрагиваются вопросы передачи тепла через различные строительные конструкциии, предложены варианты выбора типа стеи, перекрытий, крыш, окон в зависимости от климатических условий района строительства.

Знание основ тепло- и влагопередачи позволит начинающему строителю не только выбрать материалы, но и правильно разметить тепло-, паро и гидроизоляцию, защитить свой дом от отсыревания и поражения грибками, сделать его надежным, долговечным, теплым.

Помимо советов, как возвести ту или иную конструкцию дома, в книге даны рекомендации по утеплению существующих стен, окон, перекрытий, изложены также возможные варианты отопления садовых домиков — от использования солнечной энергии с помощью достаточно простых конструкций до традиционных печей и каминов. Все это можно сделать своими руками. Расходы, связаниые с созданием теплового комфорта в помещениях в зимнее время и в холодную, ненастную погоду, вскоре себя оправдают, так как позволят сберечь значительные средства на отопление.





ГЛАВА 1. КЛИМАТ И ТЕПЛОЗАЩИТА ЖИЛОГО ДОМА

С древних времен человек строил жилье для защиты от непогоды. Люди жили в пещерах, шалашах из веток и стволов деревьев, обмазанных глиной, землянках, домах из бревен и бруса, а позже из кирпича и бетона. В зависимости от климата возводились здания с различными конструктивными и архитектурными решениями. В холодных регионах дома строились с толстыми стенами и небольшими окнами, хорошо защищающими их обитателей от холода, ветра, снега, а в более теплых — с тонкими стенами и окнами большого размера.

Все строительные конструкции, огораживающие и защищающие внутренние помещения от атмосферных воздействий: холода, дождя, снега, ветра и пр., называются ограждающими. К ним относятся наружные стены, окна, двери, крыша. А конструкции, воспринимающие нагрузку и обеспечивающие прочность здания, называются несущими. Это колонны, балки, перекрытия, стропила. И чтобы сделать дом теплым необходимо правильно выбрать материал, учитывая его теплозащитные свойства именно для ограждающих конструкций.

При строительстве теплого дома в первую очередь надо учитывать особенности климата той местности, где строится здание и в соответствии с этим выбирать форму дома и его планировку, строительные материалы, приемлемые конструкции и необходимую теплозащиту. При этом такие требования к дому, как — тепло, сухо и уютно — остаются решающими в большинстве случаев.

Многие стремятся построить дом оригинальной конструкции, забывая порой о том, что необычность архитектурного решения должна сочетаться с тепловым комфортом.

Какие же из физико-климатических факторов — температура и влажнось, скорость и направление ветра, высота снежного покрова и количество выпадающих осадков, глубина промерзания грунта, количество солнечных и пасмурных дней в году — следует учитывать при строительстве теплого дома? Разумеется, те, которые непосредственно влияют на изменение температуры и влажности конструкций здания и в той или иной мере определяют выбор материала и тип конструкций. Прежде всего это расчетная температура наружного воздуха в районе строительства в холодный период года.

Как известно, температура воздуха в одной и той же местности ее бывает одинаковой каждый год. На смену слякотной, серой зиме с моросящим дождем на следующий год приходит крепкий мороз с хрустящим снегом и ясной солнечной погодой. Поэтому для теплотехнических расчетов ограждающих конструкций применяют осредненные температуры наружного воздуха: среднюю температуру наиболее холодной пятидневки, среднюю температуру наиболее холодных трех суток, наиболее холодных суток и абсолютную минимальную температуру наружного воздуха.

Средняя температура наиболее холодных суток всегда бывает ниже, чем средняя температура наиболее холодной пятидневки (табл. 1.1). Наименьшая разница между этими температурами, около 4°С, характерна для большей части Сибири, где зимы суровы и устойчивы, и перепады между этими температурами значительно меньше, чем в европейской части России. Здесь из-за довольно частых циклонов и антициклонов, сопровождающихся резким повышением температуры, сильной облачностью и даже оттепелями, эта разница составляет 6°С, а иногда и превышает эту цифру.

Климат России, отличающийся редким разнообразием природных условий, куда более суров, чем Западной Европы и Северной Америки (за исключением Аляски). Считается, что в США значительно холоднее, чем на соответствующих параллелях в большинстве европейских стран, но следует помнить, что их северная граница проходит на 49° северной широты, т.е. южнее, чем Волгоград и Саратов.

В табл. 1.2 приведено сопоставление климатических данных для некоторых пунктов России и зарубежных стран, показаны средние годовые температуры, средние темпера-

Таблица 1.1. **Температура наружного воздуха**

Город	Температура наружного воздуха, °С			
	наиболее холодных суток обеспеченностью		наиболее холодной пятидневки обеспеченностью	
	0,98*	0,92	0,98*	0,92
Москва	–35	–32	–30	–26
Санкт-Петербург	–32	–29	–29	–26
Новосибирск	–44	–42	–42	–39
Волгоград	–33	–30	–28	–25
Саратов	–34	–33	–30	–27
Екатеринбург	–41	–39	–38	–35
Чита	–44	–41	–42	–38
Курск	–32	–30	–29	–26
Мурманск	–35	–32	–29	–27
Владивосток	–27	–26	–25	–24

*Температуру воздуха наиболее холодных суток и наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,98 следует принимать при проектировании особо ответственных объектов, обеспеченностью 0,92 – для большинства жилых зданий.

Таблица 1.2. **Сопоставление климатических данных по отдельным городам России и зарубежных стран**

Город	Географическая широта	Среднегодовая температура, °С	Средняя температура наиболее холодного месяца, °С	Продолжительность отопительного периода, дн.
Москва	55°50′	+3,8	–10,2	213
Красноярск	56°01′	–0,1	–17,1	239
Екатеринбург	56°50′	+1,2	–15,3	228
Копенгаген	55°41′	+7,7	–0,4	152
Санкт-Петербург	59°56′	+4,3	–7,9	219
Стокгольм	59°21′	+5,9	–2,8	179
Осло	59°35′	+5,5	–4,5	183
Волгоград	48°42′	+7,6	–9,2	182
Вена	48°15′	+9,2	–1,7	132
Париж	48°49′	+10,1	+2,3	100
Чита	52°02′	–3,1	–27,7	238
Саратов	51°35′	+4,9	–11,9	198
Берлин	52°33′	+9,1	–0,3	132

туры наиболее холодного и наиболее теплого месяцев, средние температуры условного отопительного сезона, т.е. времени года с температурами 5°С и ниже, и продолжительность условного отопительного периода. Суровость зимнего периода выражается произведением продолжительности отопительного периода на среднюю температуру отопительного периода (в тысячах градусосуток).

Различия между расчетными температурами наружного воздуха надо знать, чтобы правильно выбрать теплозащиту ограждения. Ведь потери тепла конструкцией в течение суток происходят неравномерно. В ночное время, когда воздух наиболее холодный, температура наружной поверхности стены снижается максимально, и постепенно стена начинает охлаждаться по толщине. Быстрота охлаждения конструкции зависит от ее способности усваивать и отдавать тепло или от тепловой инерции. В бревенчатом срубе или в здании с массивными кирпичными стенами в самый морозный день человек не ощущает холода. Но в том же помещении, если оно плохо отапливается, через несколько дней после наступления оттепели становится холодно, промозгло и неуютно: низкие температуры наружного воздуха вызвали резкое уменьшение температуры внутренней поверхности ограждающей конструкции. Поэтому остывший за зиму дом приходится протапливать несколько дней.

В связи с этим для ограждающих конструкций большой инерционности* (Д > 7) расчетная температура наружного воздуха принимается равной средней температуре наиболее холодной пятидневки. Период в пять суток принят потому, что его длительность достаточна для того, чтобы низкая температура наружного воздуха, установившаяся в течение этого периода, вызвала максимальное уменьшение температуры на внутренней поверхности стены.

К ограждающим конструкциям с большой инерционностью относятся стены, выполненные из полнотелого глиняного и силикатного кирпича и бревенчатые срубы.

---

*Степень тепловой инерции стены или покрытия определяют как сумму произведений термических сопротивлений отдельных слоев на коэффициент теплоусвоения материала каждого слоя. По степени тепловой инерции строительными нормами и правилами устанавливаются время, необходимое для охлаждения или прогревания конструкции, и расчетная температура наружного воздуха.

Для охлаждения ограждения малой инерционности достаточно одних суток, поэтому для их теплотехнического расчета принимается средняя температура наиболее холодных суток.

Ограждающие конструкции средней инерционности ($Д$ изменяется в пределах 4—7) занимают промежуточное положение. Они могут быть изготовлены из легковесного и многодырчатого кирпича, пустотной керамики. Для этих ограждений расчетной является средняя температура наиболее холодных трех суток.

Помимо расчетных температур наружного воздуха необходимо учитывать и влажность воздуха в районе строительства. Следует отметить, что влага оказывает огромное влияние, очень часто негативное, на теплозащитные качества ограждений. Известно, что вода прекрасно проводит тепло, а воздух, особенно сухой, обладает теплоизоляционными качествами. Поэтому строительные материалы с большим количеством пор, заполненных воздухом, имеют хорошие теплозащитные свойства. Однако, если поры заполняются влажным воздухом или в них проникает влага, теплоизоляционная способность любого материала ухудшается. Кроме того, влага растворяет химические вещества (кислоты, соли, щелочи), которые приводят к быстрому разрушению материалов. Стены отсыревают, резко ухудшается микроклимат помещений, человек зябнет и часто простужается.

В воздухе всегда содержится некоторое количество влаги в виде водяного пара. Ее количество, содержащееся в 1 $м^3$ воздуха, измеряется в граммах и называется его абсолютной влажностью ($г/м^3$). Однако абсолютная влажность не характеризует степень насыщения воздуха влагой, так как при разных температурах максимальное содержание влаги в воздухе неодинаково: чем выше температура воздуха, тем больше влаги может в нем находиться. Поэтому и вводится понятие относительной влажности, которая выражается в процентах, как отношение действительной упругости водяного пара e в воздухе к максимальной его упругости E при этой температуре.

От относительной влажности воздуха зависит количество влаги, испаряющейся с поверхности ограждения. Чем больше относительная влажность воздуха, тем медленнее происходит испарение. Эта величина является очень важ-

ной для проектной и строительной практики и поэтому значение E приводится в справочниках.

Чрезмерно быстрое высыхание наружных слоев ограждающих конструкций и изделий, например бетонных, в начальный период схватывания бетона может вызвать образование трещин и тем самым понизить прочность изделий. При малой относительной влажности воздуха высыхание наружных слоев бетона происходит быстрее, чем протекает процесс постепенного химического связывания при его твердении, что приводит к ухудшению структурно-механических свойств наружных слоев изделия или конструкции. Эти климатические особенности приходится учитывать в южных и юго-восточных регионах.

При повышении температуры воздуха данной влажности его относительная влажность понижается. Это объясняется тем, что упругость водяного пара e остается без изменения, а максимальная упругость E увеличивается. Совсем противоположное наблюдается при охлаждении воздуха: увеличивается его относительная влажнось вследствие уменьшения максимальной упругости E. При некоторой температуре значение e достигнет величины E, и воздух приобретет относительную влажность φ, равную 100%, т.е. достигнет полного насыщения.

Температура $\tau_р$, при которой воздух с данной упругостью водяного пара достигает полного насыщения, называется точкой росы. Если продолжать охлаждение воздуха ниже точки росы, то предельная упругость водяного пара будет понижаться, и излишнее количество водяного пара, фактически имеющегося в охлаждаемом воздухе, будет конденсироваться, т.е. превращается в капельно-жидкое состояние.

В природе такие условия можно наблюдать в летнее время при образовании туманов около рек, когда с заходом солнца воздух охлаждается, его относительная влажность повышается и температура воздуха падает ниже точки росы. По мере согревания воздуха, вызванного восходом солнца, снижается его относительная влажность. При этом капельки влаги, образующие туман, испаряются и туман рассеивается.

В зимнее время затяжные оттепели могут возникнуть при вторжении массы теплого влажного воздуха. При смешивании его с холодным воздухом он постепенно охлаж-

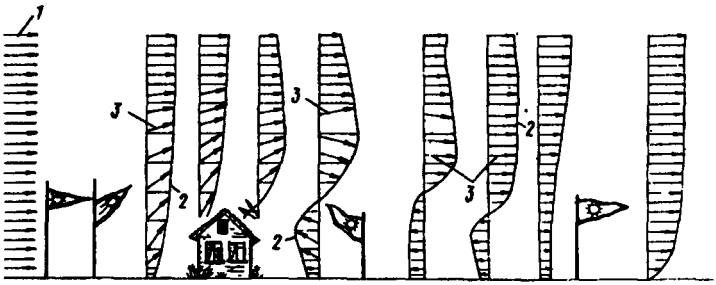


Рис. 1.1. Обтекание ветром прямоугольного здания
1 — ветер; *2* — эпюра давления от ветра; *3* — направленне движения ветровых потоков

дается, конденсирует влагу, что приводит к образованию тумана. Такое преобладание оттепелей, вызванных вторжениями с юга теплого и влажного воздуха, характерно для юга европейской части России.

В зависимости от влажностной характеристики климата в зоне строительства производят выбор материала для утепления существующего или строящегося дома. Следует знать, что теплоизоляционные материалы обладают способностью поглощать влагу, находящуюся в парообразном состоянии, из окружающего воздуха. Это явление называется сорбцией. Наибольшей сорбционной способностью обладают органические материалы — древесина, древесноволокнистые плиты, фибролит, а сравнительно небольшой — кирпич, керамзитобетон, цементный раствор, минераловатные плиты, минеральная вата, минеральный войлок, пенопласты. Хотя проникновение водяных паров вглубь материала происходит достаточно медленно и зависит от плотности материала и температуры воздуха, тем не менее это необходимо учитывать в районах с влажным климатом, когда из года в год будут постепенно снижается не только теплозащитные качества утеплителя с высокими сорбционными характеристиками, но и долговечность ограждающих конструкций.

Рассматривая влияние климатических факторов на теплозащиту дома, нельзя не упомянуть о ветре, который в холодное время года приносит много неприятностей. Действительно, при температуре воздуха порядка минус

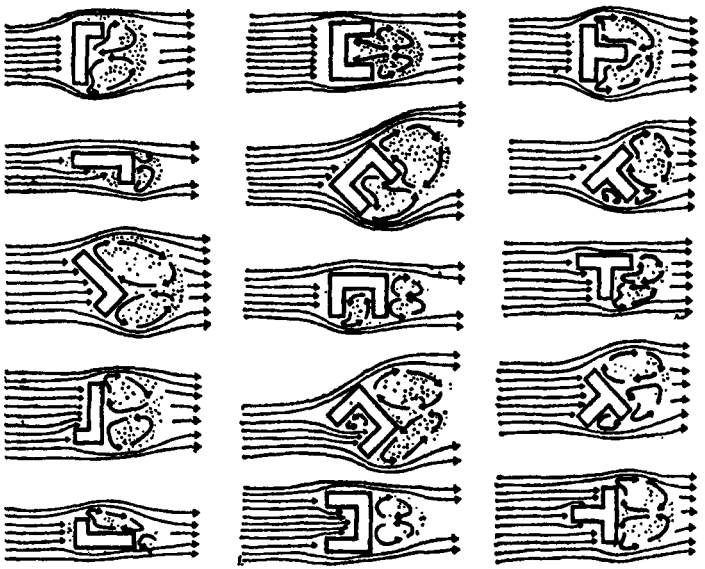


Рис. 1.2. Обтекание ветром жилой застройки

пять градусов и сильном ветре человек мерзнет так же, как и при двадцатипятиградусном морозе.

Влияние ветра на дома и жилую застройку сказывается довольно сильно. При приближении ветрового потока к зданию он начинает оказывать давление на ту часть фасада, которая обращена к нему. В результате с этой стороны здания образуется зона повышенного давления или ветровой подпор (рис. 1.1), при котором холодный воздух более интенсивно начинает проникать через стены, окна, стыки, щели внутрь жилых помещений, сильно их охлаждая. Это явление называется инфильтрацией.

Обогнув здание, ветровой поток продолжает свое движение, образуя с противоположной стороны наветренного фасада зону пониженного давления или ветровой отсос. В результате этого возникает значительный перепад давлений с двух противоположных сторон дома, что способствует проникновению холодного воздуха в помещение, более интенсивному движению воздуха внутри дома от на-

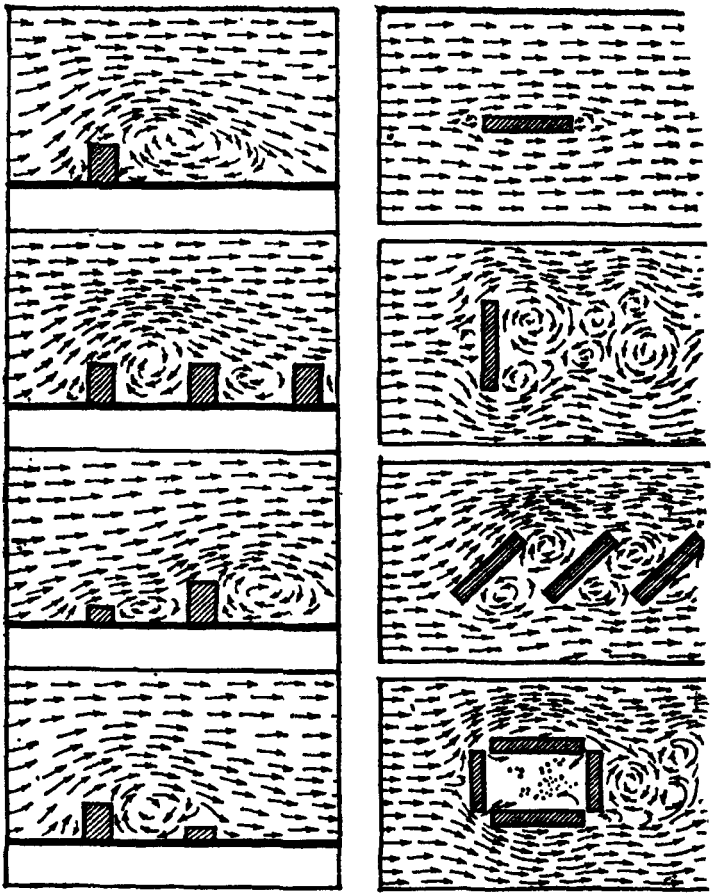


Рис. 1.3. Возникновение воздушных потоков в застройке различной конфигурации

ветренной стороны к противоположной, сильные сквозняки, выветривающие тепло из комнат, понижение температуры внутреннего воздуха и резкое увеличение теплопотерь зимой.

Эти явления очень хорошо заметны, если дом находится на территории, свободной от застройки (рис. 1.2). Поэтому при проектировании зданий, а также при планировке территории, особенно в районах с сильными ветрами, зна-

Таблица 1.3. Средняя за январь температура воздуха, °С, повторяемость, %, и скорость ветра по различным направлениям, м/с

Город	Единица измерения	Направление ветра							
		С	С–В	В	Ю–В	Ю	Ю–З	З	С–З
Москва	°С	–13,3	–15,7	–11	–5,1	–4,1	–4	–5,5	–8,9
	%	8	4	6	12	18	24	18	10
	м/с	4,6	4	4,6	4,4	4,5	5,4	3,7	3,6
Санкт-Петербург	°С	–9,4	–11,6	–14,2	–6,5	–6,1	–3,2	–4,1	–7,4
	%	6	8	7	13	16	23	15	12
	м/с	2,6	3,2	2,4	4	4,4	4,5	4,2	2,5
Новосибирск	°С	–30,1	–26,7	–19,7	–19,1	–15,7	–15,8	–17,7	–24,8
	%	1	4	7	20	34	28	4	2
	м/с	2,1	2,6	2,2	3	4,5	6	4,4	3,9
Волгоград	°С	–12,7	–13,6	–8,5	–3,9	–1,6	–4,4	–9,3	–13,5
	%	8	19	12	10	4	16	21	10
	м/с	2,6	3,1	3	3,1	4,8	5,9	5,2	6,2
Екатеринбург	°С	–20,8	–19,2	–19,1	–14,7	–12,8	–11,3	–12,8	–18,8
	%	7	2	4	17	13	23	29	5
	м/с	2,6	4,3	2,4	4	5,3	4,1	6	4
Чита	°С	–20,9	–26,7	–27,2	–24,9	–18,4	–15,8	–19,5	–22,3
	%	6	13	9	3	8	19	23	19
	м/с	1,9	2,2	1,4	1,8	2,2	3,9	4,3	2,6
Нижний-Новгород	°С	–15	–12,9	–10,3	–8,1	–6,3	–8	–8,6	–12,0
	%	4	2	7	17	23	27	13	7
	м/с	4,4	4	4	6,8	5,8	6,8	5,9	4,9

Город	Единица измерения	Направление ветра							
		С	С–В	В	Ю–В	Ю	Ю–З	З	С–З
Курск	°С	−10,9	−11,4	−10,9	−7,7	4,6	−4,4	−5,8	−8,9
	%	6	13	10	15	10	19	18	9
	м/с	4,4	4,7	3,9	5	4,4	6,4	4,8	4,2
Мурманск	°С	−3,7	−8	−8,7	−9,6	−11,4	−7,9	−5,6	−5,1
	%	4	5	2	4	49	26	4	6
	м/с	13	5,1	3	5,2	6,8	7,7	10,8	9,2
Владивосток	°С	−15,9	−11	−9,7	−6,4	−4,8	−5,7	−8,1	−9,7
	%	74	3	1	9	1	2	2	8
	м/с	9,3	2,2	2,5	3,3	2,1	3,8	2,8	4,5

Таблица 1.4. Шкала Бофорта

Балл Бофорта	Скорость ветра, м/с	Характеристика ветра	Действие ветра
0	0	Штиль	Полное отсутствие ветра. Дым из труб поднимается отвесно
1	0,9	Тихий	Дым из труб поднимается не совсем отвесно
2	2,4	Легкий	Движение воздуха ощущается лицом. Шелестят листья
3	4,4	Слабый	Колеблются листья и мелкие сучья. Развеваются легкие флаги
4	6.7	Умеренный	Колеблются тонкие ветки деревьев. Ветер поднимает пыль и клочки бумаги
5	9,3	Свежий	Колеблются большие сучья. На воде появляются волны
6	12,3	Сильный	Колеблются большие ветки. Гудят телефонные провода
7	15,6	Крепкий	Качаются стволы небольших деревьев. На море поднимаются пенящиеся волны
8	18,9	Очень крепкий	Ломаются ветки деревьев. Трудно идти против ветра
9	22,6	Шторм	Небольшие разрушения. Срываются дымовые трубы и черепица
10	26,4	Сильный шторм	Значительные разрушения. Деревья вырываются с корнем
11	30,5		
12	34,8	Жесткий шторм	Большие разрушения
13	39,2		
14	43,8		
15	48,6		
16	53,5	Ураган	Опустошительные действия
17	58,6		

направление господствующих ветров (табл. 1.3), необходимо защитить дом от их неблагоприятного воздействия живой изгородью или деревьями, спланировать помещение так, чтобы в одной комнате окна не выходили на наветренную и заветренную стороны, использовать для наружных стен мало воздухопроницаемые материалы и особенно тщательно уплотнить окна и их сопряжения со стенами.

О том, какое сильное, а иногда разрушительное воздействие оказывает ветер на дома, можно судить по табл. 1.4.

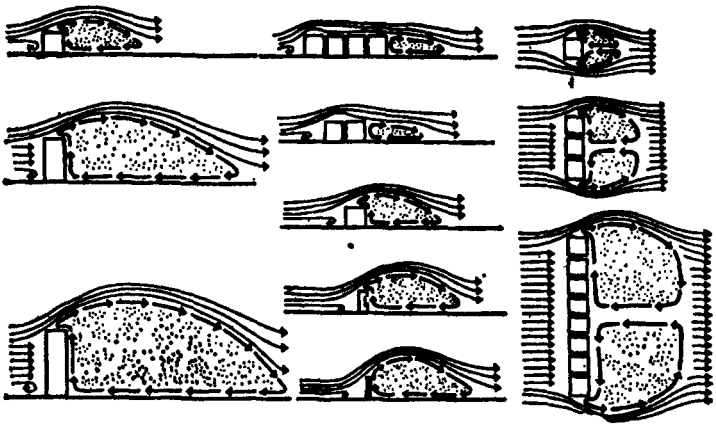


Рис. 1.4. Обтекание ветром группы зданий

Если здание расположено в жилой застройке, то движению ветра препятствует не один, а несколько домов. Каждый дом в зависимости от своего положения изменяет направление ветрового потока (рис. 1.3) и часто бывает трудно определить, на какие части наружных ограждений и с какой силой будет воздействовать ветер, какие конструкции будут испытывать ветровой подпор и отсос.

При строительстве и проектировании отдельных поселков и микрорайонов надо учитывать, что не только ветер воздействует на внутренний микроклимат жилища, но и характер жилой застройки оказывает влияние на ветер, изменяя его направление, распределяя области повышенного и пониженного давления в ветровом потоке. В результате изменяются характер воздействия ветра на здание и потери тепла.

Для примера рассмотрим картины обтекания жилого здания прямоугольного профиля и обтекание профиля группы зданий, расположенных параллельными рядами (рис. 1.4).

Поток ветра, встречая на своем пути здание, не доходя до него, поднимается вверх, проходит над зданием, продолжает подъем и, достигнув определенной высоты, начинает постепенно опускаться вниз. Позади здания образуется

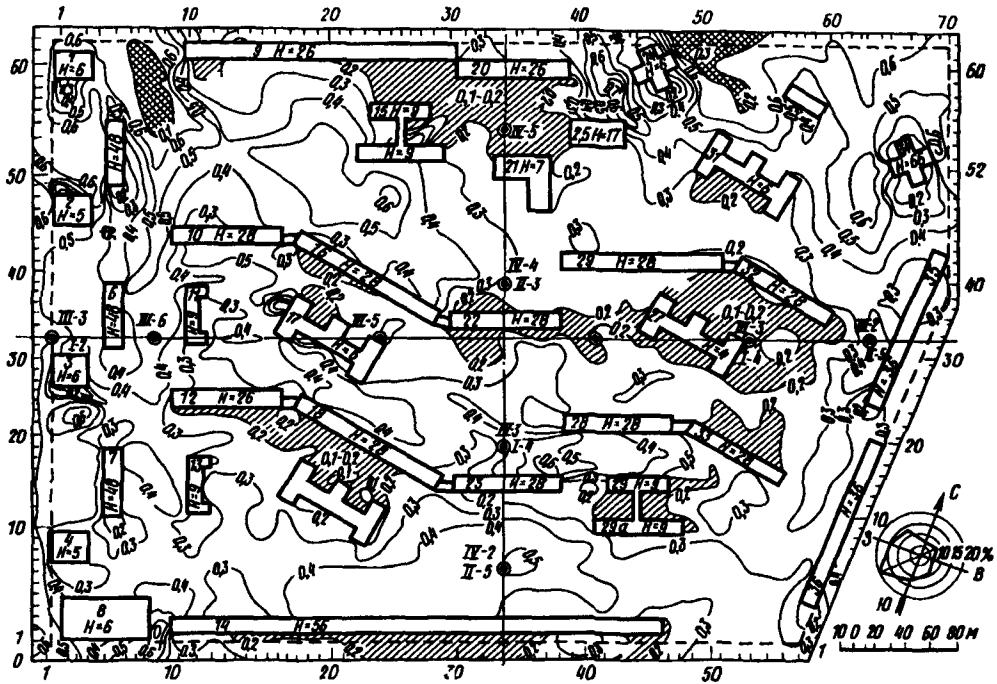


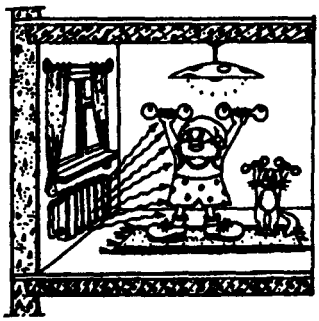
Рис. 1.5. Влияние планировочной застройки на распределение ветровых потоков

область, которая называется областью возникновения и интенсивного движения вихрей. Кроме того, вихревая зона образуется не только позади преграды, но и перед ней.

По результатам аэродинамических исследований модели жилого микрорайона, при скорости ветрового потока v = 3,5 м/с в определенном направлении (юго-западном) построены кривые относительных скоростей воздуха (рис. 1.5). Из рисунка видно, что наибольшие скорости воздуха в приземном слое наблюдаются с наветренной стороны микрорайона, а также в узких местах разрывов, в своеобразных "коридорах" между зданиями внутри застройки и по периметру микрорайона. Наименьшие скорости воздуха отмечены в основном на заветренной стороне зданий и в защищенных участках вблизи более низких зданий.

Таким образом, характер застройки вносит существенное изменение в ветровой режим. Поэтому при проектировании и строительстве домов очень важно учитывать особенности движения ветра, чтобы взаимно расположить дома и ориентировать их по отношению к ветрам различных направлений так, чтобы ветровое давление на ограждающие конструкции было минимальным.

Знание основных климатических факторов и особенностей их влияния на эксплуатационные качества строительных материалов и конструкций позволит всем желающим построить дом своими силами и сделать его теплым, сухим и уютным.



ГЛАВА 2. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ТЕПЛОЗАЩИТЫ ДОМОВ

2.1. НЕМНОГО О ТЕОРИИ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ

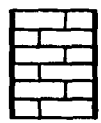
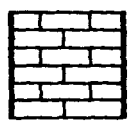
В холодную, дождливую, ветреную погоду мы всегда стремимся вернуться в теплый дом, где можно, сняв пальто, почувствовать себя в тепле и уюте. Наружные стены, окна, крыша (т.е. ограждающие конструкции) защищают наш дом от низких температур, сильного ветра, осадков в виде дождя и снега и других атмосферных воздействий. При этом они препятствуют прониканию тепла из внутреннего помещения наружу вследствие своего сопротивления теплопередаче. В зависимости от толщины материала конструкция может иметь различное сопротивление теплопередаче: чем больше толщина материала, тем лучшими теплозащитными свойствами обладает ограждение (табл. 2.1).

Тепло может передаваться разными способами: теплопроводностью, конвекцией, излучением.

В чистом виде теплопроводность наблюдается только в сплошных твердых телах. Тепло передается непосредственно через материал или от одного материала другому при их соприкосновении (рис. 2.1). Высокой теплопроводностью обладают плотные материалы — металл, железобетон, мрамор. Воздух имеет низкую теплопроводность. Поэтому через материалы с большим количеством замкнутых пор, заполненных воздухом, тепло передается плохо, и они могут использоваться как теплоизоляционные (семищелевой кирпич, пенобетон, вспененный полиуретан, пенопласт).

Конвекция характерна для жидких и газообразных сред, где перенос тепла происходит в результате движения молекул. Конвективный теплообмеи наблюдается у поверхности стен при наличии температурного перепада между

Таблица 2.1. **Теплозащита различных конструкций стен**

Конструкция стен		Сопротивление теплопередаче R_0, $м^2 \cdot {}^oC/Вт$	Температура наружного воздуха, при которой обеспечивается необходимая теплозащита, ^oC
Кирпичная стена из обыкновенного глиняного кирпича толщиной 0,38 м (1 1/2 кирпича)		0,63	−15
Кирпичная стена толщиной в два кирпича с внутренним штукатурным слоем (толщина 0,55 м)		0,84	−26
Деревянная каркасная стена толщиной 0,17 м со слоем засыпки 0,125 м		1	−36
Рубленая стена из горизонтальных бревен толщиной 15 см без обшивки		1	−36
Рубленая стена с обшивкой толщиной 0,2 м		1,2	−44

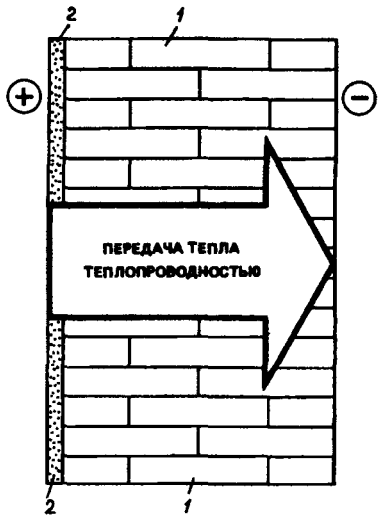


Рис. 2.1. Передача тепла через кирпичную стену теплопроводностью
1 — кирпичная кладка; *2* — штукатурка

конструкцией и соприкасающимся с ней воздухом. В окнах жилых домов конвективный теплообмен происходит между поверхностями остекления, обращенными внутрь воздушной прослойки. Нагреваясь от внутреннего стекла, теплый воздух поднимается вверх. При соприкосновении с холодным наружным стеклом воздух отдает свое тепло и, охлаждаясь, опускается вниз (рис. 2.2). Такая циркуляция воздуха в воздушной прослойке обусловливает конвективный теплообмен. Чем больше разность температур поверхностей, тем интенсивнее теплообмен между ними.

Излучение происходит в газообразной среде путем передачи тепла с поверхности тела через пространство (в виде энергии электромагнитных волн). Благодаря лучистому теплообмену поверхность Земли обогревается Солнцем, находящимся от нее на расстоянии многих световых лет. Аналогичным образом осуществляется передача тепла излучением между двумя поверхностями, расположенными в стене и разделенными воздушной прослойкой. Нагретая поверхность радиатора излучает тепло и обогревает помещение. Чем выше температура поверхности отопительного прибора, тем сильнее обогревается помещение (рис. 2.3).

Все тела, имеющие температуру выше абсолютного нуля, излучают тепло, которое частично отражается, частично

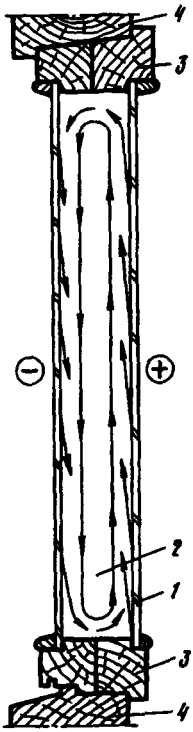


Рис. 2.2. Передача тепла конвекцией в межстекольном пространстве оконного блока со спаренным остеклением
1 — стекло; *2* — воздушная прослойка; *3* — переплет; *4* — оконная коробка

поглощается. Если вся падающая на тело лучистая энергия отражается, то такое тело называется абсолютно белым. Если вся падающая энергия поглощается, то тело называется абсолютно черным.

Строительные материалы также частично отражают и частично поглощают энергию, хотя и в меньшей степени, чем абсолютное белое и абсолютно черное тела. Они называются серыми телами.

Светлая и гладкая поверхность отражает большую часть падающей энергии. Чем темнее и шершавее поверхность тела, тем больше энергии она поглощает. Поглощенная телом лучистая энергия превращается в тепловую и вызывает повышение температуры. Поэтому для уменьшения перегрева помещений верхнего этажа в летнее время целесообразно покрытие крыши делать из оцинкованной кровельной стали, а не из рубероида. Благодаря блестящей светлой поверхности сталь отражает значительную часть

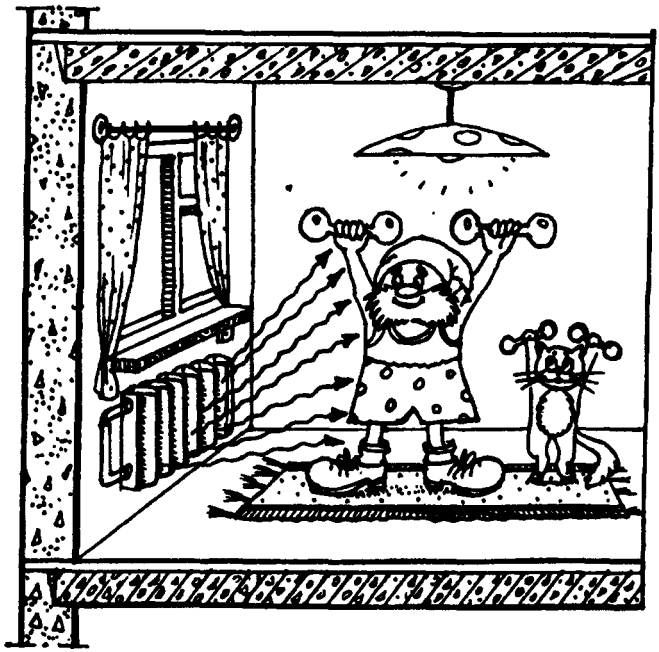


Рис. 2.3. Теплообмен излучением между отопительным прибором и человеком

излучения и нагревается меньше, чем рубероид, имеющий темную поверхность и интенсивнее поглощающий лучистую энергию.

Передача тепла через стены осуществляется главным образом вследствие теплопроводности. Количество тепла, проходящего через стену, зависит от коэффициента теплопроводности материала λ. Чем он выше, тем больше теплоты проходит через материал и тем хуже его теплозащита (рис. 2.4). Различные строительные материалы имеют разные коэффициенты теплопроводности. На них влияют различные факторы, в частности, плотность и влажность материала.

Плотный материал имеет больший коэффициент теплопроводности по сравнению с пористым. Увеличение плотности способствует повышению λ. Уменьшение плотности приводит к снижению λ. Это объясняется тем, что поры

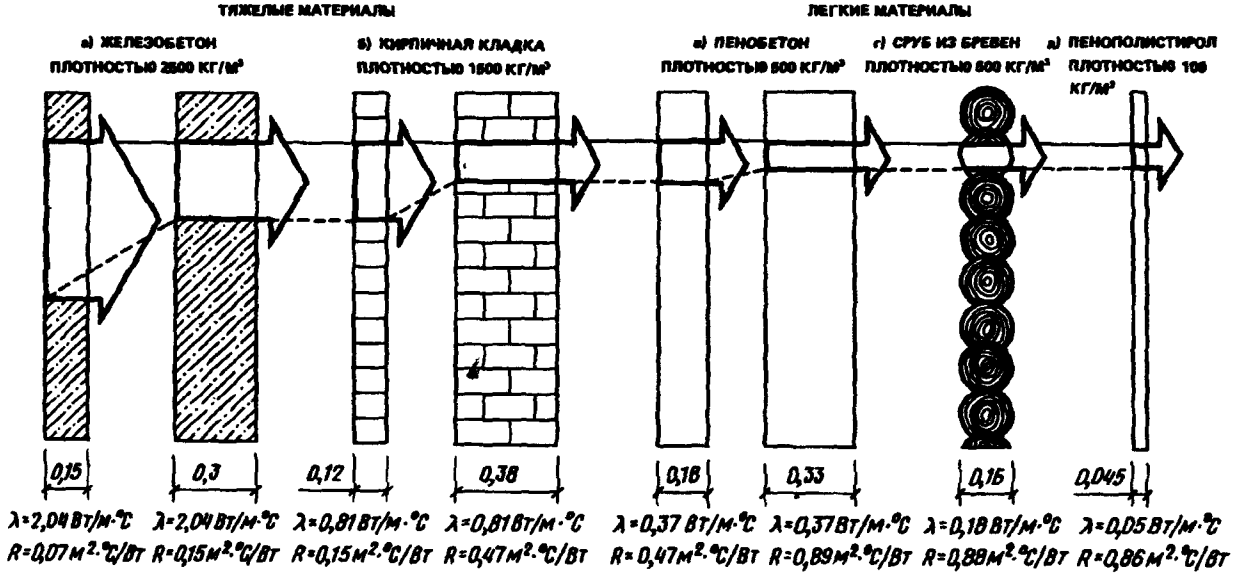


Рис. 2.4. Влияние коэффициента теплопроводности и толщины материала на теплозащитные качества наружных ограждений

а — железобетон плотностью 2500 кг/м³; *б* — кирпичная кладка из обыкновенного глиняного кирпича на цементном растворе плотностью 1800 кг/м³; *в* — пенобетон плотностью 800 кг/м³; *г* — рубленая стена из бревен плотностью 500 кг/м³; *д* — пенополистирол плотностью 100 кг/м³

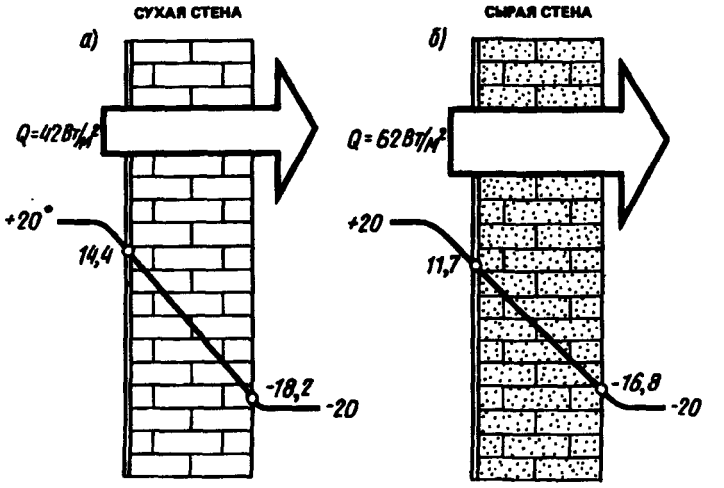


Рис. 2.5. Влияние влажности материала на теплозащитные свойства кирпичной стены

а — сухая стена, влажность материала 5%; *б* — сырая стена, влажность материала 15%

строительного материала заполнены воздухом, имеющим низкий коэффициент теплопроводности. Чем больше пор в материале, тем меньше его плотность и теплопроводность. Например, у железобетона плотностью 2500 кг/м^3 коэффициент теплопроводности λ = 2,04 Вт/(м·°С), у кладки из обыкновенного глиняного кирпича плотностью 1800 кг/м^3 λ = 0,81 Вт/(м·°С), у фанеры плотностью 600 кг/м^3 λ = 0,18 Вт/(м·°С), у плит из полистирольного пенопласта плотностью 100 кг/м^3 λ = 0,05 Вт/(м·°С).

Влажность способствует повышению теплопроводности: сырой материал имеет больший коэффициент теплопроводности и обладает худшими теплозащитными характеристиками по сравнению с сухим. Это вызвано тем, что при увлажнении материала его поры заполняются водой, имеющей высокий коэффициент теплопроводности (приблизительно в 20 раз больший, чем воздух). Чем больше влаги впитывает материал, тем выше становится его теплопроводность. Например, при повышении влажности

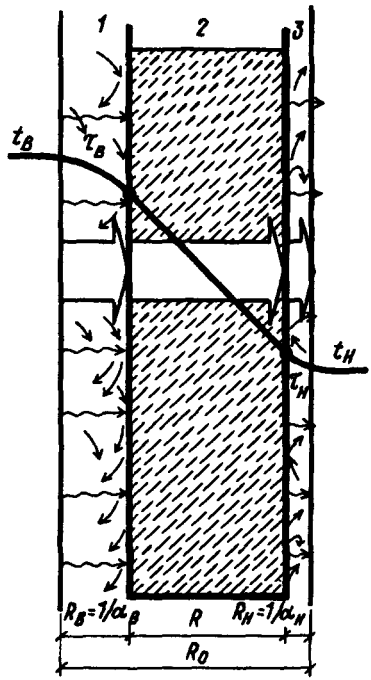


Рис. 2.6. Сопротивление теплопередаче стены
1 — теплообмен у внутренней поверхностн стены; *2* — теплопередача через толщу ограждения; *3* — теплообмен у наружной поверхности стены; $\alpha_в$ — коэффициент теплопередачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/м^{2}°С; $\alpha_н$ — коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для зимних условий, Вт/м^{2}°С

кирпичной стены толщиной 0,5 м из обыкновенного глиняного кирпича с нормальной, равной 2%, до 8%, ее теплозащита ухудшается более чем на 30%. И если при температуре внутреннего воздуха +20°С и наружного -20°С на поверхности сухой стены температура составляет 14,4°С, то на сырой стене на 2,7°С ниже и равняется 11,7°С (рис. 2.5). Поэтому для теплозащиты домов очень важно, чтобы строительный материал, и в первую очередь утеплитель, был обязательно сухим, а конструкции наружных ограждений были сделаны с таким расчетом, чтобы в них не образовывался конденсат и не скапливалась влага, приводящая к ухудшению теплоизоляционной способности

стен, окон, чердачных перекрытий, полов первого этажа.

На теплопотери через ограждения наибольшие влияние оказывает их способность передавать тепло, которое зависит от коэффициента теплопроводности и толщины материала. Чем меньше коэффициент теплопроводности и толще стена, тем больше ее термическое сопротивление (передача тепла) и лучше ее теплозащитные свойства (см. рис. 2.4).

Кроме того, количество теряемого тепла зависит от сопротивления теплообмену конвекцией и излучением у поверхности внутренней и наружной стен. Чем интенсивнее происходит теплообмен, тем больше тепла теряется из помещения и передается внутренней поверхности конструкции или отдается поверхностью стены наружу, тем меньше сопротивление теплообмену и хуже теплозащита.

Таким образом, теплозащитная способность стены, ее сопротивление теплопередаче зависят от интенсивности передачи тепла на трех участках (у внутренней поверхности, в толще ограждения, у наружной поверхности), каждый из которых имеет свое сопротивление. Общее сопротивление теплопередаче представляет собой их сумму (рис. 2.6).

2.2. ТРЕБОВАНИЯ К ТЕПЛОЗАЩИТЕ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ

В холодное время года в помещении всегда бывает теплее, чем на улице. Чем лучше теплозащитные качества дома, тем уютнее человек чувствует себя в нем.

Температура тела человека выше температуры окружающего воздуха и предметов (за исключением отопительных приборов и т.п.). Поэтому находящийся в комнате человек постоянно теряет какое-то количество тепла в процессе теплообмена. При нормальной температуре (18—20°С) теряется около 116 Вт, причем больше половины путем излучения, около 20% — испарением через кожу и легкие, остальное в результате конвекции и теплопроводности (рис. 2.7). Считается, что такие условия для человеческого организма наиболее благоприятны. Если температура воздуха поднимается выше нормальной, то организм охлаждает себя благодаря интенсивному испарению воды, т.е. выделяя пот. А при температуре ниже

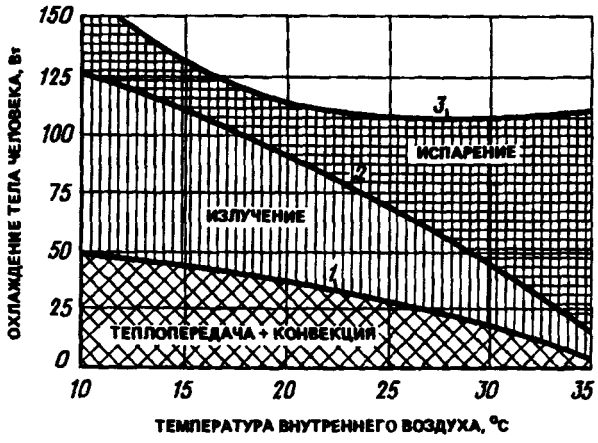


Рис. 2.7. Потери тепла человеком, не производящим физической работы
1 — вследствие теплопередачи и конвекции; *2* — вследствие теплопередачи, конвекции и излучения; *3* — вследствие теплопередачи, конвекции, излучения и испарения

нормальной потери человеком тепла увеличиваются за счет излучения (рис. 2.8). Чем ниже температура, тем интенсивнее человек выделяет тепло.

В жилом доме теплообмен человека с окружающими его строительными конструкциями происходит, в первую очередь, со стенами и окнами, граничащими с холодным наружным воздухом. Чем холоднее их поверхность, тем лучше она поглощает тепло, излучаемое человеком. Такое интенсивное излучение может привести к переохлаждению организма. Во избежание этого наружные ограждающие конструкции должны быть спроектированы таким образом и обладать такими теплозащитными качествами, чтобы температура на их поверхности не опускались ниже определенно нормируемой и не приводила к переохлаждению.

Кроме того, следует иметь в виду, что в воздухе всегда содержится некоторое количество влаги, которое выделяется человеком и цветами, а также при бытовых процессах — стирке, приготовлении пищи и др. (рис. 2.9). В воздухе влага содержится в виде пара. Чем теплее воздух, тем больше в нем влаги. При охлаждении воздуха избыточная влага выпадает из него в виде мелких капель.

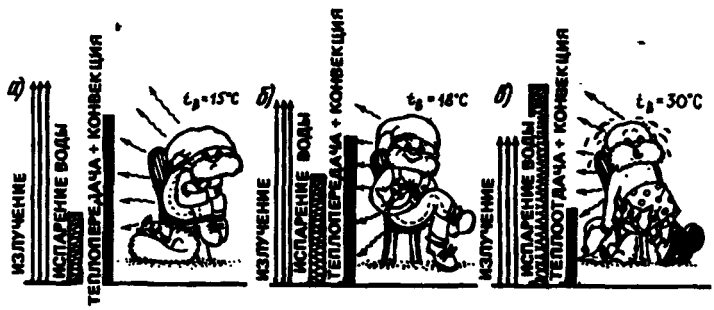


Рис. 2.8. Тепловое ощущение человека, находящегося в состоянии покоя
а — при температуре +15°С — холодно; *б* — при температуре +18°С — тепловой комфорт; *в* — при температуре +30°С — жарко

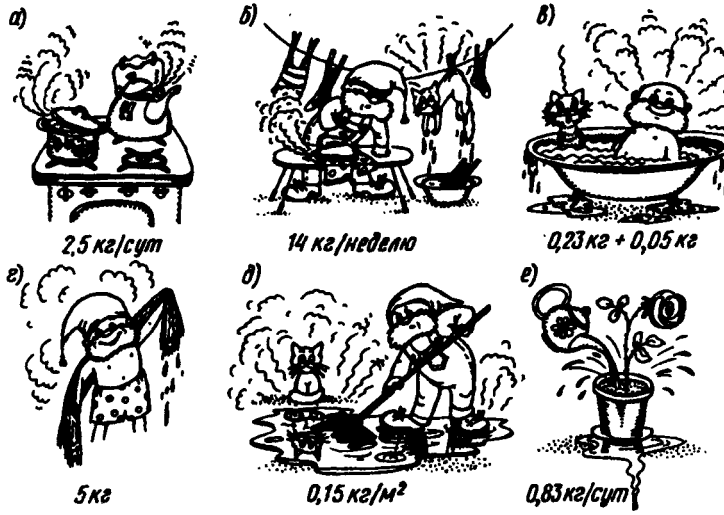


Рис. 2.9. Источники влаги внутри помещений. Среднее количество влаги, выделяемое
а — одной семьей, при приготовлении пищи и мытье посуды; *б* — семьей из четырех человек, включая сушку белья; *в* — на каждые душ и ванну; *г* — на одного человека в сутки; *д* — на каждое мытье пола; *е* — на каждое растение

Наиболее благоприятной для человека является относительная влажность внутреннего воздуха, равная 50—60%. При ее повышении испарение влаги с поверхности тела человека затрудняется и он начинает испытывать дискомфорт. Слишком сухой воздух в помещении также нежелателен, так как он вызывает пересыхание слизистой оболочки горла, носа и т.д.

При нормативной влажности внутреннего воздуха жилых домов 55% наружные стены должны обладать такими теплозащитными характеристиками, чтобы влага, находящаяся в воздухе, не выпадала на внутренней поверхности стен в виде конденсата, а человек, находящийся в помещении, не переохлаждался в результате теплообмена с холодными наружными стенами.

Исходя из этого нормируются теплозащитные характеристики стены. Оптимальным считается такое сопротивление теплопередаче, при котором температура внутренней поверхности стены отличается от температуры внутреннего воздуха не более чем на 6°С. Эта величина называется нормативным температурным перепадом. Если в помещении температура воздуха составляет 18°С, то на поверхности стены температура должна быть не ниже 12°С (рис. 2.10).

Учитывая, что топливо стоит достаточно дорого и цены на него постоянно растут, ограждающие конструкции дома должны быть сделаны таким образом, чтобы в нем сохранялось максимальное количество тепла и лишь незначительная часть уходила наружу.

Как видно, теплозащитные качества ограждающих конструкций принимают на основе экономических и санитарно-гигиенических требований. Считается, что наружное ограждение (стена, перекрытие) должно иметь сопротивление теплопередаче не менее требуемого, значение которого зависит от температуры внутреннего воздуха $t_в$ и наружного $t_н$, нормативного перепада $\Delta t^н$ и интенсивности теплообмена внутренней поверхности стены, характеризующейся коэффициентом теплообмена $_в$. Требуемое сопротивление теплопередаче вычисляют по формуле

$$R^{тр} = (t_в - t_н)/(\Delta t^н \alpha в).$$

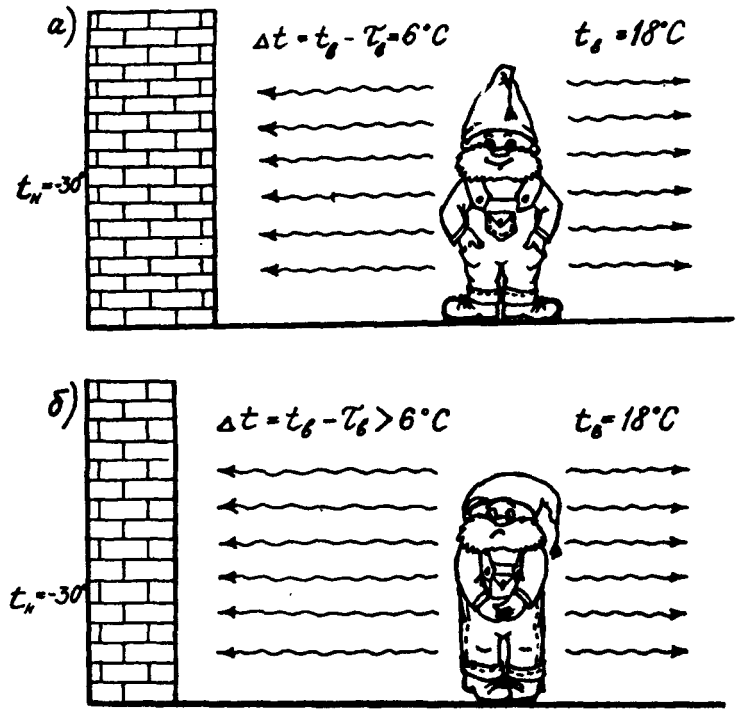


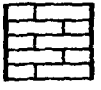
Рис. 2.10. Потеря тепла излучением при теплообмене человека с внутренней частью комнаты (правая сторона рисунка) и с наружной стеной (левая сторона рисунка)

а — при нормативной теплозащитной способности стены; *б* — при теплозащитной способности стены ниже нормативной

Теплозащитные качества стены зависят от коэффициента теплопроводности материала и его толщины, которые начинаются в зависимости от расчетных температур наружного воздуха и конструкции наружного ограждения (табл. 2.2).

Теплозащитные требования к окнам также направлены на ограничение теплопотерь из помещения. При этом должен отсутствовать конденсат и не должны запотевать стекла. Предъявляются также требования к воздухонепроницаемости. Защита окон от проникания через них холодного воздуха обеспечивается точной пригонкой переплетов к

Таблица 2.2. Теплозащитные качества наружных стен для различных климатических условий

Расчетная температура наружного воздуха, °С	Район строительства	Требуемое сопротивление теплопередаче, $м^2 \cdot °С/Вт$	Ограждающая конструкция	Коэффициент теплопроводности, $Вт/(м \cdot °С)$	Толщина, м	Сопротивление теплопередаче, $м^2 \cdot °С/Вт$
–11	г.Никольское Камчатской обл.	0,6	Однослойная панель из керамзитобетона плотностью 1400 кг/м³ 	0,75	0,3	0,62
–13	Новосибирск		Кирпичная кладка плотностью 1800 кг/м³ из обыкновенного кирпича на цементном растворе 	0,81	0,38	0,62
		0,7	Однослойная панель из керамзитобетона плотностью 1400 кг/м³ 	0,65	0,35	0,7
–15	Курильск		Кирпичная кладка плотностью 1600 кг/м³ из обыкновенного глиняного кирпича на цементно-перлитовом растворе 	0,7	0,38	0,7

Расчетная температура наружного воздуха, °С	Район строительства	Требуемое сопротивление теплопередаче, м²·°С/Вт	Ограждающая конструкция		Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)	Толщина, м	Сопротивление теплопередаче, м²·°С/Вт
–20	Бухта Находка, Петропавловск-Камчатский	0,77	Однослойная панель из керамзитобетона плотностью 1400 кг/м³		0,65	0,4	0,77
–19	Краснодар		Кирпичная кладка плотностью 1800 кг/м³ из обыкновенного глиняного кирпича на цементно,песчаном растворе		0,81	0,51	0,79
–26	Москва	0,92	Однослойная панель из керамзитобетона плотностью 1200 кг/м³		0,52	0,4	0,92
–26 –35	Москва Екатеринбург	1,5 1,8	Трехслойная железобетонная панель толщиной 0,25 м с утеплителем из полистирольного пенопласта плотностью 100 кг/м³		Для утеплителя 0,05	 0,1	2,07

оконной коробке и к друг другу. Допустимая толщина зазора не должны превышать 2 мм. Кроме того, возможна установка упругих прокладок, повышающих герметичность окон. Считается, что окно удовлетворяет требованиям воздухопроницаемости, если через 1 $м^2$ оконного проема в течение часа проходит не более 10 кг воздуха.

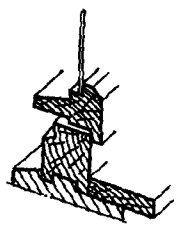
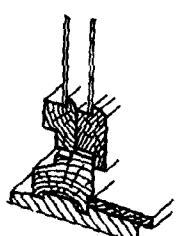
Во избежание запотевания окон и для обеспечения комфортных условий в помещении температура на внутренней поверхности остекления должна отличаться от температуры внутреннего воздуха не более чем на 9°С. Требования теплозащиты к оконным заполнениям приведены в табл. 2.3.

В основу теплозащитных требований к перекрытиям верхнего этажа помимо традиционных ограничений теплопотерь и уменьшения количества тепла, отдаваемого телом человека, легло требование отсутствия конденсации водяных паров на поверхности потолка. Оно вызвано тем, что внутренний теплый воздух, содержащий водяные пары, соприкасаясь с поверхностью перекрытия, имеющего температуру ниже точки росы, может конденсироваться, а образовавшиеся капли будут стекать на пол или стены, вызывая их отсыревание. Также следует иметь в виду, что теплый, а следовательно, легкий воздух поднимается вверх к потолку. Из-за более высокой температуры внутреннего воздуха под потолком потеря тепла верхними перекрытиями происходит более интенсивно. Поэтому верхние перекрытия должны быть утеплены так, чтобы температура на поверхности потолка отличалась от температуры внутреннего воздуха не более чем на 4°С.

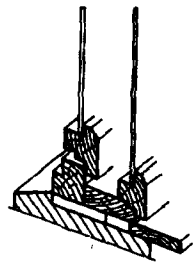
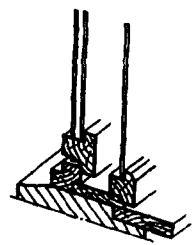
Благодаря более высокой температуре на поверхности потолка (по сравнению со стенами, окнами, полом) температура воздуха в комнате распределяется равномернее в результате излучения тепла от потолка на пол и наружные стены.

Находясь в помещении, человек почти постоянно соприкасается с поверхностью пола, температура которого хотя и близка к температуре внутреннего воздуха, но всегда значительно ниже температуры стопы человека. Поэтому при постоянном контакте стоп с более холодной поверхностью пола может произойти переохлаждение ног. Если количество тепла, отдаваемого ступней человека, меньше количества тепла, вырабатываемого терморегулирующей системой организма, то ноги остаются теплыми и переох-

Таблица 2.3. Теплозащитные качества окон

Расчетная температура наружного воздуха, °С	Место строительства	Требуемое сопротивление передаче, $м^2 \cdot {}^{o}С/Вт$	Конструкция окна	Эскиз
–7 и выше	Батуми Баку Туапсе Сухуми	0,18	Одинарное остекление в деревянных переплетах	
От –7 до –26	Волгоград Владивосток Таганрог Калининград	0,39	Двойное остекление в деревянных спаренных переплетах	

Продолжение табл. 2.3

Расчетная температура наружного воздуха, °С	Место строительства	Требуемое сопротивление передаче, $м^2 \cdot °С/Вт$	Конструкция окна	Эскиз
От –26 до 31	Москва Санкт-Петербург Курск Саратов Тула	0,42	Двойное остекление в деревянных раздельных переплетах	
От –31 и ниже	Новосибирск Екатеринбург Чита Челябинск	0,53	Тройное остекление в деревянных раздельно-спаренных переплетах Двухслойные стеклопакеты и одинарное остекление в раздельных деревянных переплетах	

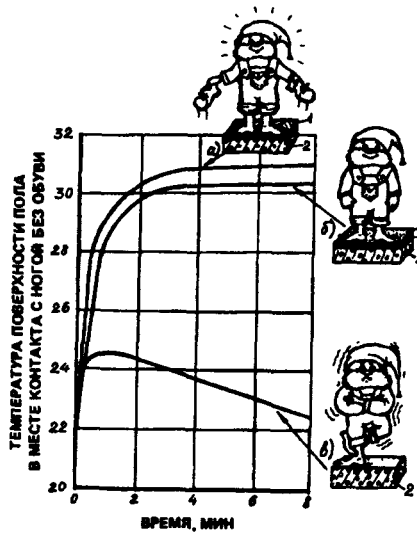


Рис. 2.11. Тепловое ощущение человека от теплого (*а, б*) и холодного полов (*в*)
1 — паркет толщиной 16 мм; *2* — перекрытие; *3* — линолеум толщиной 4 мм; *4* — теплозвукоизоляционная подоснова

лаждения не наступает. Если через стопу теряется больше тепла, то стопы переохлаждаются. Поскольку на ступне человека находится очень много нервных рецепторов, то именно переохлаждение ног приводит к различным простудным заболеваниям, радикулиту и др.

При наступании на пол босой ногой в течение первой минуты температура поверхности пола в месте соприкосновения резко возрастает у всех типов полов. В дальнейшем температура пола не повышается или повышается незначительно (рис. 2.11,*а,б*). При этом потери тепла через стопы компенсируются системой терморегуляции человека, и ноги не переохлаждаются. Полы, на которых не проходит переохлаждения ног, называются теплыми. К ним относятся деревянные (дощатые, паркетные) полы, а также полы с покрытием линолеумом на теплозвукоизоляционной основе.

Если после быстрого повышения температуры пола в месте соприкосновения с ногой температура ноги снижается (рис. 2.11,*в*), это свидетельствует о том, что теплопотери через ступню больше количества тепла, которое организм человека может компенсировать. Такие полы называют холодными. К холодным относятся бетонные, каменные, земляные полы, а также полы из керамических плиток.

Температура поверхности полов должна быть ниже температуры внутреннего воздуха помещения не более чем на 2°С. Кроме того, поверхность полов должна плохо усваивать тепло, передающееся от ноги человека [иметь показатель теплоусвоения не более 12 Вт/(м·°С)]. Этим требованиям отвечают деревянные полы, полы с покрытием ворсолином, линолеумами на теплозвукоизоляционной основе, а также полы с использованием этих материалов по утепленным перекрытиям первого этажа.

2.3. ТЕПЛОПОТЕРИ ЧЕРЕЗ РАЗЛИЧНЫЕ ВИДЫ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ

В холодное время года обязательно отапливаются комнаты, в которых люди живут и работают. Чем холоднее погода, тем сильнее приходится топить, потому что при похолодании увеличиваются теплопотери через стены, окна и все наружные ограждающие конструкции. Теплопотери через отдельные наружные элементы дома различены и во многом зависят от теплоизоляционных качеств отдельных конструкций, а также их размеров.

Наибольшая площадь наружных ограждений приходится на наружные стены (рис. 2.12). Поэтому их теплозащитные качества во многом определяют условия внутреннего микроклимата помещения. Чем выше сопротивление стены теплопередаче, тем меньший поток тепла через нее про-

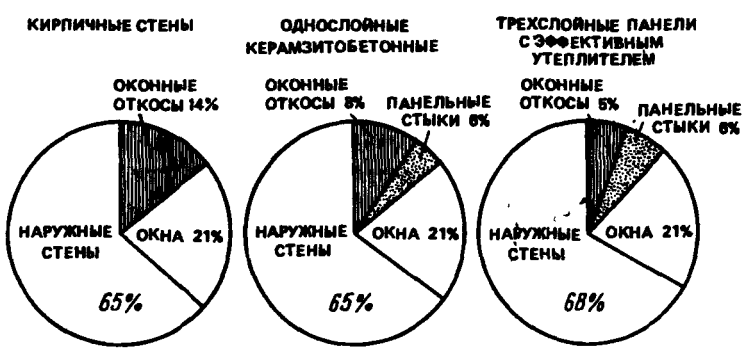


Рис. 2.12. Площади различных элементов наружных ограждений и теплопотери

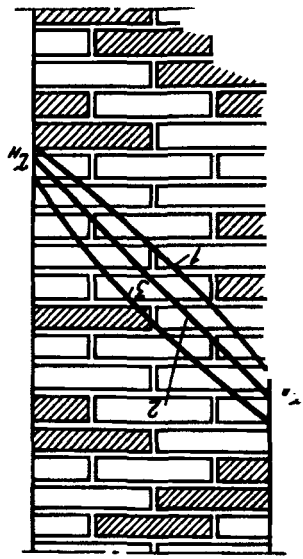


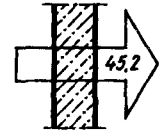
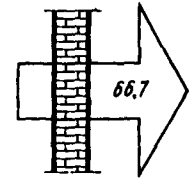
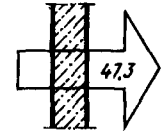
Рис. 2.13. Распределение температур в толще ограждения при инфильтрации (*1*), отсутствии воздухопроницаемости (*2*), эксфильтрации (*3*)

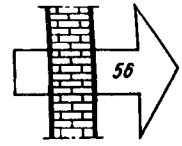
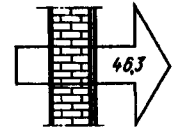
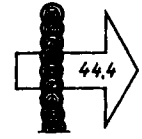
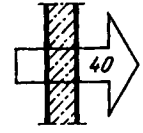
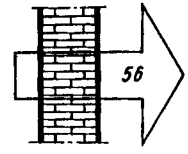
ходит и тем меньше теплопотери (табл. 2.4). В зависимости от конструкции стен дома через них теряется до 35—45% тепла (рис. 2.13).

Оконные проемы в общей площади наружных ограждений составляют значительно меньший процент по сравнению со стенами. Однако они имеют худшую теплозащиту: сопротивление теплопередаче оконного блока с двойным остеклением в 2—3 раза меньше, чем у наружных стен. Поэтому через окна теряется значительное количество теплоты — 20—30% всех теплопотерь дома (табл. 2.5). Для поддержания в помещении благоприятного микроклимата, уменьшения расхода топлива и снижения теплопотерь необходимо особое внимание обратить на окна. Сравнительно небольшие затраты на повышение теплоизоляции окон дают значительное уменьшение расходов на отопление и позволяют улучшить тепловой комфорт в помещении. Пути повышения теплозащиты окон подробно рассмотрены в гл. 6.

На потери тепла через стены и особенно через окна и стыки оконных коробок с стенами сильное влияние оказывает ветер. Поскольку строительные материалы и конструкции являются в большей или меньшей степени воздухопроницаемыми, то через них воздух может проникать

Таблица 2.4. Теплопотери через стены различных конструкций

Расчетная температура наружного воздуха, °С	Место строительства	Требуемое сопротивление теплопередаче, м².°С/Вт	Конструкция стены	Сопротивление теплопередаче, м².°С/Вт	Теплопотери, Вт/м²
–24	Владивосток	0,88	Однослойная панель из керамзитобетона плотностью 1400 кг/м³, толщиной 0,5 м	0,93	
			Кирпичная кладка плотностью 1800 кг/м³ из обыкновенного глиняного кирпича толщиной 0,38 м	0,63	
			Однослойная панель из керамзитобетона плотностью 1200 кг/м³, толщиной 0,4 м	0,93	

–26	Москва, Курск, Санкт-Петербург	0,88	Кирпичная кладка плотностью 1800 кг/м^3 из обыкновенного глиняного кирпича на цементно-песчаном растворе толщиной 0,51 м	0,78	
			То же, с деревянной обшивкой	0,95	
			Бревенчатый сруб толщиной 0,15 м	0,99	
–26	Москва, Курск, Санкт-Петербург	0,88			
			Блоки из пенобетона плотностью 800 кг/м, толщиной 0,35 м	1,1	
			Кирпичная кладка плотностью 1800 кг/м^3 из обыкновенного глиняного кирпича на цементно-песчаном растворе толщиной 0,64 м	0,94	

Продолжение табл. 2.4

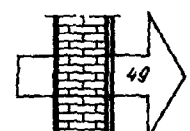
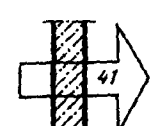
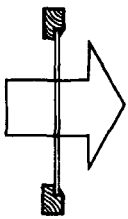
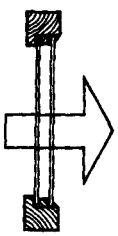
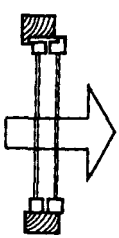
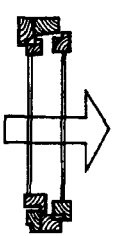
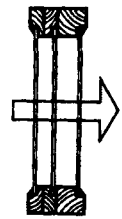
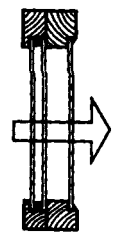
Расчетная температура наружного воздуха, °С	Место строительства	Требуемое сопротивление теплопередаче, м²·°С/Вт	Конструкция стены	Сопротивление теплопередаче, м²·°С/Вт	Теплопотери, Вт/м²
			То же, с деревянной обшивкой	1,08	
−35	Екатеринбург	1,12			
			Бревенчатый сруб толщиной 0,15	1,2	
		1,31	Блокн нз пенобетона плотностью 800 кг/м³, толщиной 0,38 м	1,3	

Таблица 2.5. **Теплопотери через окна различной коиструкции (для Москвы, Санкт-Петербурга, Курска при температуре виутрениего воздуха 18°С)**

Конструкция окна	Сопротивление теплопередаче, $м^2.°С/Вт$	Теплопотери
Одинарное остекление в деревянных переплетах	0,18	
Двуслойный стеклопакет в деревянных переплетах	0,36	
Двойное остекление в деревянных спаренных переплстах	0,39	
Двойное остекление в деревянных раздельных переплетах	0,42	

Конструкция окна	Сопротивление теплопередаче, $м^2.^oС/Вт$	Теплопотери
Тройное остекление в деревянных раздельно-спаренных переплетах	0,55	
Двуслойный стеклопакет и одинарное остекление в раздельных деревянных переплетах	0,53	

с улицы в помещение и из помещения на улицу. Если воздух попадает снаружи внутрь дома, то это называют инфильтрацией, если из помещения наружу, то эксфильтрацией.

При инфильтрации через конструкцию стены, стыки и неплотности окон в зимний период проникает холодный воздух. Проходя через толщу стены, он вызывает снижение температуры внутри ограждения и на его поверхности (см. рис. 2.13), а проникая в комнату, охлаждает внутренний воздух и вызывает дополнительные потери тепла. Наибольшие теплопотери при инфильтрации происходят через окна и стыковые соединения оконных блоков со стенами. В табл. 2.6 приведены теплопотери через наружные ограждения различных конструкций, включающие участок стены, оконный откос и окно при инфильтрации и без нее.

При эксфильтрации теплый воздух проходит из помещения через наружное ограждение, повышая температуру

Таблица 2.6. Теплопотери через ограждения при инфильтрации и без нее

Вертикальная неоднородная ограждающая конструкция	Температура на внутренней поверхности оконного откоса, °С	Теплопотери через наружное ограждение, Вт/м²		
		оконный откос	простенок стены	окно
Керамзитобетонная панель толщиной 400 мм (R = = 0,84 м²·°С/Вт) с деревянным оконным блоком с двойным остеклением в спаренных переплетах (R_0 = 0,34 м²·°С/Вт)	10,1*	48	59	145
	7,8	98	61	233
Трехслойная керамзитобетонная панель толщиной 340 мм с утеплителем из полистирольного пенопласта и обрамляющими ребрами из керамзитобетона (R_0 = 1,91 м²·°С/Вт) с деревянным оконным блоком с двойным остеклением в деревянных раздельных переплетах (R_0 = 0,38 м²·°С/Вт)	13,7	27	26	132
	9,1	61	27	284

* Над чертой — без учета инфильтрации, под чертой — с учетом инфильтрации.

на его поверхности и в толще (см. рис. 2.13) и способствуя увеличению теплопотерь жилым домом. Помимо этого при эксфильтрации повышается вероятность выпадения конденсата на стене, остеклении, оконных откосах и внутри ограждений.

Из табл. 2.6 видно, что фильтрация воздуха приводит к увеличению теплопотерь через ограждения почти в 2 раза.

Потери тепла через перекрытия первого этажа в большинстве случаев составляют 3—10% общих теплопотерь. При строительстве дома необходимо качественно выполнить теплоизоляцию цокольного перекрытия и обеспечить на поверхности пола температуру не более чем на 2°С ниже температуры внутреннего воздуха.

В холодное время года часть тепла теряется через крышу, причем в одно-, двухэтажных домах они больше, чем в многоэтажных, и составляют соответственно 30—35 и 5—10%. Поэтому при проектировании и строительстве

индивидуальных малоэтажных домов особое внимание должно быть уделено теплоизоляции перекрытия верхнего этажа или чердачного перекрытия. Часто на втором этаже двухэтажного индивидуального дома устраивают жилые комнаты — мансарды. В них крыша выполняет роль наружного ограждения, защищающего помещение от дождя, ветра, холода. Его хорошие теплоизоляционные качества создают уют и тепловой комфорт для живущих, снижают затраты на отопление дома, а в солнечную погоду позволяют защитить комнату от перегрева.

2.4. ЗАЩИТА НАРУЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ ОТ СЫРОСТИ

Понятие "теплый дом" у нас ассоциируется не только с теплым, но и с сухим помещением. При повышенной влажности создается ощущение теплового дискомфорта. Снижается теплозащитная способность ограждения в связи с увеличением коэффициента теплопроводности материала из-за проникания в воздушные поры воды (напомним, что коэффициент теплопроводности воды в 25 раз выше, чем неподвижного воздуха). Поэтому защита стен, цокольных чердачных перекрытий от сырости является одним из основных требований теплого жилища. Кроме того, все конструкции дома должны быть сделаны таким образом, чтобы появившаяся в них влага могла как можно быстрее испариться.

Откуда в конструкциях дома может появиться влага? Во-первых, из внутреннего воздуха помещений. При проектировании и строительстве дома следует иметь в виду, что в воздухе всегда одержится некоторое количество влаги. Она выделяется во время приготовления пищи и мытья посуды — около 2,5 кг в сутки, при мытье полов — 0,15 кг/м^2, а также комнатными растениями и цветами — каждым 0,83 кг в сутки (см. рис. 2.9). Во время сна у человека испаряется 45 г влаги в 1 ч а при физической работе испарение увеличивается до 250 г/ч. Влага содержится в воздухе в виде водяных паров, которые обусловливают его влажность. Чем больше влаги содержится в 1 м^3 воздуха, тем больше его влажность. Однако воздух может насыщаться влагой не беспредельно, а до определенной степени (табл. 2.7). Например, при температуре 16°С в 1 м^3 воздуха может содержаться не более 13,6 г

Таблица 2.7. Максимальное содержание водяных паров в 1 м^3 воздуха

Температура воздуха, °С	−10	0	+10	+12	+16	+20	+30
Максимальное количество влаги, г/м^3	2,14	4,84	9,4	10,7	13,6	17,3	30,3

влаги. При превышении данной величины при той же температуре 16°С влага из воздуха начнет выпадать в виде мелких капель — конденсата. Чем теплее воздух, тем больше водяных паров он может содержать, чем ниже температура воздуха,тем меньше в нем может быть влаги: при 10°С в 1 м^3 может находиться не более 9,4 г, а при 0°С — не более 4,84 г/м^3.

Если воздух, имеющий температуру 16°С и содержащий 9,4 г/м^3 влаги, начать охлаждать, то при температуре 10°С он будет насыщен влагой максимально, т.е. его относительная влажность достигнет 100%, и при дальнейшем понижении температуры из него начнет выпадать конденсат. Температура, при которой начинает образовываться конденсат, называется точкой росы и обозначается $t_р$. Если воздух охлаждать ниже температуры точки росы, то лишнее количество влаги конденсируется. При 0°С в воздухе может содержаться не более 4,8 г/м^3 влаги, поэтому при понижении его температуры от 10 до 0°С из 1 м^3 воздуха выпадет 4,6 г влаги (9,4—4,8 = 4,6 г) (рис. 2.14).

Явления конденсации достаточно часто встречаются в природе. Например, в летнее время вечерами образуется туман. Это происходит потому, что с заходом солнца воздух охлаждается, его температура падает ниже точки росы и избыточная влага выпадает из воздуха в виде мелких капель — тумана. А рано утром, когда первые лучи солнца согреют воздух, повысив его температуру выше точки росы, капельки влаги постепенно испарятся и туман рассеется.

В большинстве случаев наружный и внутренний воздух в жилых помещениях содержит влаги меньше максимального значения, имея относительную влажность менее 100%. При температуре 20°С и относительной влажности 55% в воздухе имеется 9,48 г/м^3 влаги. При понижении температуры до 10°С относительная влажность воздуха повысится

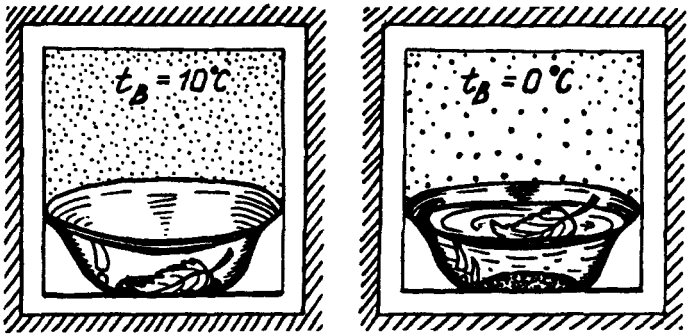


Рис. 2.14. Конденсация водяных паров при понижении температуры

до 100% и выпадет конденсат, поскольку в 1 $м^2$ воздуха при 10°С может содержаться не более 9,4 г влаги.

То же самое явление наблюдается в помещении, когда температура на поверхности остекления опускается ниже точки росы и окна запотевают. При недостаточной теплозащитной способности стен и температуре на внутренней поверхности ниже точки росы на ней может образовываться конденсат, вызывая отсыревание и образование мокрых пятен (рис. 2.15).

Количество оседающей на стене влаги зависит от температуры воздуха и стены, а также относительной влажности внутреннего воздуха. Например, при температуре воздуха в комнате 20°С и его относительной влажности 90% осаждение влаги на поверхность стены возможно при температуре ее поверхности 18,3°С. Если относительная влажность воздуха равна 70%, то конденсат начнет появляться при 14,5°С, а при относительной влажности 50% — при 9°С.

В большинстве случаев в отапливаемых помещениях жилых домов воздух не бывает насыщен полностью и имеет относительную влажность 50—60%. При хорошей теплоизоляции стен влага на их поверхности, как правило, не осаждается. Однако при малой теплозащитной способности стен или в непроветриваемых помещениях с повышенной влажностью (кухни, ванны) влага может оседать на стенах в значительных количествах.

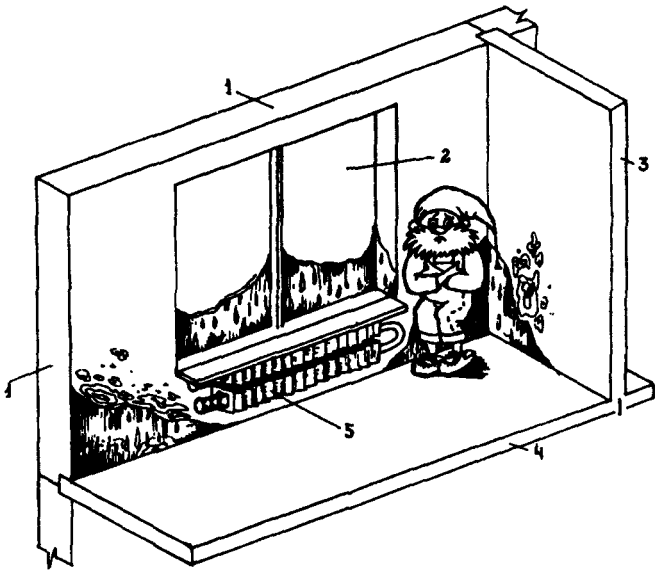


Рис. 2.15. Выпадение конденсата на внутренней поверхности остекления и стены
1 — наружная стена; *2* — окно; *3* — перегородка; *4* — перекрытие; *5* — отопительный прибор

Наружный воздух в холодное время года имеет более низкую температуру и, следовательно, содержит меньшее количество водяных паров, чем внутренний. Благодаря этому через стену, разделяющую среды с различным влагосодержанием, проходит поток водяного пара. Поскольку зимой внутренний воздух имеет больше влаги, чем наружный, то пар проникает через стену наружу — сырость как бы стремится "течь" в сторону холодной поверхности стены.

Проходя через толщу стены, воздух постепенно охлаждается и часть паров осаждается в виде капель на материале, имеющем температуру ниже точки росы. Влага может осаждаться не только на поверхности, но и внутри стены (рис. 2.16). Появляющаяся в стене сырость снижает ее теплоизоляционные свойства и создает условия для размножения различных грибков и бактерий. Поэтому первейшим условием защиты помещений от отсыревания является надежная теплоизоляция наружных стен, внутренняя

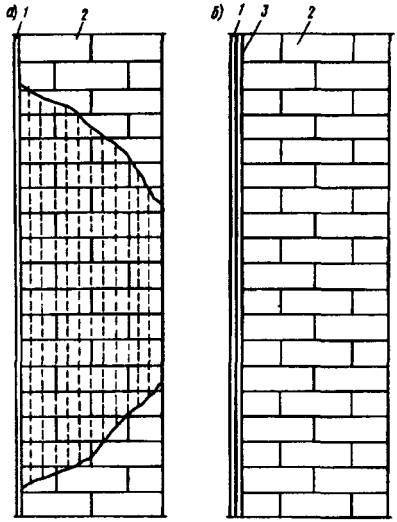


Рис. 2.16. Влияние пароизоляции на внутренней поверхности стены из силикатного кирпича на ее влажностной режим

а — увлажнение стены конденсатом при диффузии водяных паров; *б* — защита стены от увлажнения конденсатом при устройстве пароизоляции на внутренней поверхности; *1* — внутренняя штукатурка; *2* — силикатный кирпич; *3* — пароизоляция

поверхность которых должна иметь температуру выше точки росы.

Для домов Москвы и области в зимнее время при температуре воздуха в комнатах 18°С поверхность стены должна иметь температуру не ниже 12°С. Эту температуру обеспечивает кирпичная стена толщиной в 2 1/2 кирпича (0,64 м) или брусчатая стена толщиной 0,15 м.

В холодное время года через наружную стену постоянно проходит водяной пар. Если стена устроена так, что водяной пар легко может испаряться с внешней поверхности стены, то отсыревания не будет (рис. 2.17,*а*). Однако при непроницаемой или плохо проницаемой наружной поверхности пар, проходящий через стену и конденсирующийся в ее толще, не будет иметь возможности испариться наружу и, скопившись в толще, вызовет переувлажнение стены (рис. 2.17*б*). Поэтому для предотвращения отсыревания желательно расположить пароизоляционный слой на стороне стены, обращенной к теплому воздуха (рис. 2.18). В этом случае водяным парам будет в значительной степени закрыт доступ в толщу ограждения. А слои, способные хорошо пропускать пар, лучше располагать около холодной (наружной) поверхности: появившаяся в стене влага будет беспрепятственно через них испаряться.

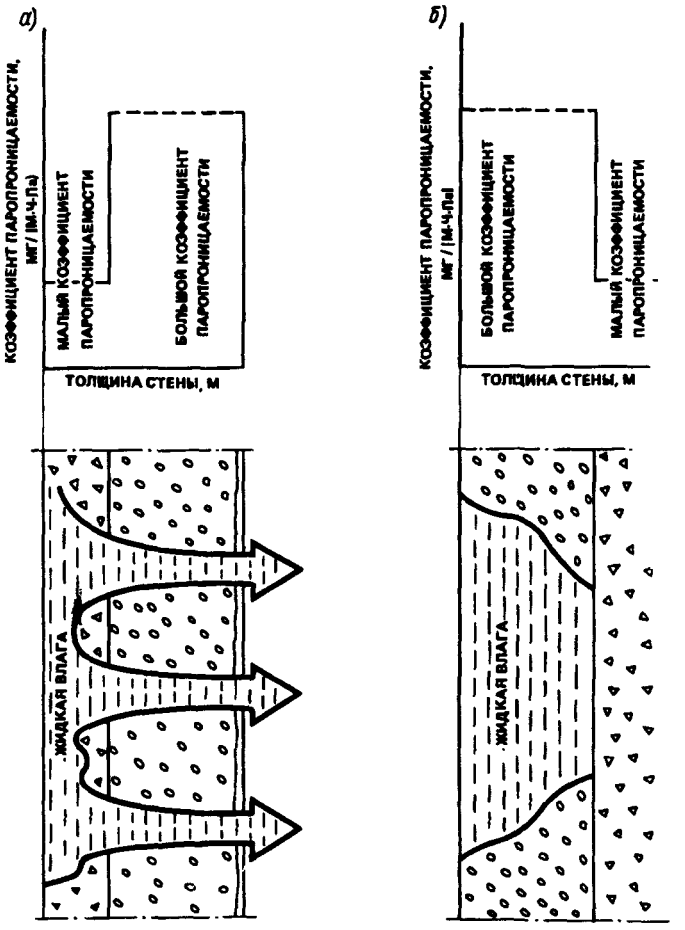


Рис. 2.17. Условия высыхания и отсыревания конструкций двухслойной наружной стены

а — расположение материала с высоким коэффициентом паропроницаемости в наружном слое; *б* — то же, с низким коэффициентом паропроницаемости в наружном слое

Именно поэтому при утеплении чердачных перекрытий, не имеющих продухов, и бесчердачных крыш необходимо устраивать пароизоляционный слой, защищающий утеплитель от проникающих из комнаты в толщу конст-

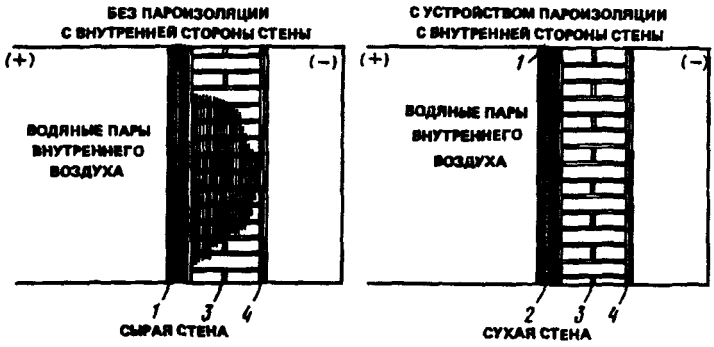


Рис. 2.18. Предохранение от увлажнения водяными парами конструкции наружной стены

1 — внутренний отделочный слой; *2* — пароизоляция; *3* — кирпичная кладка; *4* — наружный отделочный слой

рукции водяных паров (рис. 2.19,*а*). Отсутствие пароизоляции приводит к тому, что влага, не имея возможности испаряться через водонепроницаемое покрытие (рубероидный ковер, кровельную сталь и др.), скапливается под ним (рис. 2.19,*б*).

При понижении температуры в чердачном перекрытии ниже точки росы водяные пары конденсируются и в виде мелких капель стекают вниз, увлажняя утеплитель и способствуя появлению мокрых пятен на потолке. Поскольку поток влаги направлен из нижних комнат вверх через чердачное перекрытие, то слой пароизоляции надо устраивать под утеплителем непосредственно над плитами перекрытия (см. рис. 2.19).

Водяные пары проходят также через цокольное перекрытие, перемещаясь из теплых помещений первого этажа в расположенное под ним холодное подполье. В этом случае влага перемещается сверху вниз. Поэтому для предотвращения отсыревания утепленных цокольных перекрытий пароизоляционный слой надо располагать над утеплителем, а не под ним, как в случае чердачного перекрытия.

При утеплении существующей ограждающей конструкции необходимо также принимать во внимание диффузию водяных паров, которая может стать причиной повышения влажности помещений и их ограждений.

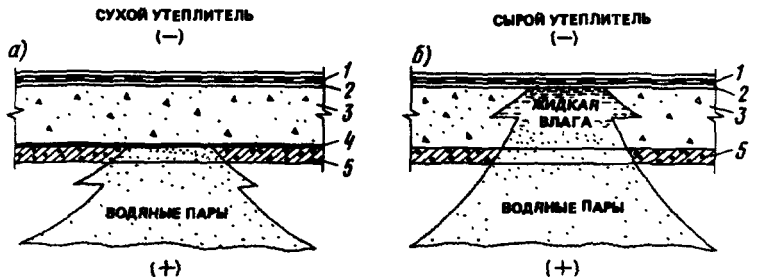


Рис. 2.19. Проникновение водяных паров в конструкцию бесчердачного перекрытия при устройстве пароизоляции (*а*) и без нее (*б*)
1 — кровля; *2* — стяжка; *3* — теплоизоляция; *4* — пароизоляция; *5* — железобетонная плита

Утепление стен с внутренней стороны способствует повышению влажности конструкции. Это происходит потому, что через утеплитель, являющийся, как правило, паропроницаемым материалом, водяные пары проникают в ограждение и скапливаются на границе с утепляемой стеной (см. рис. 2.17,*б*). Кроме того, утеплитель задерживает поступление тепла из внутреннего помещения в толщу ограждения, тем самым понижая его температуру. Пониженная температура в сочетании с хорошей паропроницаемостью внутреннего слоя вызывает сильное переувлажнение стены и снижение ее теплозащитных и эксплуатационных качеств. Поэтому, если единственно возможным путем повышения теплозащиты стены является ее утепление изнутри, то необходимо принять меры для защиты конструкции от проникания в ее толщу влаги воздуха.

С теплотехнической точки зрения рациональным является устройство дополнительного слоя теплоизоляции с наружной стороны. В этом случае теплоизоляция препятствует прохождению теплового потока от существующей конструкции наружу, повышая тем самым температуру в толще стены и на поверхности. Поскольку большинство теплоизоляционных материалов паропроницаемы, то они не препятствуют выхождению влаги из стены наружу. Однако наружный теплоизоляционный слой должен быть защищен от увлажнения атмосферными осадками прочными паропроницаемыми материалами — керамическими плитками, известковыми штукатурками (см. рис. 2.17,*а*).

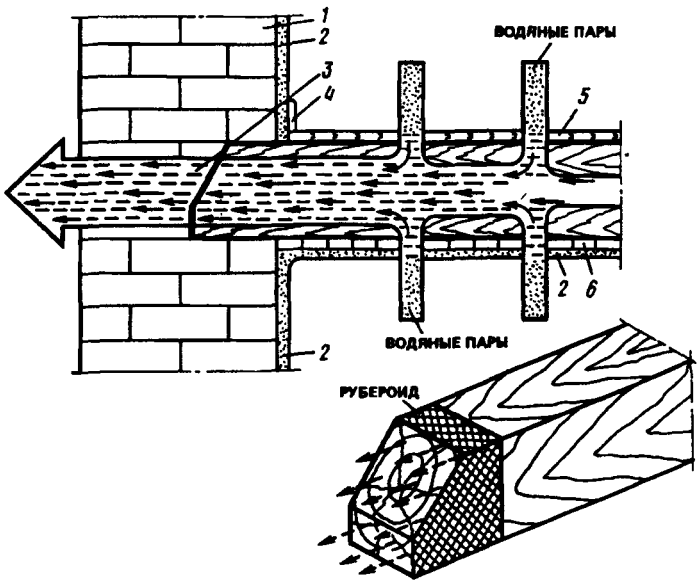


Рис. 2.20. Диффузия водяного пара в деревянной потолочной балке
1 — кирпичная стена; *2* — слой штукатурки; *3* — воздушный зазор между торцом деревянной потолочной балки и кирпичом; *4* — плинтус; *5* — пол из шпунтованных досок; *6* — доски

Увлажнение стен может произойти через деревянные балки перекрытий, по которым водяные пары из внутренних помещений будут перемещаться к наружной стене (рис. 2.20). Поэтому концы балок, соприкасающихся с кладкой, изолируют, а торцы оставляют открытыми, чтобы поступающая к ним влага могла удаляться. Подробно конструктивные решения этого стыка рассмотрены в гл. 5.

Строя теплый дом, следует предусмотреть его защиту от увлажнения грунтовой влагой. Стены и фундамент при соприкосновении с увлажненным грунтом начинают втягивать из него влагу, как губка. Подобно тому, как за счет капиллярного подсоса керосин поднимается по фитилю в керосиновой лампе, эта влага может подняться на значительную высоту, вызывая отсыревание стен первых этажей(в среднем до 1,5 м). Из-за того, что конструкции соприкасаются с мокрым грунтом постоянно, подъем влаги происходит непрерывно, создавая сырость в комнатах пер-

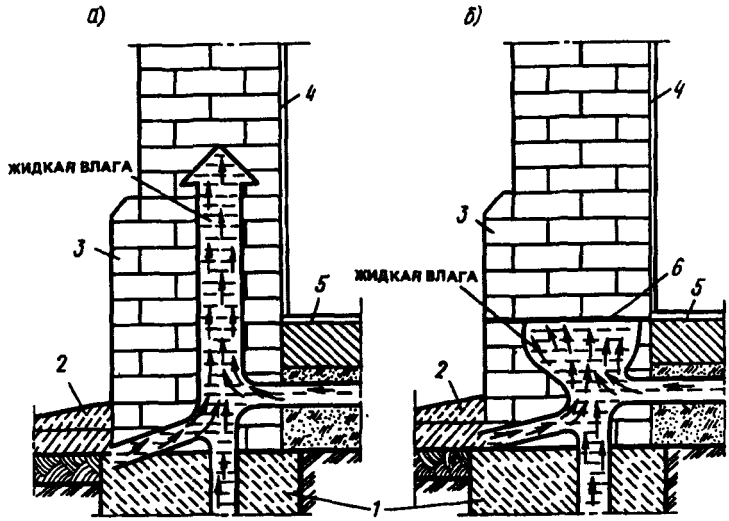


Рис. 2.21. Увлажнение конструкции цокольного узла без гидроизоляции (*а*) и с гидроизоляцией (*б*)

1 — фундамент; *2* — отмостка; *3* — кирпичная стена; *4* — штукатурка; *5* — пол первого этажа по грунту; *6* — гидроизоляция

вого этажа (рис. 2.21,*а*). Предотвращается это устройством слоев горизонтальной гидроизоляции в цоколе (рис. 2.21,*б*) и полах (рис. 2.22,*а*) (для защиты от проникания влаги вверх), а также устройством вертикальной гидроизоляции стен подвалов (для защиты их от увлажнения). Уменьшить сырость грунта около дома можно сооружением водоотводных каналов, дренажа, отмостки (рис. 2.22,*б*).

Одной из причин отсыревания помещений являются атмосферные осадки, падающие на стену, стекающие с крыши или попадающие в помещение из-за трещин или других повреждений гидроизоляционного ковра. В результате протечек повышается влажность и резко возрастает коэффициент теплопроводности утепляющего материала, снижаются теплозащитные качества крыши, а на потолке появляются мокрые пятна.

Основными причинами отсыревания кирпичной стены при дожде являются плохо заполненные швы: в пустоты между камнями затекает вода. Вода легко проникает в

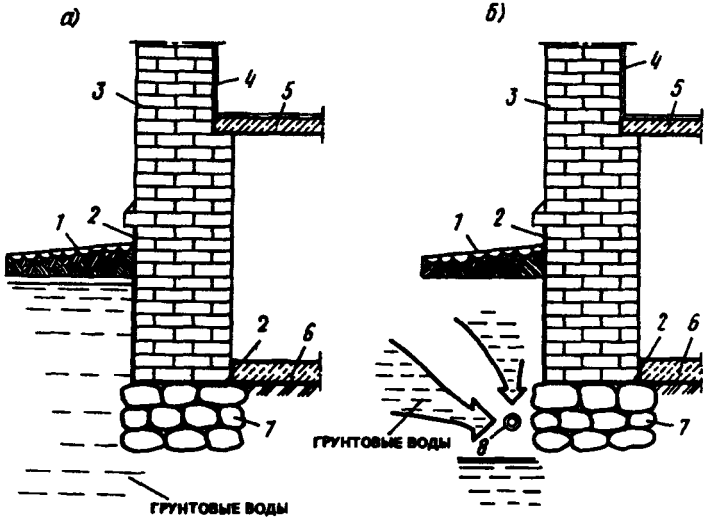


Рис. 2.22. Конструктивные мероприятия по защите от увлажнения грунтовыми водами стены подвального помещения

а — устройство вертикальной и горизонтальной гидроизоляции; *б* — то же, и дренажной трубы; *1* — отмостка; *2* — гидроизоляция; *3* — кирпичная стена; *4* — штукатурка; *5* — перекрытие над подвальным помещением; *6* — бетонный пол по грунту; *7* — фундамент; *8* — дренажная труба

любые поры и щели, свободно проходит через пористые бетонные камни. Поэтому защитить стену от переувлажнения дождем может тщательная отделка наружной поверхности прочными паропроницаемыми материалами (известковая штукатурка, керамическая плитка) и гидрофобными составами. Внутренняя поверхность кирпичной стены не промокнет даже после двухнедельного проливного дождя, если ее наружная поверхность выполнена из обожженного кирпича и отделочного камня с хорошо заполненными швами.

Защищают стены от проникания в них дождевой воды карнизы, выступающие над домом на 30—40 см (рис. 2.23).

Достаточно эффективным средством защиты от отсыревания и переувлажнения конструкций является устройство в них вентилируемых отверстий: каналов, полостей и прослоек. Происходящий в них воздухообмен позволяет

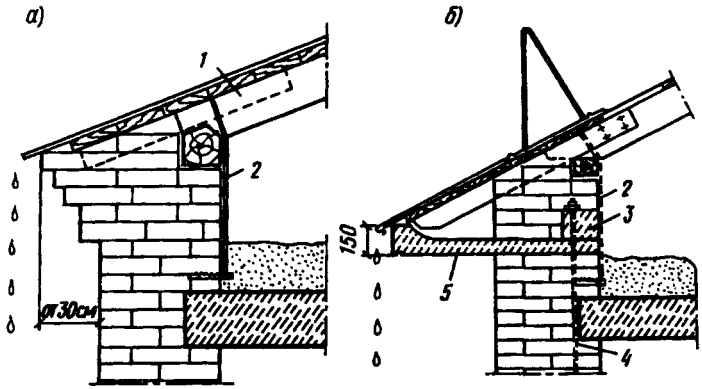
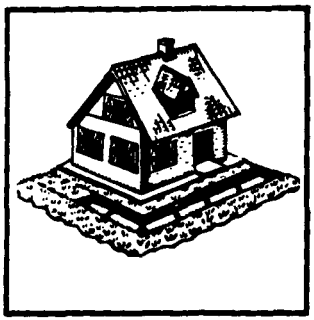


Рис. 2.23. Конструкции карнизов, защищающих стены от увлажнения дождем

а — кирпичный карниз; *б* — карниз из железобетонных плит; *1* — кобылка; *2* — скрутка; *3* — анкерная балка; *4* — анкер; *5* — карнизная плита

постепенно удалять из толщи стен, перекрытий, крыш увлажненный воздух и осушать конструкции.

Отсыревание различных частей жилого дома, как было уже отмечено, может происходить в результате действия грунтовых вод, атмосферных осадков, водяных паров, содержащихся в воздухе помещений, и других причин. Рассмотренные принципы защиты стен, перекрытий, крыш от проникания и скопления в них влаги легли в основу конструктивных решений элементов дома и их сопряжений, обеспечивающих наиболее оптимальный влажностный режим. Они приводятся в соответствующих главах книги.



ГЛАВА 3. ВЫБОР АРХИТЕКТУРНОГО ОБЛИКА ЖИЛОГО ДОМА

3.1. ВЛИЯНИЕ ФОРМ ДОМА НА ТЕПЛОПОТЕРИ

При строительстве своего дома всегда хочется, чтобы он не был похож на соседние или чем-нибудь от них отличался. Стремясь быть оригинальными, владельцы будущей постройки пытаются усложнить конфигурацию здания, сделать отдельные участки дома выше, другие намного ниже, остеклить целиком целые стены. Конечно, оригинально спроектированный дом смотрится намного эффектнее, чем типовая постройка. Тем не менее при его проектировании необходимо учитывать особенности эксплуатации жилья и климатические факторы, которые могут отрицательно повлиять на создание теплого дома.

При выборе формы дома в плане следует стараться как можно больше упростить его форму. Поскольку наибольшие теплопотери происходят через стены, желательно, чтобы площадь их поверхности была наименьшей. Известно, что при одинаковом объеме наименьшую площадь поверхности имеет шар. Однако строить дома в форме шара, стремясь значительно снизить теплопотери, оригинально, но нерационально, потому что рассчитать и конструктивно выполнить здание шаровидной формы очень трудно. В Бельгии специально для выставки "Атомиум" была возведена конструкция, состоящая из девяти шаров, соединенных между собой переходами. Это уникальная, единственная в мире конструкция, потребовавшая огромных затрат на проектирование, инженерные расчеты и строительство.

Для реального индивидуального строительства наилучшим образом подходит конфигурация дома в форме

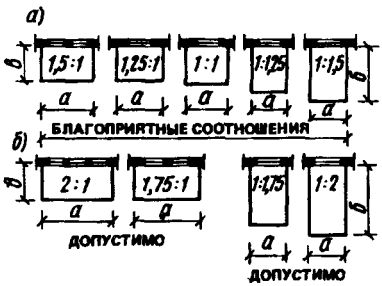


Рис. 3.1. Пропорции жилых комнат
а — благоприятные соотношения;
б — допустимые соотношения

куба, поскольку в нем площадь наружных поверхностей наименьшая. Но в таком доме, имеющем в плане форму квадрата, не всегда можно сделать удобную планировку комнат и подсобных помещений. Поэтому чаще всего дома строят в виде прямоугольного параллелепипеда (не учитывая форму крыши). В здании прямоугольной формы предусматривают планировку, отвечающую требованиям живущих в нем людей.

При планировке помещений надо принимать во внимание, что для естественного освещения комнат нецелесообразно делать их вытянутыми внутрь дома. Наиболее благоприятно соотношение размеров комнаты от 1,5:1 до 1:1,5 (рис. 3.1), т.е. один размер комнаты не должен превышать другой более чем в 1,5 раза. Допускается планировка комнат с соотношением сторон от 1,75:1 до 2:1, а также заглубленная внутрь или вытянутая вдоль наружных стен с окнами.

Проектируя внешний облик жилища, не рекомендуется делать дом сложной конфигурации. Это вызвано следующими соображениями. Сложная форма дома приводит к увеличению периметра и площади наружных стен, через которые тепло из дома теряется наружу. Одновременно с этим для возведения стен потребуется больше строительных материалов. Кроме того, такие дома, как правило, имеют большее количество углов, а на внутренней поверхности наружных стен в углах температура всегда бывает ниже, чем на глади стены (рис. 3.2). Это вызвано тем, что углы имеют худшие теплозащитные характеристики (по сравнению с гладью стены). У углов наружная поверхность, граничащая с холодным воздухом, имеет большую площадь по сравнению с внутренней, соприкасающейся с теплым

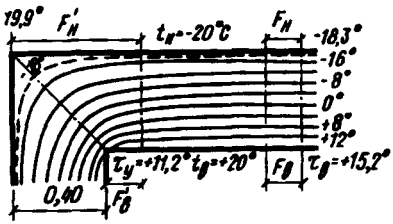


Рис. 3.2. Понижение температуры внутренней поверхности угла

воздухом помещений. Из-за этого через углы проходит больший поток тепла, чем через стену, и происходят большие теплопотери. Таким образом, усложнение конфигурации приводит к увеличению потерь тепла и дополнительным затратам на строительство и отопление дома.

Дома, имеющие в плане форму прямоугольника, не рекомендуется делать большой протяженности. Кроме увеличения площади наружных стен, через которые теряется тепло, по сторонам вытянутого дома при ветре будет больший перепад давления, приводящий к усиленной инфильтрации холодного воздуха через стены и окна. При этом требуется более интенсивное отопление комнат для поддержания в них теплового комфорта.

Обычно индивидуальные дома проектируют вместе с террасой, которая используется в теплое время года. С теплотехнической точки зрения целесообразно располагать ее вдоль более протяженной стороны дома. Такое местоположение веранды позволит защитить стену теплого дома от ветра, уменьшит теплопотери, происходящие при инфильтрации.

При проектировании теплого дома приходится учитывать разнообразие факторов, влияющих на теплопотери. В частности, всем известно, что при входе и выходе из дома через открытые двери теряется большое количество тепла. Сократить теплопотери можно устройством дверей с тамбуром. И хотя тамбур часто является выступающей частью здания и форма дома в плане, на первый взгляд, усложнится, такое объемно-планировочное решение позволит уменьшить поступление холодного воздуха с улицы и обеспечит тепловой комфорт в доме.

Для защиты дома от продувания через двери рекомендуется уровень пола теплой отапливаемой части дома де-

лать выше уровня входа. Такое расположение жилого помещения и тамбура, а также наличие порожков у дверей защитит комнаты от сквозняков и дутья по ногам и, следовательно, от дополнительных потерь тепла.

При планировки в доме комнат, кухни, подсобных помещений следует иметь в виду, что во время приготовления пищи, стирки, глажения и пр. происходит выделение тепла, и температура воздуха в помещениях так называемой хозяйственной зоны — кухне, ванне становится на несколько градусов выше, чем в жилых комнатах. Поэтому с теплотехнической точки зрения кухню, санитарные узлы, комнату для хозяйственных работ, а также кладовые (где температура может быть ниже, чем в комнатах) рекомендуется размещать с северной стороны дома. Такая планировка позволит создать своеобразный тепловой барьер и препятствовать теплопотерям из комнат, ориентированных на южную солнечную сторону.

3.2. ОПТИМАЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ ПОВЕРХНОСТИ ОСТЕКЛЕНИЯ

Зимой в холодную погоду приятно, когда комната освещена солнцем. А в летнее время хочется открыть окна пошире, чтобы как можно больше свежего теплого воздуха проникло в помещение. Увеличить площадь окон стремятся достаточно часто, устраивая большие остекление поверхности в доме или ленточное остекление. Однако в этом случае не учитывается, что окна обладают низкими теплозащитными качествами, которые в 2—3 раза хуже, чем у стен (рис. 3.3). Это приводит к значительным теплопотерям, а также к понижению температуры на внутренней

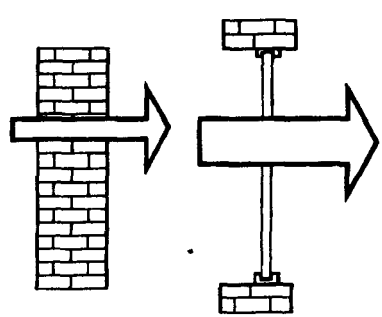


Рис. 3.3. Теплопотери через кирпичную стену толщиной в два кирпича и через окно с двойным остеклением в спаренных деревянных переплетах

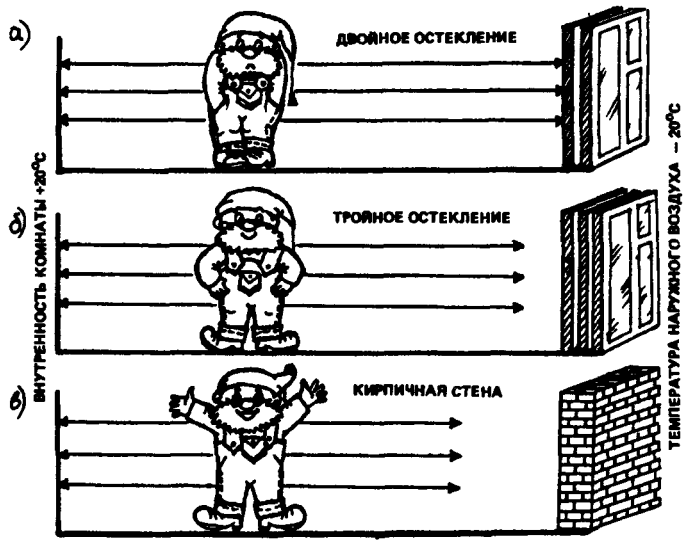


Рис. 3.4. Потери тепла с поверхности тела человека при теплообмене излучением с внутренними поверхностями комнаты (левая сторона рисунков) и с двойным (*а*), с тройным (*б*) остеклением и с наружной кирпичной стеной (*в*) (правая сторона рисунков)

поверхности остекления по сравнению с поверхностью стены. Поэтому у человека, находящегося в комнате, с поверхностью остекления происходит более интенсивный теплообмен, чем с другими конструкциями, ограждающими комнату (полом, потолком, внутренними стенами). В результате такого неравномерного теплообмена в сторону стекол человек испытывает дискомфорт из-за переохлаждения части тела, обращенной к окну (рис. 3.4).

Помимо этого между переплетами и оконной коробкой всегда имеются неплотности и щели, через которые при инфильтрации в комнату проникает холодный воздух. Поэтому при проектировании окон и площадей остекленных поверхностей приходится выбирать оптимальный вариант, при котором обеспечивается достаточная естественная освещенность помещения, а теплопотери через окна не приводят к созданию теплового дискомфорта. Считается, что соотношение между площадью остекленных поверхностей и

площадью пола комнаты должно быть не более 1:5,5 и не менее 1:8. Для улучшения обзора допускается в отдельных помещениях увеличить это соотношение до 1:4,5.

3.3. ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА КОНСТРУКЦИЙ ПОКРЫТИЙ И КРЫШ

Крыша во многом придает дому архитектурную выразительность. В малоэтажных жилых домах наиболее распространенной является двускатная крыша, имеющая хороший внешний вид. Она проста в изготовлении и надежна в эксплуатации. Ее преимущество заключается и в возможности использовать любые строительные материалы.

Над домами со сложным планом обычно делают так называемые многощипцовые крыши. В местах соединения скатов устраивают ендовы, в которых скапливаются падающие на крыши листья, сучки деревьев, грязь. Конструктивное решение ендовы усложняет выполнение кровельных работ.

Крыши в малоэтажных домах составляют значительную часть объема. Например, в одноэтажных домах лучше устраивать высокую крышу, которая придает дому более представительный вид. Кроме того, она позволяет использовать чердачное помещение для мансарды.

Высокую крышу хорошо возводить на домах, построенных в районах, где часто идут дожди и выпадает снег. Благодаря крутому скату на ней не будут скапливаться вода, снег.

В районах, где господствуют сильные ветры, высокие крыши требуют специальных ветроустойчивых конструкций. Здесь лучше возводить крыши с пологим скатом.

Высота крыши зависит от материала кровли. При использовании черепицы надо делать высокую крышу с уклоном 30—60°. При покрытии из асбестоцементных листов и стали уклон может колебаться в пределах 14—60°, а рулонные четырех- и двухслойные крыши укладывают при уклоне от 2—8 до 14°.

Черепичные кровли и покрытия из асбестоцементных листов не требуют ухода, кровельное покрытие необходимо окрашивать через 3—5 лет, а рулонные покрывать битумом также через каждые 3—5 лет.

Кровельную сталь применяют при сложных крышах и в тех местах, где необходимо сделать надежную влагозащиту.

Крыши с изломанными скатами — мансарды — целесообразно делать при узких пролетах, когда в простую треугольную форму крыши трудно вписать комнату с нормальными габаритами.

Рассмотренные в данной главе принципы выбора объемно-планировочного решения жилого дома позволяют подобрать наиболее приемлемую форму дома, соответствующую ему крышу и оптимальную площадь остекленных поверхностей.



ГЛАВА 4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ЖИЛЫХ ДОМОВ

4.1. КАМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Одним из наиболее распространенных и старейших строительных материалов является *красный глиняный кирпич*. Его получают обжигом глиняной массы в печах при температуре до 950—1000°С.

На основании археологических раскопок считается, что впервые кирпич был использован строителями в Древнем Египте, потом на юге Месопотамии, а затем в Ассирии и Вавилоне. Из-за прочности и огнестойкости кирпича его широко использовали для строительства зданий и укрепления стен городов.

В настоящее время сплошной глиняный красный кирпич выпускается размером 250x120x65 мм. Кроме того, выпускают утолщенный кирпич размером 250x120x88 мм и модульный кирпич с пустотами размером 288x138x63 мм. Кирпич имеет форму прямоугольного параллелепипеда с гладкими прямыми ребрами. Длинная грань кирпича называется ложком, а короткая — тычком. Хорошо обожженный кирпич имеет красный цвет и при ударе издает чистый звук. Недожженный кирпич имеет желтоватый оттенок и издает при ударе глухой звук. По прочности кирпич делится на пять марок М20, М15, М12,5, М10, М7,5.

Лицевой (фасадный) глиняный кирпич применяют для облицовки наружных частей зданий. Кладка из лицевого кирпича не требует дальнейшей окраски, отделки и оштукатуривания. Лицевой кирпич может быть сплошным или пустотелым.

Кирпич является достаточно прочным и долговечным материалом. Его стойкости может позавидовать сталь, под-

верженная разрушению ржавчиной, и древесина, поражаемая различными грибками, которые превращают ее в труху. Кирпич имеет небольшие размеры и значительную плотность. Его портативность вынуждает возводить конструкции только вручную, а большая плотность свидетельствует о невысоких теплозащитных качествах. Все это приводит к необходимости возводить стены большей толщины, чем этого требуют прочностные расчеты.

О том, как улучшить кирпич, думали еще 200 лет назад. В конце XVIII в. русский архитектор В.И.Баженов, будучи искушенным человеком в производстве строительных материалов, предложил вводить в глиняную массу небольшие обрезки рубленой соломы. Во время обжига солома сгорала, образуя в кирпиче "скважинки" — поры, благодаря которым он становился более легким.

В начале XIX в. в Чехо-Словакии в глиняную массу добавляли мелкоизмельчеиный уголь. Сгорая во время обжига, он оставлял в теле кирпича поры, расположенные более равномерно.

Таким образом было положено начало производству дырчатого, пористого кирпича. В Европе, Америке в это время появляются кирпичеделательные машины, а на заводах Петербурга осваивают производство кирпича, облегченного двумя, четырьмя и восемью внутренними сквозными каналами.

Кирпичное строительство, несмотря на малые размеры и большую массу кирпича, распространялось по всему свету. В Германии и США стали выпускать кирпич полуторного и двойного формата, но это усовершенствование не прижилось в России. Тем не менее в России профессором сельской архитектуры Александром Казимировичем Больманом были разработаны модели крупноразмерных искусственных керамических камней, обладающих необходимой прочностью, огнестойкостью и значительно удешевляющих строительство. Так называемый "больмановский трубчатый кирпич" представляет собой семь разновидностей пустотелых керамических камней — стеновых, карнизных, трубных, купольных, печных, сводчатых, круглостенных кирпичей. Его преимущества заключались в том, что, например, стеновой кирпич, имеющий большой размер 0,54х0,34х0,2 м, равнялся по объему 24 обыкновенным стандартным кирпичам, а по массе всего 7. Из него можно

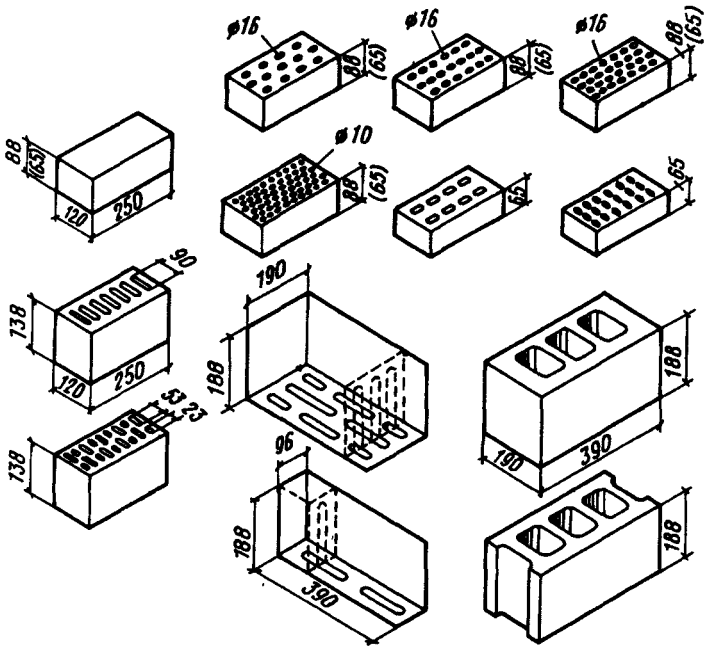


Рис. 4.1. Виды кирпича и керамических камней, используемых в строительстве

было возводить стены в 3 раза тоньше, чем было принято в то время.

В этом кирпиче вертикальные пустоты цилиндрической формы пронизывали насквозь толщу камня, а на боковых поверхностях располагались желобчатые пустоты в виде выемок. Около 75% такого кирпича занимал воздух и только 30% приходилось на твердую массу. К сожалению, в то время выпуск трубчатых кирпичей не был налажен. А по прошествии многих лет мы снова возвратились к необходимости производства пустотелых кирпичей и керамических камней.

Пустотелые кирпичи изготовляют из легкоплавких глин и глинотрепельных смесей с выгорающими добавками и без них. Пустоты круглой или прямоугольной формы располагают перпендикулярно и параллельно постели.

Диаметр круглых пустот не более 16 мм. Объем пустот должен быть не менее 25%.

Кирпич пустотелый с вертикально расположенными отверстиями выпускается пустотностью 10—30% с количеством пустот от 2 до 60 (рис. 4.1) и с горизонтально расположенными пустотами в один или два ряда пустотностью 41—42%. Пустотелый кирпич нельзя применять для кладки фундаментов, цоколей, подземных этажей, а также печей, каминов и вентиляционных каналов.

Многодырчатый кирпич изготовляют из пластичных глин. Он имеет большое количество мелких сквозных пустот. Выпускается многодырчатый кирпич большемерным (размерами 150x120x102 и 150x120x65 мм) с количеством пустот 105 и 60, а также модулированным (размерами 190x90x90 и 190x90x57 мм) с 55 и 36 пустотами.

Условные обозначения кирпича записывают в следующем виде: кирпич керамический рядовой полнотелый марки 100, плотностью 1650 кг/м^3, морозостойкостью F15 — кирпич КР 100/1650/15; кирпич керамический рядовой пустотелый марки 150, плотностью 1480 кг/м^3, морозостойкостью F25 — кирпич КРП 150/1480/25.

Керамические камни выпускают размерами: камень обыкновенный 250x120x138 мм, камень модульный 288x138x138 мм, камень укрупненный 250x250x138 мм, камень с горизонтальным расположением пустот 250x200x80 мм. Прочность керамических камней колеблется от М75 до М300, морозостойкость от F15 до F50. Керамические пустотелые камни размером 250x120x138 мм могут иметь 7 или 18 пустот.

Кирпич и камни пустотелые используют для несущих внутренних и наружных стен жилых домов, для изготовления стеновых блоков и стеновых панелей.

Кирпич и камни строительные из диатомитов и трепела производят с пустотами и без них плотностью 700—1000 кг/м^3, 1001—1300 кг/м^3 и более 1300 кг/м^3. Их применяют для кладки наружных и внутренних стен зданий с сухим, нормальным и влажными режимами.

Кирпич является мелкоштучным материалом, требующим для его кладки больших затрат труда и времени. В связи с этим организуется изготовление на заводах кирпичных стеновых панелей для наружных стен.

Панели для наружных стен выпускают однослойными и двухслойными. Однослойные панели размером 2750х3190х300 мм изготовляют из пустотелых керамических камней толщиной 250 мм, а также из многощелевого керамического камня, длина которого соответствует толщине панели и равняется 300-320 мм. Панели из кирпича по периметру панели и проема армируют проволокой.

Двухслойные кирпичные панели выпускают размером 2670х3180х260 мм. Они состоят из слоя кирпича толщиной 120 мм, утепляющего слоя (пенокерамзит, фибролит, минеральная вата) толщиной 100 мм и цементного раствора толщиной 40 мм.

Силикатный кирпич по форме и размерам не отличается от керамического кирпича. Его изготовляют из смеси воздушной извести, кварцевого песка и воды размером 250х120х65 мм, марок М75, 100, 125, 150, 200 и 250, теплопроводностью 0,7—0,75 Вт/(м·°С), плотностью 1800—1900 кг/м^3. Теплоизоляционные качества стен из силикатного и керамического кирпича практически одинаковые.

При использовании в строительстве силикатного кирпича следует иметь в виду, что он менее водостоек. Поэтому его нельзя применять при возведении фундаментов, цоколей, а также кладки печей и дымовых труб: под воздействием высокой температуры в результате дегидратации кирпич разрушается. Себестоимость силикатного кирпича на 15—35% ниже, чем керамического.

Известково-шлаковый и известково-зольный кирпичи являются разновидностями силикатного. Они имеют меньшую плотность и лучшие теплозащитные качества, так как в них тяжелый кварцевый песок заменяется более легким пористым шлаком (в известково-шлаковом кирпиче) или золой (в известково-зольном кирпиче). Благодаря тому, что шлак и зола являются дешевым сырьем, которое образуется в результате сжигания угля или другого топлива в котельных ТЭЦ, эти разновидности кирпича имеют более низкую стоимость. Их выпускают размером 250х120х140 мм, плотностью 1400—1600 кг/м^3, теплопроводностью 0,5—0,6 Вт/2м·°С).

Применяют известково-шлаковый и известково-зольный кирпичи для кладки стен малоэтажных зданий (до трех

этажей), а также для возведения стен верхних этажей многоэтажных зданий.

Огнеупорный и тугоплавкий кирпичи используют для кладки внутренних поверхностей печей. Их выпускают размерами 250x123x65 и 230x113x65 мм и применяют для футеровки печей в усадебных и малоэтажных домах при использовании угля или другого высококалорийного топлива.

Для устройства фундаментов хорошо использовать пережженный глиняный кирпич — железняк, имеющий оплавленные поверхности.

Для кладки стен возможно использование шлакобетонных блоков. Они имеют сравнительно небольшой коэффициент теплопроводности и обеспечивают теплозащиту, аналогичную кирпичной кладке толщиной 45 см, только при толщине в 2 раза меньшей, т.е. 20 см. Шлакобетонные блоки используют для кладки несущих, внутренних, наружных стен и перегородок.

Гравий представляет собой мелкие камни небольшого размера. В природе встречают различные виды гравия — малоокатанный, щебневидный, лещевидный, игловатый и др. Различают мелкий гравий, имеющий размеры фракций 5—20 мм, средний — от 20 до 40 мм и крупный — от 40 до 80 мм. Применяют гравий в качестве заполнителя в различных бетонах, а также как материал для подсыпки.

Щебень является камнем таких же размеров, что и гравий. В отличие от последнего его получают в результате дробления различных горных пород, кирпича, доменных шлаков. Используют как заполнитель в бетонах.

Песок применяют в различных растворах (цементно-песчаных, известковых, гипсовых и т.д.) и бетонах (кроме беспесчаного) в качестве заполнителя. Его применяют в чистом, промытом виде, поскольку в большинстве случаев он бывает загрязнен: овражный и горный песок — примесями глины, озерный и речной — илом.

Обычный природный кварцевый песок является тяжелым материалом. Кроме него существует и легкий песок, получаемый искусственно — путем дробления пемзы, шлака и др.

4.2. ДРЕВЕСНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

При строительстве и реконструкции жилых домов применяют бревна, различные виды пиломатериалов, пред-

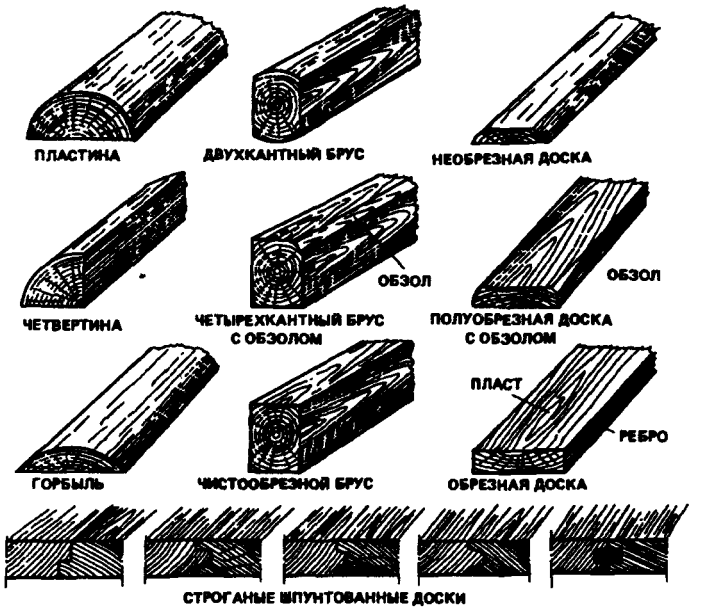


Рис. 4.2. Пиломатериалы, используемые в строительстве

назначенных для несущих конструкций стен и крыш, перекрытий, а также для отделки внутренних помещений.

Древесина должна быть хорошо высушена. В противном случае увлажненная или свежесрубленная древесина усыхает, коробится, трескается, портя тем самым внешний вид и качество деревянных конструкций.

Бревна в строительстве домов используются длиной 4—9 м, толщиной в отрубе 10—26 см. Их используют для венцов, стропил, балок перекрытий и др.

К пиломатериалам относят пластины, брусья, обрезные и необрезные доски, горбыль, строганые и нестроганые, шпунтованные доски (рис. 4.2).

Фанера представляет листовой материал, склеенный из трех или более листов лущеного шпона. Слои шпона, образующие поверхности фанеры, называют "рубашками", а расположенные внутри листа — "серединками". Фанеру склеивают из шпона таким образом, чтобы волокна двух соседних листов были перпендикулярны друг другу. При

нечетном количестве слоев шпона коробление фанерного листа уменьшается.

Фанеру применяют для обшивки наружных и внутренних стен, несущих и ограждающих конструкций, для внутренних перегородок, кровельных работ и обшивки потолков. По числу слоев шпона различают трехслойную, пятислойную и многослойную фанеру толщиной 1,5—1,8 мм. Фанеру выпускают размером листа 2400х1525 мм.

Клееную фанеру изготовляют путем склеивания тонких шпонов древесины. Для ее производства используют березу, бук, осину, ясень, ольху, дуб, сосну, ель, кедр, пихту. В зависимости от типа клея, применяемого для склеивания шпонов, различают фанеру повышенной, средней и ограниченной водостойкости. Клееную фанеру выпускают листами длиной и шириной 72,5—123 см, толщиной 1,5—12 мм.

Бакелизированную фанеру собирают из целых листов шпона по ширине. Толщина шпона должна быть не более 1,5 м. Бакелизированную фанеру выпускают длиной 0,77—1,58 м, шириной от 0,9 до 1,5 м.

Предохранить древесину от загнивания и возгорания и продлить срок службы в конструкциях можно конструктивными мероприятиями — устройством гидроизоляции путем окраски или обмазки, а также пропиткой антисептиками и выщелачиванием.

4.3. ЗАЩИТА ДРЕВЕСИНЫ ОТ ПОВРЕЖДЕНИЯ НАСЕКОМЫМИ И ГРИБАМИ

Древесина является прекрасным строительным материалом. Обладая большой прочностью, легкостью, хорошим теплозащитным качеством, она в то же время легко подвергается разрушению различными грибами и насекомыми, которые сравнительно быстро превращают превосходный строительный материал в распадающуюся на кусочки труху.

Существует большое количество насекомых и грибов, разрушающих древесину. Строительная древесина, еще сохраняющая свои соки, может быть поражена насекомыми и различными складскими грибами, паразитирующими на свежесрубленной древесине. Деревянные конструкции домов и органические строительные материалы типа древес-

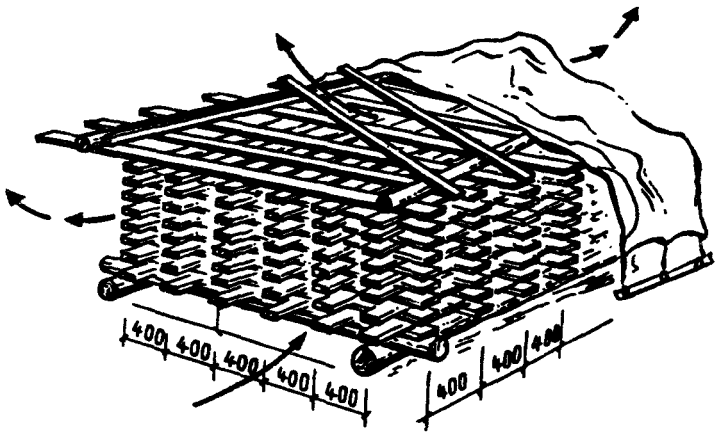


Рис. 4.3. Укладка пиломатериалов в штабель

но-волокнистых и древесно-стружечных плит также разрушаются насекомыми и различными видами домовых грибов.

Размножение грибов всех видов происходит при повышенной влажности, поэтому основным средством борьбы с гниением деревянных конструкций и изделий является использование сухой древесины и предохранение ее от увлажнения в дальнейшем при эксплуатации зданий. Это обеспечивается созданием условий для естественной вентиляции (например, продухов в цоколе дома), обеспечивающей постоянное проветривание, препятствующее скоплению влаги в древесине. Все это следует иметь в виду владельцам домов и дач и тем, кто только собирается приступить к строительству на приусадебном участке.

Чтобы купленные для будущего дома бревна, доски и другие пиломатериалы не были повреждены насекомыми и грибами, необходимо, соблюдать основные правила хранения древесины (рис. 4.3).

Круглые лесоматериалы должны быть уложены в нормальные и разреженные сушильные штабеля на прокладках (не менее 25 см). В нормальные штабеля лесоматериалы в каждом ряду укладывают плотно, без промежутков, а ряд от ряда отделяют прокладки из подтоварника или жердей. В разреженных штабелях применяют утолщенные

прокладки между рядами, в качестве которых чаще всего используют укладываемые лесоматериалы. Круглые лесоматериалы в виде коротья (рудничной стойки, балансов) также укладывают в штабеля-клетки, отличающиеся от обычных штабелей чередованием направления укладки лесоматериалов в смежных рядах.

Нижние ряды штабеля следует антисептировать 7—10%-ным раствором углекислой соды, 10%-ным раствором железного купороса, пентахлорфенолята натрия. Для защиты торцов от растрескивания применяют белую краску или влагозащитную замазку, а также защищают штабеля от прямых солнечных лучей.

Хранить древесину рекомендуется под крышей или навесом, защищающим ее от увлажнения осадками. Помимо этого, находящиеся под укрытием лесоматериалы будут защищены от действия прямых солнечных лучей и ветра. Благодаря этому поверхностные слои древесины будут высыхать медленнее и, следовательно, меньше растрескиваться.

Крыши над штабелями круглых лесоматериалов можно устраивать из горбылей, досок, щитов, низкосортного круглого леса и самих укладываемых лесоматериалов. Крыши должны быть достаточно плотными, чтобы ие пропускать воду, и иметь уклоны для ее стока. Свесы и уклоны крыш и их плотность должны исключать возможность увлажнения пилопродукции. В некоторых случаях применяют также боковую защиту штабелей под крышами, используя для этого приставные щиты.

Хранящуюся древесину рекомендуется антисептировать. Для этих целей наиболее пригодны водные растворы антисептиков ГР-48, ПБТ, пентахлорфенолята натрия в виде 1—3%-ных растворов. Кроме этого, в качестве инсектицидов можно использовать 4%-ный раствор технического гексохлорана (ГХЦГ) в дизельном топливе или 2—4%-ную эмульсию 16%-го гамма-изомера ГХЦГ, а также растворимые в керосине или в дизельном топливе пентахлорфенол или нафтанат меди в концентрации 3—5%.

Хорошо защищает древесину от загнивания покрытие торцов круглых лесоматериалов лиственных пород влагозащитной пленкой, которая препятствует прониканию в толщу грибной инфекции. Покрыть торцы можно битумом

и различными на его основе пастами, лаками, парафином, солидолом, латексами, смоляными смесями и синтетическими смолами — перхлорвиниловой, карбофен-П, а также бекелитовым лаком. Их наносят на чистые свежие торцы через 3—5 дней после раскряжевки или после отпиливания торцов. Покрытые битумами, пастами и пекосмоляными смесями торцы должны быть затенены во избежание расплавления и стекания пленки при ее нагревании солнечными лучами.

Влагозащитные торцовые покрытия пригодны для защиты лесоматериалов всех пород. Эта мера позволяет исключить или заметно снизить растрескивание древесины при сушке. Особенно целесообразно применение покрытий для защиты торцов лесоматериалов крупных сечений из древесины сильно растрескивающихся лиственных пород (дуба, бука, березы и др.). Для лесоматериалов из древесины хвойных пород (кроме лиственницы) торцовые покрытия не применяют.

Для лучшего хранения круглых лесоматериалов с них целесообразно удалить кору. При этом на поверхности возникнут благоприятные для просыхания условия, препятствующие деятельности дереворазрушающих насекомых.

Для защиты древесины в конструкциях дома, помимо рассмотренных мероприятий по гидроизоляции, проветриванию и т.п., регулярного осматривания, проводят антисептирование деревянных конструкций.

Если поражение насекомыми находится в начальной стадии и имеются только отдельные летные отверстия, древесина почти что не разрушена, достаточно промазать кистью пораженные участки и находящиеся рядом с ними не пораженные края древесины, отступив от места заражения на 0,5—0,7 м. Для антисептирования можно использовать 10%-ный раствор пентахлорфенолята натрия (ЦХФН) в ацетоне, 1—2%-ный раствор гамма-мзомера гексохлорана (ГХЦГ) в ацетоне, 16%-ную минерально-масляную эмульсию гамма-изомера гексохлорана (ГХЦГ) в концентрации 2—6% по препарату. Эффективным является импортное средство ксиламон — жидкое вещество со слабым запахом, который быстро исчезает, и ксиладекор — U-473, применяемый для защиты виутренних помещений и наружных частей здания (оба препарата производства ФРГ).

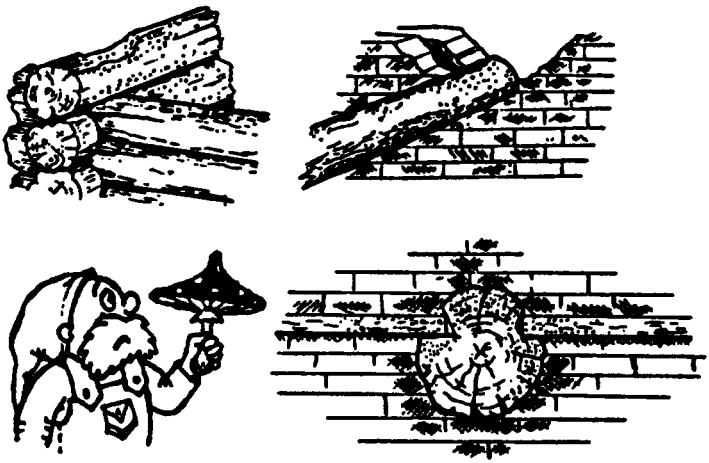


Рис. 4.4. Элементы конструкций домов, подверженные разрушению насекомыми и грибами в первую очередь

При поражениях легкосменяемых элементов (обшивок, стен, плинтусов, наличников и т.п.), при сильных гнездовых поражениях зараженные участки лучше выпиливать и заменять новыми.

Новые части деревянных конструкций, места стыков и элементы дома, подвергающиеся постоянному увлажнению (рис. 4.4), необходимо антисептировать. Конструкции, находящиеся в воздухе, антисептируют растворимыми в воде веществами, а для конструкций, подвергающихся действию воды, применяют масляные нерастворимые в воде антисептики.

Для антисептирования можно использовать вещества, рассмотренные ниже.

Фтористый натрий — малорастворимый в воде антисептик. Представляет собой порошок белого цвета, не имеющий запаха, не изменяющий цвет древесины. Применяют фтористый натрий в виде 3%-ного раствора для пропитки и обмазки древесины при температуре 15°С. Фторид натрия нельзя использовать в смеси с мелом, известью и гипсом, так как в результате реакции он превращается в нетоксичный для грибов и насекомых фторид кальция.

Кремнефтористый натрий представляет собой порошок белого и серого цвета, плохо растворимый в воде. Обладает токсичностью по отношению к дереворастущим грибам и насекомым, близкой к фтористому натрию. Применяют кремнефтористый натрий совместно с фтористым в соотношении 1:3 в виде горячей смеси, а также в виде компонента в силикатных пастах.

Препараты ХХЦ и МХ ХЦ являются соответственно смесью хлорида цинка с натриевым или калиевым хромпиком и хлорида цинка с хромпиком и медным купоросом. Они плохо вымываются водой, окрашивают древесину в желто-зеленый цвет, а при больших концентрациях снижают ее прочность. Кроме того, они вызывают коррозию черных металлов.

Динитрофенолят натрия — высокотоксичный антисептик, не летуч, не гигроскопичен, не разрушает металлы. В виде сухого порошка взрывоопасен. Используют в виде водного раствора для поверхностной обработки древесины, находящейся на расстоянии от нагреваемых поверхностей.

Наиболее распространенные антисептики для обработки частей древесины, не подвергающихся частому увлажнению, приведены в табл. 4.1.

Разработаны готовые водорастворимые антисептические составы для защиты деревянных конструкций от поражения грибами, плесенью, жуками. Кроме антисептических эти составы придают древесине и огнезащитные качества. К ним относятся препараты дифант, эрлит, ВАНН-1 и ВАНН-2.

Дифант предназначен для защиты древесины от гниения и огня в закрытых и открытых конструкциях, не соприкасающихся с почвой, чердачных покрытий, дачных и садовых домиков. Он быстро впитывается, не ухудшает механические свойства древесины, не разрушает металлы, окрашивают древесину в серо-зелый цвет. Препарат не опасен для человека и окружающей среды. Он применяется в виде 5—6%-ного раствора, который наносится кистью или с помощью краскопульта за 2—3 раза, причем последующий слой можно наносить, не дожидаясь высыхания предыдущего. Из 1 кг сухого дифанта получают 15—18 литров раствора для защиты от биоповреждений. В процессе высыхания компоненты дифанта фиксируются в

Таблица 4.1. **Антисептики для пропитки древесины, не подвергающейся частому увлажнению**

Препарат	Состав		Характеристика
	Компоненты	Содержание, %, по массе	
Фтористый натрий	Фторид натрия	3,5	Высокотоксичный, хорошо проникает в древесину, не имеет цвета и запаха, растворим в воде, легко вымывается, оказывает корродирующее действие на черные металлы
	Вода	96,5	
Кремнефтористый натрий	Кремнефторид натрия	2,2	Возможно применение в комбинации с жидким стеклом
	Кальцинированная сода	2,9	
	Вода	94,9	
Кремнефтористый аммоний	Кремнефторид аммония	5–10	Не понижает прочность древесины, оказывает слабое корродирующее действие на металл, выщелачивается водой
	Вода	90–95	
Хлористый цинк	Хлорид цинка,	5	Придает древесине слабую окраску, обеспечивает био- и огнезащиту, повышает гигроскопичность и электрическую проводимость древесины
	Дихромат калия (аммония, натрия)	10–20	
	Вода	75–85	
ББ-32	Бура (тетроборат натрия)	2,5	Хорошо проникает в древесину, не имеет цвета и запаха, легко вымывается водой, обеспечивает био- и огнезащиту
	Борная кислота	2,5	
	Вода	95	

структуре древесины и становятся труднорастворимыми через 15—18 дней, поэтому в течение первых двух недель после обработки желательно защитить обработанную древесину от атмосферных осадков.

Эрлит может применяться для био- и огнезащиты чердачных перекрытий, стен, деревянных элементов теплиц, парников, подвалов, столбиков заборов. Препарат быстро впитывается, не ухудшает механических свойств древесины, не разрушает черные металлы, окрашивает древесину в коричнево-желтый или серо-зеленоватый цвет. Его используют в виде 3—6%-ных водных растворов. В процессе высыхания компоненты эрлита фиксируются в древесине и становятся труднорастворимыми в воде. Для

защиты от грибов требуется 4—8 кг эрлита на 1 $м^3$ древесины, от точильщиков и термитов — 8—12 $кг/м^3$.

Препараты серии ВАНН являются огне-, биозащитными ВАНН-2 и огнезащитными ВАНН-1 средствами. Они выпускаются в виде сухих солей или концентрированных растворов. Из 1,5 кг сухого препарата ВАНН получают ведро (10 л) раствора. При расходе 300—350 г на 1 $м^2$ поверхности достигается био- и огнезащита[1].

На основе водорастворимых антисептиков разработаны специальные составы, позволяющие защитить древесину, подвергающуюся воздействию воды, от гниения и поражения различными насекомыми. Эти препараты приведены в табл.4.2.

Масляные антисептики получают из каменноугольного дегтя, они имеют сильный запах, обусловленный наличием фенола. Ими обрабатывают сухую древесину, после чего она приобретает темный цвет и резкий запах и не поддается окраске. Не используют для антисептирования конструкций, находящихся внутри помещения. Чаще всего масляные антисептики употребляют для пропитки элементов фундаментов, деревянных подкладок под лаги и под концы балок, древесины и т.п.

Креозотовое масло — один из лучших антисептиков, не разрушающий древесину и металл и слабо вымывающийся водой. Это жидкость черного или коричневого цвета, обладающая малой горючестью и небольшой проницаемостью в древесину (на 1—2 мм), образующая на ее поверхности плотный слой, препятствующий высыханию. Окрашивает ее в темный цвет, наносится на древесину подогретым до 50—60°С.

Антраценовое масло представляет собой жидкость желто-зеленого цвета, обладающую резким запахом и медленно улетучивающуюся. Оно сильно токсично и не разрушает дерево и металл. Сланцевое масло используют аналогично антраценовому.

Антисептические пасты представляют собой смесь, состоящую из трех компонентов: водорастворимого антисептика, вещества, обеспечивающего прилипание пасты к древесине, и торфяного порошка. Их применяют для антисептирования конструкций, находящихся в условиях

---

[1]Препарат ВАНН-1 обладает слабым биозащитным действием.

Таблица 4.2. Препараты для пропитки древесины, подвергающейся воздействию воды

Препарат	Состав		Характеристика
	Компоненты	Содержание, часть по массе	
ХМФ	Дихромат натрия или аммония	50	Трудно вымывается, незначительно меняет цвет древесины, оказывает корродирующее действие на металл
	Сульфат меди	30	
	Фторид натрия	20	
ХМ-11	Дихромат натрия (аммония, калия)	10	Хорошо проникает в древесину, не вымывается из нее
	Сульфат меди	10	
	Вода	80	
	Аммиак водный 30%-ный	До получения темно-синего раствора	
ХМББ	Дихромат натрия	10	Хорошо проникает в древесину, не вымывается из нее, окрашивает древесину
	Сульфат меди	10	
	Бура	5	
	Борная кислота	5	
	Вода	70	
	Аммиак водный 30%-ный	До получения темно-синего цвета	

повышенной влажности и в грунте. После покрытия пастой конструкций, находящихся на грунте или соприкасающихся с землей, по их поверхности необходимо устроить слой гидроизоляции из рубероида или другого материала.

Силикатная паста — неводостойкое и несгораемое вещество. Она состоит из кремнестойкого натрия — 15—20%, растворимого стекла — 65—80%, воды — до 20% и добавки креозотового масла (1—2%). Применяют ее для покрытия древесины, защищенной от действия воды.

Экстрактовая паста также является несгораемой и неводостойкой. В ее состав входят фтористый натрий — 25—40%, экстракт сульфитных щелоков — 26—28%, вода — 30—40%, торфяной порошок. После нанесения пасты необходимо конструкцию покрыть слоем гидроизоляции.

Для защиты от насекомых и грибов можно использовать препарат ГР-48, состоящий из пентахлорфенолята натрия (36,5%), этила меркурфосфата (0,2%), натрия едкого (0,5%), масла трансформаторного (2%), кальцинированной соды (60,8%). Его используют для опрыскивания в 1—2%-ном растворе.

Хорошо защищает, в основном от грибов, пентахлорфенолят натрия (ПХФН) и паста ФН-П. Она состоит из фтористого натрия (37%), каолина (8,4%), каменноугольного лака (3%) и воды (35,3%).

Предотвратить поражение древесины насекомыми и грибами можно с помощью 3%-ного раствора препарата ББК-3, состоящего из технической буры (61%) и борной кислоты (39%) и препаратов ПБТ и П-2Т. В состав препарата ПБТ входит пентахлорфенолят натрия (40%), бура десятиводная (35%), тиомочевина техническая (10%), кальцинированная сода (13%) и трансформаторное масло (2%), а препарата П/2Т — пентахлорфенолят натрия (40%), тиомочевина (10%), трифенилфосфат (1,5%), веретенное масло (2%), сода кальцинированная (46,5%). Растворами препаратов ПБТ и П-2Т (2—3%-ными) можно опрыскивать, а также погружать в них древесину.

Хорошими антисептическими влагозащитными покрытиями, защищающими древесину от растрескивания и грибов являются карбофен-16 и ПФК-У-12. Карбофен-16 состоит из мочевиноформальдегидной (59%) и фенолформальдегидной (20%) смолы, фенола или пентахлорфенолята натрия (10%) и воды; ПФК-У-12 — из перхлорвиниловой смолы (14%), сосновой канифоли или канифольного масла (16%), аценота (70%).

Антисептическими свойствами обладают медные соли органических кислот. Наиболее широкое применение нашли нафтенат меди, используемый в виде 5—6%-ного раствора в керосине, и медные соли талловых кислот, применяемые в виде 5—6%-ного раствора в скипидаре. Соединения негорючи, не разрушают металлы, устойчивы против выщелачивания, окрашивают древесину в зеленый цвет.

Биозащитный препарат Лонг выпускается в виде 10—15%-ного раствора кремнийорганических, биоцидных и антипиренных полимеров и олигомеров. Он негорюч, не меняет цвет и фактуру древесины, не вымывается водой, легко проникает вглубь деревянных конструкций, обладает огнезащитными свойствами. Хороший эффект наблюдается при расходе 300—400 г на 1 $м^2$ поверхности древесины.

В качестве профилактического средства можно рекомендовать смесь из 100 частей скипидара (по массе), 5 частей воска, 5 частей парафина и 3 частей карболки.

Для защиты ответственных частей деревянных конструкций проводят их обмазку полужидкими пастами, состоящими из антисептика, клеящего вещества и воды. Такую пасту можно приготовить из смеси фтористого натрия (40%), экстракта сульфитных щелоков (26%), торфяной муки (4%), воды (30%). Для этого в горячей воде надо растворить экстракт сульфитных щелоков, засыпать при непрерывном помешивании фтористый натрий и торфяную муку.

Битумные пасты используют для обмазки поверхностей, соприкасающихся с землей и находящихся в условиях постоянного увлажнения. Они имеют резкий запах, водоустойчивы и огнеопасны во время приготовления. Их можно изготовить, например, из смеси битума (125 г), фтористого натрия (125 г), зеленого масла (125 г) и торфяной муки (28 г). Для ее приготовления сначала надо разогреть нефтебитум, затем, потушив топку, зеленое масло. После этого при непрерывном помешивании засыпают торфяную муку и фтористый натрий.

Для предохранения от загнивания используют глинобитумные пасты, состоящие, например, из фтористого натрия (125 г), нефтебитума (50 г), жирной глины (135 г) и воды (70 $см^3$). В горячую смесь глины с водой тонкой струей вливают при постоянном помешивании горячий битум. Затем в эту смесь постепенно добавляют смоченный в воде фтористый натрий. Готовой полужидкой пастой покрывают древесину.

При небольшом количестве летних отверстий в них можно инъецировать один из указанных выше препаратов с помощью пипетки, масленки и т.п. Летные отверстия также можно замазать антисептирующими пастами или сте-

кольной замазкой, в которую надо добавить 5% скипидара и 5% керосина. Эффективным средством для замазки этих отверстий является специальная паста, состоящая из 15 частей (по массе) канифоли, 5 — мелких деревянных опилок, 30 — денатурированного спирта, 3 — креолина, 25 — глины, 25 — мела.

Антисептическими свойствами обладает морилка "Пинотекс". Она используется для защиты древесины от гниения, поражения плесенью, насекомыми и от атмосферных воздействий. Может применяться для покрытия наружных и внутренних поверхностей: дверей, окон, козырьков и навесов, различных столярных изделий, заборов. "Пинотекс" придает поверхности древесины водозащитные и водоотталкивающие качества, при этом сохраняет фактуру и рисунок дерева. Выпускается 12-ти цветов — от бесцветного до темно-коричневого. Наносится на сухую, очищенную от пыли и грязи поверхностью кистью или с помощью краскопульта за 1—2 раза. Не рекомендуется покрывать наружные поверхности бесцветным составом. После нанесения препарата на внутренние поверхности необходимо проветривать помещение в течение трех суток. Нельзя использовать для внутренних конструкций теплиц и наносить на поверхность, покрытую оксолью. Выпускается в банках вместимостью 1—3 литра.

Для защиты древесины от поражения грибами и насекомыми используют и простые химические вещества. В частности, инсектицидными свойствами обладает скипидар. Его можно использовать в смеси с керосином в пропорции 1:1. Низкую эффективность имеет препарат дезинсекталь, поэтому его лучше использовать для дезинфекции еще не зараженной древесины.

Для защиты древесины от загнивания можно использовать 10%-ный раствор медкого и железного купороса. Для его приготовления берут по 0,5 кг каждого препарата, растворяют в 10 л воды и обрабатывают древесину.

Можно использовать эти антисептики раздельно в виде 10%-го раствора медного купороса (1 кг на 10 л воды) или 15%-ного раствора железного купороса (1,5 кг на 10 л воды). Однако применяемые раздельно эти антисептики действуют слабее. Растворы наносят с помощью кисти, валика или пульверизатора. Обработку проводят в летнее время за два раза с интервалом около месяца.

Одним из средств защиты древесины от поражения грибами является отработанное машинное масло. Оно не имеет столь сильного запаха, как креозот, который после обработки сравнительно скоро улетучивается. Отработанное машинное масло наносят два-три раза с интервалом в неделю. Также можно использовать легкие масла — солярное и дизельное топливо, в которых растворяют технический гексахлоран (ГХЦГ). На 1 часть гексахлорана берут 99 частей одного из вышеуказанных масел, керосина или скипидара.

Антисептики рекомендуется сначала впрыскивать в летные отверстия, затем наносить кистью. Делать это следует в два приема с небольшим перерывом в 1—2 ч. Древесину лучше всего обрабатывать весной или в начале лета, затем обработку повторить через две-три недели.

4.4. СТРОИТЕЛЬНЫЕ СТЕКЛА

Стекло представляет собой прозрачный материал, изготовляемые из кварцевого песка, известняка, соды, сульфата натрия в стекловаренных печах при температуре до 1500°С.

Стеклоделие было развито еще в Древнем Египте и Месопотамии за несколько тысяч лет до нашей эры. Позже техника получения стекла проникла в Италию и распространилась по всей огромнейшей Римской империи. Своими изделиями из стекла особенно прославилась Венеция, куда в XII в. были переселены стеклоделы из Константинополя.

Производство стекла в России началось в XVII в. при царе Михаиле Федоровиче. На первых порах оно не получило большого развития и к концу века пришло в упадок. Перемены, происшедшие во времена Петра I, коснулись и стекольного производства. Его заботами оно вновь начинает в начале столетия развиваться и постоянно увеличивается в объеме настолько, что в XIX в. привоз заграничного листового стекла ограничивался только стеклами большого размера и высшего качества и составлял около 10% производимого в России.

Незначительное количество стекла Россия поставляла в Германию и Азию.

В настоящее время существует множество разновидностей стекла и изделий из него, используемых при строительстве домов. *Оконное листовое стекло* является

наиболее распространенным. Оно используется для остекления оконных и дверных проемов, отделки зданий внутри и снаружи. Стекло выпускается листами длиной 0,25—2,2 м, шириной 0,25—4,6 м, толщиной 2—6 мм. Обычное оконное стекло пропускает около 85—90% света.

Витринное стекло изготовляют, как правило, полированным, размером по длине до 6 м, ширине до 3,5 м и толщиной 6—10 мм.

Орнаментное стекло представляет собой лист оконного стекла, имеющий одну гладкую поверхность, а другую — узорчатую.

Армированное стекло выпускают с запрессованной в стекло металлической сеткой из хромированной или никелированной проволоки. При разрушении стекла осколки удерживаются арматурной сеткой. Оно выпускается золотисто-желтого, зеленого, голубого и лилово-розового цветов. Устанавливается в дверные полотна, используется для ограждений лестниц, балконов, лоджий, перегородок. Выпускается размером по длине до 1,5 м, ширине 0,8 м, толщиной 6 мм.

Светорассеивающие стекла выпускаются матовыми и узорчатыми. Их используют для остекления окон, дверей и перегородок, когда необходимо обеспечить освещение помещения внутри здания без сквозной видимости.

Увиолевое стекло значительно лучше по сравнению с оконным пропускает ультрафиолетовые лучи, Его используют для остекления окон в северных районах, детских и лечебных учреждениях.

Закаленное стекло во много раз прочнее обыкновенного, поэтому его используют для остекления витрин, дверей, перегородок. Транспорт является основным потребителем закаленных стекол.

Листы закаленного стекла, покрытые с тыльной стороны цветными керамическими красками, называются стемалитом. Из стемалита изготовляют стеклянные двери, перегородки, многослойные панели.

Солнце- и теплозащитное стекло предназначается для остекления зданий. Оно выпускается окрашенным в массе и с различными покрытиями. В зависимости от состава это стекло может пропускать лучи различной длины, т.е. обладать свойствами селективного пропускателя и быть теплоотражающим или теплопоглощающим.

Пустотелые стеклянные блоки получают свариванием отпрессованных из стекломассы половинок. Стеклоблоки с нанесенным на его лицевую сторону рисунком обладают рассеивающим эффектом. Их изготовляют бесцветными или окрашенными в различные цвета. Стеклоблоки выпускают размером до 294х294 мм, толщиной до 98 мм со средним коэффициентом теплопроводности 0,46 Вт/(м°С).

Стеклопакеты представляют собой прозрачные изделия, состоящие из двух или нескольких листов стекла, соединенных по периметру таким образом, что между ними образуется замкнутое пространство, заполненное сухим воздухом или газом. Благодаря герметичности стеклопакетов они изнутри не запотевают, не замерзают и не покрываются пылью. Используются для остекления оконных проемов.

4.5. ВЯЖУЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

Вяжущие материалы при затворении водой образуют пластичное тесто, которое постепенно твердеет, превращаясь в искусственный камень. Те вяжущие, которые твердеют только на воздухе, называются воздушными. Вяжущие, начинающие твердеть на воздухе и продолжающие твердеть и набирать прочность в воде, называются гидравлическими. Вяжущие используют для приготовления растворов и бетонов.

Известь является древнейшим вяжущим веществом, которое применяли за несколько тысяч лет до н.э. По берегам Дуная найдены остатки поселений, возведенных около 7 тыс. лет тому назад из смеси песка, гравия и извести. Древние египтяне, греки, римляне 2 тыс. лет назад широко использовали в своих сооружениях материалы на основе извести.

Известь и раньше и теперь получают путем обжига при температуре 900—1200°С кальциево-магниевых карбонатных пород — известняка, мела, доломитового известняка, доломита с низким содержанием глины (менее 6%). Под действием высокой температуры известняковые породы разлагаются, причем из 100 частей известняка получается 56 частей извести и 44 части углекислого газа, который удаляется. В результате получается негашеная известь в виде пористых кусков. Такая комовая известь активно взаимодействует с водой с выделением большого количества

теплоты. Для полного гашения 100 частей воздушной извести требуется только 32 части воды. Однако из-за интенсивных тепловыделений требуется воды в два-три раза больше, так как при гашении часть воды превращается в пар. Поэтому воздушную известь часто называют известь-кипелка. Молодую известь-кипелку следует хранить в сухих помещениях и сараях. Желательно, чтобы при этом полы находились на высоте полуметра над землей. Из-за больших тепловыделений, способных вызвать возгорание древесины, при попадании на нее небольшого количества воды, негашеная известь может быть пожароопасной.

В зависимости от количества воды, добавляемой к негашеной комовой извести, получают известковое тесто или известь (пушонку) в виде порошка.

Для получения пушонки на 1 $м^3$ извести берут 600—700 л воды. При гашении 1 $м^3$ извести большим количеством воды получают известковое тесто.

Гашение извести в пушонку проводят на земле, покрытой деревянными щитами. По ним рассыпают кипелку слоем 10—15 см и поливают водой из лейки.

Гашение извести в тесто проводят в гасильном ящике размером 2х1(1,5)х0,4(0,5) м с закрывающимся отверстием, обращенным в творильную яму глубиной 1,5—2 м.

Гашеная известь бывает быстрогасящейся (с началом гашения не более 8 мин), среднегасящейся (не более 25 мин) и медленногасящейся (свыше 25 мин).

Существенные недостатки чистой извести — ее неспособность твердеть в присутствии влаги и низкая водостойкость. Это не позволяло широко использовать известь древним римлянам, которым для строительства дамб и акведуков нужны были водостойкие вяжущие. Однако ими было замечено, что водостойкость известковых растворов значительно повышается, если в них добавить пепел или туф, образовавшиеся при извержении вулкана. Большие залежи этих вулканических пород, используемых в виде гидравлических добавок, были найдены около итальянского городка Пуццоли и в честь него получили название пуццоланов. В местах, где не было естественных пуццолановых пород, стали использовать измельченный в порошок бой кирпича, глиняной посуды или просто обожженную глину.

Так было положено начало производства гидравлических вяжущих, способных твердеть и сохранять прочность не только на воздухе, но и в воде.

В настоящее время из гидравлических вяжущих самое широкое распространение получил *портландцемент*, который в обиходе называют просто цементом. Материал, изобретенный около 170 лет тому назад одновременно английским каменщиком Джозефом Аспидиным и русским военным техником Егором Челиевым, позволил из смеси битого камня, песка, цемента и воды получить прочный водостойкий бетон.

Цемент является одним из лучших вяжущих веществ, способных твердеть на воздухе и в воде. Его получают путем обжига при высоких температурах и помола цементного клинкера. Цементный клинкер представляет собой спекшуюся в виде зерен диаметром до 4 см смесь известняка и глины. При смешивании цемента с водой получается пластичное клейкое цементное тесто, которое постепенно твердеет и переходит в твердое камневидное состояние. Схватывание цементного теста происходит значительно медленнее по сравнению с гипсом, не ранее чем через 45 мин и не позднее 12 ч после затворения водой. Твердеет цемент медленно и набирает марочную прочность в течение 28 сут.

Марка цемента указывает на его прочность и соответствует той нагрузке на сжатие, приходящейся на 1 $см^2$, которую может выдержать брусок из цементно-песчаного раствора состава 1:3, твердеющий в течение 28 сут.

Прочность цемент набирает в течение 28 сут неравномерно. На третий день она достигает приблизительно 40—50% марки цемента, на седьмой — 60—70%, а к 28 дню прочность достигает заданной. Однако при определенных условиях прочность цементного камня со временем может возрастать и через месяцы или даже годы в два-три раза превзойти 28-суточную. Для получения удобоукладываемой смеси в нее приходится вводить воды в два-три раза больше, чем этого требуется для реакции твердения. Известно, что количество воды, взятой для приготовления теста, оказывает влияние на прочность образовавшегося цементного камня, поскольку оставшаяся в свободном состоянии вода постепенно высыхает и образует в затвердевшем камне множество пор. Поэтому для обеспечения прочности и мо-

розостойкости бетонов необходимо брать минимальное количество воды.

Продолжительное хранение отрицательно сказывается на качестве цемента и ведет к потере его активности. Так, хранение в самых благоприятных условиях — сухом, проветриваемом помещении — в течение трех месяцев приводит к потере его активности на 10%, а в течение года — на 35—40%. Это вызвано тем, что влага, всегда находящаяся в воздухе, при соприкосновении с мельчайшими частицами цемента раньше времени вызывает его гидратацию.

Особое внимание следует обратить на морозостойкость цементного камня и бетона. Наличие пор и совместное попеременное воздействие воды и мороза влечет за собой разрушение бетонных конструкций. Поэтому для повышения морозостойкости следует применять смеси, затворенные наименьшим количеством воды, с минимальным количеством активных минеральных добавок (трепела, доменных шлаков) и тщательно уплотнять смесь при укладке. Увеличить морозостойкость бетона можно поверхностно-активными добавками — мылонафтом и сульфитно-дрожжевой бражкой (СДБ)*. Наиболее опасным является замерзание цементного камня в начальный период твердения. Еще не набравший достаточной прочности материал не может активно сопротивляться давлению льда на стенки пор и поэтому легко разрушается.

Бетон является искусственным камнем, который образуется в результате твердения смеси, состоящей из вяжущего вещества (чаще всего портландцемента), воды и заполнителей (песка, щебня, гравия). Не затвердевшая смесь из этих компонентов называется бетонной смесью.

В образовавшемся бетоне песок, щебень или гравий выполняют роль каменного остова, а цемент, затворенный водой, их обволакивает и заполняет между ними промежутки, а при твердении связывает зерна песка, щебня и других материалов, превращая полученную смесь в твердый прочный искусственный камень — бетон.

Для повышения прочности бетонных изделий в них устанавливают стальные стержни, сетки или другую арма-

---

*В настоящее время называется лигносульфонат технический (ЛСТ).

туру. Полученные конструкции из бетона с арматурой называются железобетонными.

Существуют различные виды бетонов. В жилищном строительстве распространение получил тяжелый бетон, применяемый для изготовления фундаментов, колонн, балок, различных несущих конструкций и элементов. Он изготовляется на основе портландцемента или шлакопортландцемента, песка и плотных заполнителей — гравия или щебня горных пород, реже — шлакового или кирпичного щебня. Кроме того, широкое применение нашли и легкие бетоны, которые рассмотрены в гл. 4.6.

Строительный гипс представляет собой вяжущее вещество, твердеющее только на воздухе (воздушное вяжущее). Его получают из гипсового камня в результате дробления, помола и тепловой обработки при температуре 150—160°С.

Природный гипсовый камень — это двуводный сернокислый кальций, который при обжиге теряет полторы молекулы воды, превращаясь в полуводный гипс — порошок белого цвета, широко использующийся в строительстве. Как и все вяжущие, при смешивании с водой он образует пластичное тесно, которое твердеет и приобретает прочность, превращаясь опять в свое первоначальное состояние — двуводный гипс.

Для того чтобы прошла реакция твердения и полуводный гипс превратился в двуводный, необходимо 18,6% воды от массы гипсового вяжущего. Однако из-за большой водопотребности гипса для получения удобоукладываемого пластичного раствора необходимо брать 60—80% воды. Избыточная вода при твердении и высыхании испаряется, оставляя большое количество пор. В результате образуется пористый материал, пустотность которого достигает 60%. Наличие большого количества пор понижает прочность материала. Кроме того, поры, сообщаясь с окружающим воздухом, хорошо впитывают влагу. Попавшая внутрь влага растворяет двуводный гипс, уменьшая тем самым его прочность. Поэтому в присутствии воды гипсовые изделия резко снижают свою прочность. В связи с этим его не применяют для наружной отделки, а используют внутри сухих помещений при штукатурных и лепных работах.

Повысить водостойкость гипса можно введением молотого доменного гранулированного шлака, извести, цемента

или гидрофобной добавки (олеиновая кислота), а также пропитыванием гидрофобными добавками.

При твердении гипса происходит (в отличие от других строительных растворов) не уменьшение, а увеличение его объема примерно на 1%, что позволяет применять его для изготовления архитектурных деталей способом литья, а также для плотной заделки щелей и зазоров. Кроме того, при твердении гипса не образуются трещины.

Гипс является быстросхватывающимся и быстротвердеющим веществом. При повышении температуры (не выше 65°С) твердение гипса ускоряется.

В настоящее время выпускаются быстротвердеющие, нормальнотвердеющие и медленнотвердеющие гипсовые вяжущие: быстротвердеющие имеют начало схватывания не ранее 2 мин, конец не более 15 мин; нормальнотвердеющие — начало схватывания не ранее 6 мин, конец не позднее 30 мин; медленнотвердеющие — начало схватывания не ранее 30 мин.

Быстрое схватывание гипса часто затрудняет его применение. В связи с этим рекомендуется гипсовые растворы готовить маленькими порциями (если это возможно) или в воду для затворения вводить замедлители схватывания. В качестве замедлителей применяют животный клей (кератиновый или известково-кератиновый), а также сульфитно-дрожжевую бражку в количестве 0,1—0,3% от массы гипса. Замедлитель на частицах гипса образует адсорбционную пленку, затрудняющую его растворение и начало схватывания.

В случае, когда надо ускорить твердение гипса, в него вводят поваренную соль, серную кислоту или двуводный гипс.

Высокопрочный гипс получают термовлажностной обработкой паром высокосортного гипсового камня под давлением выше атмосферного и последующей сушкой при 160—180°С. В результате получается гипс с увеличенными по размерам кристаллами. Благодаря малой площади суммарной поверхности частиц этого гипса не требуется большого количества воды для их обволакивания. А из-за низкой водопотребности при твердении и высыхании высокопрочного гипса образуется меньшее количество пор и полученный материал обладает большими прочностью и водостойкостью. Его прочность в два-три раза выше, чем

у строительного гипса, и он может его заменить. Однако выпуск высокопрочного гипса в небольшом количестве ограничает его применение.

Высокообжиговый гипс, или эстрихгипс, изготовляют обжигом природного гипса или ангидрита при высокой температуре (800—1000°С). Высокообжиговый гипс в отличие от строительного медленно схватывается и твердеет. Изготовленные из него изделия имеют малую теплозвукопроводность, высокую морозостойкость и водостойкость. Его применяют при устройстве полов, для изготовления искусственного мрамора, а также для штукатурки и кладки.

Гипсовые вяжущие используют для производства гипсовых и гипсобетонных изделий, декоративных и отделочных материалов, для приготовления гипсовых и смешанных растворов.

Изделия, полученные из смеси гипса и воды, т.е. из гипсового теста, называют гипсовыми, а из смеси гипса, воды и заполнителей — гипсобетонными. В качестве заполнителей используют песок, пемзу, туф, топливные и металлургические шлаки, керамзитовый гравий.

Гипсовые изделия имеют небольшую плотность, несгораемы, обладают хорошей теплозвукоизоляцией. Однако из-за способности снижать прочность при увлажнении область применения гипсовых изделий резко ограничена помещениями с относительной влажностью не более 60% при исключении систематического увлажнения. Из-за значительной хрупкости гипсовые изделия армируют металлической сеткой, проволокой и стержнями. Необходимо отметить, что в гипсовых изделиях стальная арматура начинает корродировать, поэтому она должна иметь защитное покрытие.

4.6. ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

К теплоизоляционным материалам относятся легкие, обычно пористые материалы, имеющие низкий коэффициент теплопроводности. Например, легкие бетоны на пористых заполнителях имеют плотность 500—1800 кг/м^3 и обладают большим количеством пор. Выполненные из легкого бетона изделия имеют шероховатую поверхность. Их теплоизоляционные свойства зависят от количества и характера пор.

Передача теплоты в легком бетоне происходит через каменный остов материала вследствие теплопроводности и через поры, заполненные воздухом, путем конвекции. Чем меньше размер пор, тем меньшей подвижностью будет обладать в них воздух, передавая минимальное количество теплоты, и тем более высокими теплозащитными показателями будет обладать бетон.

Легкие бетоны получают на основе портландцемента. Если бетон автоклавного твердения, то используют известково-шлаковые, известково-зольные и другие вяжущие. В качестве заполнителей применяют пористые материалы с насыпной плотностью 1000—1200 кг/м^3: гранулированный шлак, шлаковую пемзу, аглопорит, керамзит, вспученный перлит и др.

При использовании в качестве заполнителя керамзита получают керамзитобетон. Если заполнителем является перлит, то получают перлитобетон, если аглопорит — аглопоритобетон и т.д.

Керамзит — один из основных пористых заполнителей, использующихся в строительстве. Это прочный и легкий материал, имеющий плотность 250—800 кг/м^3. Керамзит выпускается в виде песка, гравия и щебня.

Керамзитовый гравий получают в результате обжига легкоплавких вспучивающихся глин при температуре около 1200°С. В результате образуются гранулы размером 5—40 мм. Спекшаяся оболочка на поверхности гранулы придает ей прочность. В изломе гранула керамзита имеет структуру застывшей пены.

Керамзитовый песок имеет зерна до 5 мм, его получают при производстве керамзитового гравия в небольших количествах. Кроме того, его можно получить дроблением зерен гравия диаметром свыше 50 мм.

Шлаковую пемзу — искусственный пористый заполнитель ячеистой структуры — получают из отходов металлургии — расплавленных доменных шлаков. При быстром охлаждении шлаков с помощью воздуха, воды или пара происходит их вспучивание. Образовавшиеся куски шлаковой пемзы дробят и рассеивают на щебень и песок.

Гранулированный шлак представляет собой мелкозернистый пористый материал в виде крупного песка с зернами размером 5—7 мм.

Вспученный перлит — сыпучий теплоизоляционный материал в виде мелких пористых зерен белого цвета, который получают при кратковременном обжиге гранул из вулканических водосодержащих стеклообразных пород. При температуре 950—1200°С из материала энергично испаряется вода, пар вспучивает и увеличивает частицы перлита в 10—20 раз. Вспученный перлит выпускается в виде зерен диаметром 5 мм или песка и применяется для производства легких бетонов, теплоизоляционных изделий и огнезащитных штукатурок. Для производства бетонов плотность вспученного перлита должна составлять 150—430 кг/м^3, для теплоизоляционных засыпок — 50—100 кг/м^3. Коэффициент теплопроводности равен 0,04—0,08 Вт/(м·°С).

Добавка вспученного перлита к минеральным вяжущим позволяет получить изделия, имеющие хорошие теплофизические характеристики.

Плиты из перлитопластобетона получают в результате твердения массы, состоящей из вспученного перлитового песка, смолы и других веществ. Плиты облицовывают фольгой, стеклотканью, самоклеящейся пленкой. Плиты плотностью 100—150 кг/м^3 с коэффициентом теплопроводности 0,075—0,04 Вт/(м·°С) выпускают как самонесущие конструкции.

Вспученный вермикулит — сыпучий теплоизоляционный материал в виде чешуйчатых частиц серебристого цвета, получаемый в результате измельчения и обжига водосодержащих слюд. При быстром нагреве вермикулит расщепляется на отдельные пластинки, частично соединенные друг с другом. В результате его объем увеличивается в 15—20 раз. Насыпная плотность вермикулита составляет 75—200 кг/м^3.

Вспученный вермикулит используется для изготовления теплоизоляционных плит для утепления облегченных стеновых панелей и легких бетонов в качестве теплоизоляционной засыпки.

Топливные шлаки — пористые кусковые материалы, образующиеся в топке в качестве побочного продукта при сжигании антрацита, каменного и бурого угля и другого твердого топлива.

Аглопорит получают в результате спекания гранул из смеси глинистого сырья с углем. Спекание гранул происходит в результате сгорания угля. Одновременно с

выгоранием угля масса вспучивается. Насыпная плотность аглопоритового щебня 300—1000 кг/м^3.

В настоящее время широкое распространение в строительстве получил керамзитобетон, из которого изготовляют однослойные и трехслойные панели.

Ячеистые бетоны относятся к легким бетонам. Их получают путем автоклавного твердения предварительно вспученной смеси вяжущего, воды и кремнезолистого компонента. Они имеют 85% пор от общего объема бетона.

Пенобетоны получают из смеси цементного теста с пеной (взбитой из канифольного мыла и животного клея или другого компонента), имеющей устойчивую структуру. После затвердения ячейки пены образуют бетон ячеистой структуры. Из пенобетона выпускают ряд изделий.

Теплоизоляционные блоки из пенобетона с коэффициентом теплопроводности 0,1—0,2 Вт/(м·°С) отливают размером 0,5х0,5х1 м и больше. После затвердения их разрезают на плиты нужного размера, например 1х0,5х(0,05—0,12) м. Применяют для теплоизоляции железобетонных покрытий и перегородок.

Конструктивно-теплоизоляционный пенобетон с коэффициентом теплопроводности 0,2—0,4 Вт/(м·°С) используют для стеновых ограждений двух-трехслойных конструкций.

Конструктивный пенобетон с коэффициентом теплопроводности 0,4—0,6 Вт/(м·°С) применяют в двухслойных ограждениях зданий.

Газобетон получают из смеси портлаидцемента, кремнеземистого компонента и газообразователя (чаще всего алюминиевой пудры). Нередко в эту смесь добавляют воздушную известь или едкий натрий. Полученную смесь заливают в формы, для улучшения структуры подвергают вибрации и обрабатывают преимущественно в автоклавах. Изделия из газобетона формуют большого размера, а затем разрезают на элементы.

Газосиликат автоклавного твердения получают на основе известково-кремнеземистого вяжущего, с использованием местных материалов — воздушной извести, песка, золы, металлургических шлаков. В настоящее время дома, стены которых выполнены из газосиликата, получили широкое распространение в сельской местности. Газосиликатные дома возводят из блоков размеров

0,2х0,3х0,6 м или 0,3х0,3х0,6 м. Толщину стен обычно принимают 0,3 м. По сравнению с кирпичными трудоемкость возведения газосиликатных стен значительно меньше. Кроме того, при плотности газосиликата 550—600 кг/м^3 он имеет коэффициент теплопроводности 0,15 Вт/(м °С), что в четыре раза ниже коэффициента теплопроводности кирпича.

В качестве теплоизоляционного материала используют *беспесчаный бетон*, в состав которого входят портландцемент марок 300—400, гравий или щебень крупностью фракций 10—20 мм. Песок в бетон не добавляют. Образовавшиеся в бетоне пустоты, заполненные воздухом, позволяют повысить теплозащитные качестве стен. Поверхность стен из беспесчаного бетона оштукатуривается.

Опилкобетон также используют для строительства домов. В его состав входит известково-цементное тесто, которое смешивают со смесью опилок с песком. Получаемый бетон состава — вяжущее: песок: опилки — (1:1,1:3,2) — (1:1,3:3,3) (по объему) является хорошим теплоизоляционным материалом.

Наиболее высокими теплоизоляционными характеристиками обладают теплоизоляционные *пенопласты*, применяемые для утепления стен, покрытий и других элементов жилых зданий. Они представляют собой пористые пластмассы, получаемые при вспенивании и термообработке полимеров. Под действием температуры происходит интенсивное выделение газов, вспучивающих полимер. В результате образуется материал с равномерно распределенными в нем порами. В ячеистых пластмассах поры занимают 90—98% объема материала, в то время как на стенки приходится 2—10%. Поэтому пенопласты очень легки. Кроме того, они не загнивают, достаточно гибки и эластичны. Недостаток теплоизоляционных полимеров — их ограниченная теплостойкость и горючесть.

Пенопласты подразделяются на жесткие и эластичные. В строительстве для изоляции ограждающих конструкций применяют жесткие. Пенопласты легко обрабатываются, им легко можно придать любую форму. Кроме того, их можно склеивать между собой и с другими материалами: алюминием, асбестоцементом; древесиной. Для склеивания применяют дифенольные каучуковые, модифицированные каучуковые и эпоксидные клеи.

Пористые пластмассы вырабатывают на основе полистирольных, поливинилхлоридных, полиуретановых, фенольных и карбамидных смол.

Полистирольный пенопласт (пенополистирол) является наиболее распространенным теплоизоляционным материалом, состоящим из спекшихся между собой сферических частиц вспененного полистирола.

Пенополистирол является твердой пеной с замкнутыми порами. Это жесткий материал, стойкий к действию воды, большинству кислот и щелочей. Существенный недостаток пенополистирола — его горючесть. При температуре 80°С он начинает тлеть, поэтому его рекомендуют устраивать в конструкциях, замкнутых со всех сторон огнестойкими материалами. Он используется в качестве утеплителя в слоистых панелях из железобетона, алюминия, асбестоцемента и пластика. Его выпускают в виде плит плотностью 40—60 кг/м^3 с коэффициентом теплопроводности 0,03—0,04 Вт/(м·°С). Наиболее распространен размер 1,2х1х0,1(0,05) м. Кроме того, из пористых пластмасс на основе полистирола изготовляют плиты плотностью 50—200 кг/м^3 с коэффициентом теплопроводности 0,04—0,05 Вт/(м·°С) длиной 0,5—1 м, шириной 40—70 см, толщиной 2,5—8 см.

Пенополиуретан изготовляют жестким и эластичным. Полиуретановый поропласт выпускают в виде матов из пористого полиуретана с коэффициентом теплопроводности 0,04 Вт/(м·°С) размером 2х1х(0,03—0,06) м, а также твердых и мягких плит плотностью 30—150 кг/м^3 и теплопроводностью 0,022—0,03 Вт/(м·°С). Простота изготовления позволяет получать из этого материала плиты не только в заводских условиях, но и на стройплощадке. При специальных добавках пенополиуретан не поддерживает горения.

Мипора — пористый теплоизоляционный материал белого цвета, изготовляемый на основе мочевиноформальдегидного полимера. Мипору выпускают в виде блоков объемом не менее 0,005 м^3 и коэффициентом теплопроводности 0,03 Вт/(м·°С) или плиток толщиной 10 и 20 мм.

Мипора не является горючим материалом. При температуре 200°С она только обугливается, но не загорается. Однако она имеет малую прочность на сжатие и представляет собой гигроскопичный материал. Мипору применяют

в виде легкого заполнителя каркасных конструкций или пустот, где нет требований к влагоустойчивости.

Пеноизол относится к новым высокоэффективным теплоизоляционным материалам[1] и представляет собой застывшую пену с замкнутыми порами. В зависимости от введенных в него добавок он может быть жестким и эластичным. При использовании в качестве наполнителя тонко молотого керамзитового песка пеноизол становится трудно возгораемым теплоизоляционным материалом. До температуры 350°С он устойчив к воздействию огня, при температуре до 500°С не выделяет токсичных веществ, кроме углекислого газа. Пеноизол имеет хорошую адгезию к кирпичу, бетонным и металлическим поверхностям. Используется для утепления дачных домов, коттеджей, гаражей, ангаров, покрытий бассейнов.

Для производства пеноизола не требуется больших площадейи громоздкого оборудования, кроме газожидкостной установки массой 80 кг, обслуживаемой двумя рабочими. Благодаря способности пеноизола твердеть в нормальных условиях в течение 20 мин, его производство легко организовать на строительной площадке при возведении коттеджей, индивидуальных домиков, а также в ходе ремонтно-строительных работ по утеплению конструкций стен, крыш и др. Пеноизол изготовляется в виде плит и блоков любой толщины и размеров, заливается в виде пены в пустоты плит, пустотелые профили и объемы. В зависимости от кратности вспениваемого состава пеноизол имеет плотность 25—300 кг/м^3, коэффициент теплопроводности 0,03—0,07 Вт/(м·°С).

Сотопласты выпускают в виде гофрированных листов бумаги, хлопчатобумажной или стеклянной ткани, пропитанной полимером и антипиреном. Сотопласты представляют собой регулярно повторяющиеся ячейки правильной геометрической формы (в виде пчелиных сот). Его используют в качестве утеплителя в трехслойных панелях из алюминия или асбестоцемента. При заполнении ячеек крошками из мипоры теплоизоляционные характеристики сотопласта повышаются. Применяют сотопласты в виде плит и блоков толщиной 350 мм.

---

[1] "Пеноизол теплоизоляционный". Технические условия. ТУ 5768-001-18043501. Срок введения 1.01.1994 г., М.: 1993. — 11 с.

Наиболее рациональными для строительства являются соты из крафт-бумаги, пропитанной фенолформальдегидной смолой с размерами сот 12 и 25 мм. Сотопласты, изготовленные из обычной бумаги и пропитанные мочевиноформальдегидной смолой, хрупки и ломки. При распиловке они сильно крошатся.

Алюминиевая фольга — один из эффективных утеплителей. В то же время она является хорошей воздухоизоляцией и пароизоляцией. В настоящее время промышленность цветной металлургии выпускает фольгу толщиной 0,005—0,2 мм.

Алюминиевая фольга имеет блестящую серебристую поверхность с большой отражательной способностью. Большая часть потока лучистой теплоты, падающей на конструкцию, покрытую фольгой, отражается, благодаря этому уменьшаются теплопотери через ограждения и повышается их теплозащита.

Отражая лучистую составляющую теплового потока, алюминиевая фольга способствует повышению теплозащитных характеристик конструкции. Эффективно устройство фольги на поверхности стены около радиатора или внутри конструкции только таким образом, чтобы фольга находилась на границе с воздушной прослойкой. При этом теплозащита стены может повыситься в 1,5—2,5 раза. Возможно устройство фольги по обеим сторонам воздушной прослойки. Не рекомендуется устанавливать фольгу в толще конструкции, так как при этом теплозащитная способность фольги практически не используется.

Алюминиевая фольга может быть твердой — негартованной и мягкой — отожженной. Коэффициенты излучения твердой и мягкой фольги отличаются незначительно и их значения не зависят от толщины полотна. Поэтому при выборе алюминиевой фольги руководствуются удобством обращения с ней и стоимостью. Наиболее удобной для строительных ограждающих конструкций является фольга толщиной 0,01 мм с гладкой, чистой, ровной поверхностью, без складок и надрывов.

Алюминиевая фольга для строительства выпускается в рулонах диаметром 8—43 см, толщиной полотна 0,005—0,02 мм и шириной 10—460 мм.

Минеральная вата представляет собой теплоизоляционный материал, состоящий из тончайших стек-

ловидных волокон, получаемых путем распыления жидких расплавов шихты из металлургических и топливных шлаков, горных пород типа доломитов, мергелей, базальтов. Длина волокон составляет 2—60 мм. Теплозащитные свойства минеральной ваты обусловлены воздушными порами, заключенными между волокнами. Воздушные поры составляют до 95% общего объема скелета минеральной ваты.

Теплотехнические качества зависят от плотности, толщины волокон, пористости, содержания так называемых корольков. Корольками называют волокна минеральной ваты шаровидной или грушеобразной формы. Коэффициент теплопроводности минеральной ваты колеблется от 0,042 до 0,046 Вт/(м·°С).

Минеральная вата занимает ведущее положение среди неорганических теплоизоляционных материалов благодаря простоте производства, неограниченности сырьевых запасов, малой гигроскопичности и небольшой стоимости.

Недостаток минеральной ваты для тепловой изоляции состоит в том, что при хранении она уплотняется, комкуется, часть волокон ломается и превращается в пыль. Имеющая очень малую прочность, уложенная в конструкциях минеральная вата должна быть защищена от механических воздействий. Поэтому применение в строительстве находят изделия, выпущенные на ее основе, — маты, жесткие и полужесткие плиты.

Маты минераловатные прошивные применяются для теплоизоляции наружных ограждений, а также конструкций, температура которых не менее 400°С. Они имеют при плотности 100—200 кг/м^3 коэффициент теплопроводности 0,052—0,062 Вт/(м·°С). Прошивные маты выпускаются длиной 2 м, шириной 0,9—1,3 м при толщине полотна 0,06 м. В строительстве используются прошивные маты на металлической сетке, на обкладке из стеклохолста, на крахмальном связующем с бумажной и тканевой обкладками.

Маты минераловатные на металлической сетке получают путем прошивки ковра из минеральной ваты на металлической сетке хлопчатобумажными нитками. Маты выпускаются плотностью 100 кг/м^3 с коэффициентом теплопроводности около 0,05 Вт/(м·°С) и размером 3х0,5х0,05 м.

Минераловатные маты на обкладке из стеклохолста изготовляют прошивкой минераловатного ковра стекложгутом, обработанным в мыльном растворе. Они выпускаются плотностью 125—175 кг/м^3 с коэффициентом теплопроводности 0,044 Вт/(м·°С) размером 2х06:х0,04 м и могут быть использованы для изоляции конструкций с температурой до 400°С.

Минераловатные маты на крахмальном связующем с бумажной обкладкой выпускают плотностью 100 кг/м^3 с коэффициентом теплопроводности 0,044 Вт/(м·°С) длиной 1—2 м, шириной 0,95—2 м, толщиной от 0,04 до 0,07 м с шагом в 0,01 м.

Теплоизоляционные полужесткие плиты на основе синтетического связующего используют для утепления строительных конструкций и др., в основном в качестве эффективной теплоизоляции покрытий и кровель, в том числе и шиферных. Их использование возможно во всех случаях, где исключается увлажнение и деформация утеплителя во время эксплуатации.

Полужествие плиты состоят из минерального волокна, пропитанного при распылении растворов фенолоспиртов с последующим охлаждением. Плиты марки ПП производят плотностью 100 кг/м^3 с коэффициентом теплопроводности 0,046 Вт/(м·°С) длиной 1 м, шириной 0,5 м, толщиной 0,03; 0,04 и 0,06 м.

Полужесткие плиты на синтетическом вяжущем изготовляют из минераловатного ковра, пропитанного синтетическим связующим (например, карбамидными смолами) с последующей теплообработкой. Их выпускают плотностью 80—100 кг/м^3 с коэффициентом теплопроводности 0,031—0,058 Вт/(м·°С).

Полужесткие плиты на битумном связующем выпускаются длиной 0,5 и 1 м, шириной 0,45 и 0,5 м, толщиной от 0,05 до 0,1 м. Изделия на битумном связующем имеют большую плотность и меньшую прочность, а также менее привлекательны на вид по сравнению с изделиями на синтетическом связующем.

Теплоизоляционные жесткие минеральные плиты состоят из минеральной ваты и связующего: синтетического, битумного или неорганического — цемент, глина, жидкое стекло. Их изготовляют смешиванием минеральных волокон со связующим. Из полученной массы формуют

изделия, которые затем уплотняют и подвергают тепловой обработке. Для повышения прочности в состав материала плит вводят коротковолокнистый асбест.

Жесткие минераловатные плиты на битумном связующем, имеющие коэффициент теплопроводности 0,042 Вт/(м·°С), выпускаются размером 1х0,5х0,06 м. Они имеют низкую гигроскопичность, высокую водостойкость и мало подвержены поражению грибками и насекомыми.

Жесткие минераловатные плиты типа ПЭ на синтетическом связующем имеют коэффициент теплопроводности 0,04 Вт/(м·°С) и выпускаются размером 1х0,05х0,06 м. Они обладают повышенной прочностью и могут использоваться для утепления совмещенных кровель и крупнопанельных ограждающих конструкций.

Теплоизоляция из материалов из минеральной ваты может выполняться в различных зданиях и конструкциях для облегчения кирпичных стен, для утепления железобетонных конструкций, металлического настила и др. В домах малой этажности прочность кирпичной кладки используется в среднем на 20%. Поэтому целесообразно использовать минераловатный утеплитель, обладающий малой прочностью и высокими теплоизоляционными характеристиками.

Вкладыши из минераловатной ваты используют для повышения теплозащиты железобетонных стеновых панелей, трехслойных панелей на гибких связях.

Высокий теплоизоляционный эффект может быть получен при использовании минераловатных утеплителей в сочетании с обшивкой из асбестоцементных, алюминиевых, стальных листов или водостойкой фанеры.

Минераловатные мягкие плиты называют *минеральным войлоком*. Его выпускают в виде рулонов, упакованных в жесткую тару или водонепроницаемую бумагу. Полотнища минерального войлока выпускают длиной 1; 1,5 и 2 м, шириной 0,45; 0,5 и 1 м, толщиной 0-,05—0,1 м с шагом в 0,01 м. Мягкие минераловатные плиты на битумном связующем используют для утепления строительных конструкций. Серьезным их недостатком является способность войлока уплотняться при незначительных нагрузках, в первую очередь от собственного веса. При этом происходит резкое увеличение плотности, иногда вдвое, что приводит к снижению его теплозащитных качеств.

Строительный войлок получают из низкосортной шерсти животных, к которой добавляют растительные волокна и крахмальный клейстер. Полученные полотнища пропитывают 3%-ным раствором фтористого натрия для защиты от повреждения молью и высушивают. Строительный войлок — хороший утепляющий и звукоизоляционный материал, используется при штукатурке стен и потолков, утепления зазоров между дверными или оконными коробками и стеной.

Стеклянная вата является теплоизоляционным материалом, получаемым вытягиванием расплавленного стекла и состоящим из шелковистых, тонких, гибких стеклянных нитей белого цвета.

Стеклянная вата и стеклянное волокно были известны с давних времен. Еще в древнем Египте стеклянное волокно использовалось для украшений. В начале XIX в. в моду вошли ткани и украшения для платьев, дамских шляп и галстуков, сделанных из стекловолокна. Увлечение этими тканями было очень велико и в сороковых годах прошлого века на Императорском заводе в Санкт-Петербурге было налажено производство стеклоткани для жилетов, воротничков, цепочек для часов, султанов, перьев и т.д. Но особенно этими изделиями славилась Вена.

Из-за хрупкости стеклянных волокон, которые при носке крошились на мелкие осколки, попадали в глаза и раздражади кожу, изделия из стекловолокна скоро вышли из моды и стали использоваться в лабораторных условиях и в строительстве для предохранения стен и полов от отсыревания и во всех случаях, где можно было использовать малую теплопроводность, несгораемость и химическую стойкость материала.

В настоящее время стеклянная вата, несмотря на малую плотность (в рыхлом состоянии 130 кг/м^3) и низкий коэффициент теплопроводности [0,05 Вт/(м·°С)] в естественном (чистом, натуральном) виде практически не применяется. Из стекловаты выпускают маты и полосы, которые изготовляют прошивкой асбестовыми или крученными из стекловолокна нитями.

Маты из стекловолокна на синтетической связке плотностью 350 кг/м^3 с коэффициентом теплопроводности 0,045 Вт/(м·°С) выпускают длиной 1—1,5 м, шириной 0,5; 1; 1,5 м, толщиной 0,03—0,06 м.

Маты из стекловолокна прошивные плотностью 50 кг/м^3 с коэффициентом теплопроводности 0,044 Вт/(м·°С) выпускают размером (1—3)х(0,2—0,7)х(0,03—0,05) м.

Плиты из стекловолокна выпускают плотностью 50—75 кг/м^3 и коэффициентом теплопроводности 0,046 Вт/(м·°С) размером 1х0,5(1)х30(40, 50, 60) мм.

Базальтовое супертонкое стекловолокно БСТВ является высокоэффективным теплоизоляционным материалом, обладающим малой плотностью 17—25 кг/м^3 и коэффициентом теплопроводности 0,027—0,036 Вт/(м·°С). Из него изготовляют маты, обладающие хорошей теплозащитой и звукоизоляцией.

Пеностекло представляет собой материал, изготовляемый из стекольного боя или кварцевого песка, известняка, соды, т.е. тех же материалов, из которых производят различные виды стекол. Пеностекло образуется в результате спекания порошка стеклобоя с коксом или известняком, которые при высокой температуре выделяют углекислый газ. Благодаря этому в материале образуются крупные поры, стенки которых содержат мельчаший замкнутые микропоры. Двоякий характер пористости позволяет получить пеностекло, имеющее в зависимости от плотности низкий коэффициент теплопроводности 0,058—0,12 Вт/(м·°С). Оно обладает водостойкостью, морозостойкостью, несгораемостью и высокой прочностью. Пеностекло используют для утепления стен, перекрытий, кровель, для изоляции подвалов и холодильников.

Цементный фибролит является хорошим теплоизоляционным материалом, состоящим из смеси тонких древесных стружек длиной 20—50 см (древесной шерсти), портландцемента и воды. Полученную массу формуют, подвергают тепловой обработке и разрезают на отдельные плиты. Древесные стружки, приготовленные из неделовой древесины хвойных пород на специальных станках, выполняют в плитах роль армирующего каркаса. Цементно-фибролитовые плиты выпускают марками по плотности М 300, 350, 400 и 500 с коэффициентом теплопроводности 0,09—0,12 Вт/(м·°С), длиной 2—2,4 м и шириной 0,5—0,55 м и толщиной 5; 7,5 и 10 см.

Арболит изготовляют из смеси портландцемента, дробленой стружки и воды. Кроме стружки можно использовать

и другие виды коротковолокнистого органического сырья — щепу, опилки, костру. Из арболита выпускают плиты плотностью в сухом состоянии 500 кг/м^3 с коэффициентом теплопроводности 0,12 Вт/(м·°С) и размерами по длине и ширине 0,5; 0,6 и 0,7 м при толщине 5, 6 и 7 мм. Арболитовые плиты используются в качестве теплоизоляционного, конструктивно-теплоизоляционного и акустического материалов.

Древесно-стружечные плиты изготовляют в результате прессования специально подготовленных стружек с жидкими полимерами. Стружки изготовляют на станках из неделовой древесины, используя отходы фанерного и мебельного производства. Плиты представляют своего рода слоистую конструкцию, средний слой которой состоит из толстых стружек толщиной около 1 мм, а наружные слои из тонких стружек толщиной 0,2 мм. Для обеспечения биостойкости плит в массу из стружек и полимеров вводят антисептик (буру, фтористый натрий и др.), а также антипирены и гидрофобизирующие вещества. Применение гидрофобизаторов позволяет уменьшить набухание плит под действием влаги воздуха.

Плиты снаружи отделывают полимерными пленочными материалами, бумагой, пропитанной смолой, что также защищает их от увлажнения и истирания. Иногда поверхность плит покрывают водостойкими лаками.

Древесно-стружечные плиты выпускают различной плотности от 350 до 1000 кг/м^3. Плиты средней (510—650 кг/м^3) и высокой (660—800 кг/м^3) плотностей используют в качестве конструкционного и отделочного материала, а малой плотности (350 кг/м^3) — как теплоизоляционный, а также звукоизоляционный материал. Плиты изготовляют длиной 1,8—3,5 м, шириной 1,22—1,75 м., толщиной 0,5—1 см.

Древесно-волокнистые плиты изготовляют из древесины или растительных волокон, получаемых из отходов деревообрабатывающих производств, неделовой древесины, а также костры, камыша, хлопчатника. Наибольшее распространение получили плиты на основе древесных отходов. Древесно-волокнистые плиты выпускают различной плотности — от 250 до 950 кг/м^3. Твердые плиты (плотностью больше 850 кг/м^3) применяют для устройства перегородок,

подшивки потолков, настилки полов, изготовления полотен и встроенной мебели.

Изоляционные древесно-волокнистые плиты плотностью до 250 кг/м^3 с коэффициентом теплопроводности 0,07 Вт/(м·°С) используют для тепло- и звукоизоляции помещений. Они имеют длину 1,2—3 м, ширину 1,2—1,6 м, толщину 0,8—2,5 мм.

Изоляционно-отделочные плиты (плотностью 250—350 кг/м^3) имеют лицевую поверхность, покрытую синтетической пленкой с прокладкой бумаги под цвет и текстуру древесины, или матовую поверхность, окрашенную различными красками.

Оргалит представляет собой теплоизоляционные древесно-волокнистые плиты из измельченной и химически обработанной древесины. При плотности 150 кг/м^3 они имеют коэффициент теплопроводности 0,055 Вт/(м·°С) и используются для теплоизоляции стен, кровель и т.д.

Торфяные изоляционные плиты изготовляют прессованием из малоразложившегося торфа, имеющего волокнистую структуру. Торфяные плиты выпускают плотностью 170 и 250 кг/м^3 с коэффициентом теплопроводности в сухом состоянии 0,06 Вт/(м·°С), длиной 1 м, шириной 0,5 м, толщиной 30 мм и используют для изоляции ограждающих конструкций зданий.

Асбестовый картон получают из асбеста 4-го и 5-го сортов, каолина и крахмала. Его изготовляют на листоформовочных машинах в виде листов длиной и шириной 0,9—1 м, толщиной 2—10 мм. Коэффициент теплопроводности в сухом состоянии равен 0,157 Вт/(м·°С).

Опилки древесные получают в результате обработки древесины, в мебельном производстве, при распиловке. Опилки плотностью около 150 кг/м^3 используют в качестве утепляющей засыпки, а также для производства арболита, ксилолита, при изготовлении опилкобетона и других строительных материалов.

Пакля представляет собой коротковолокнистый материал, получаемый из отходов пеньки и льна, имеет плотность 160 кг/м^3, коэффициент теплопроводности 0,047 Вт/(м·°С) и применяется для конопатки стен и зазоров оконных коробок.

Гипсовые плиты для перегородок огнестойки, обладают высокими звукоизоляционными качествами, в них легко

забиваются гвозди. Плиты применяются для перегородок в помещениях с относительной влажностью не более 70%. Гипсовые перегородки выпускают сплошными и пустотелыми, длиной 0,8—1,5 м, шириной 0,4, толщиной 80, 90 и 100 мм.

Гипсокартонные листы представляют собой отделочный материал, изготовленный из строительного гипса, армированного растительным волокном. Поверхность листов с обеих сторон оклеена картоном. Сухая штукатурка легко режется, не горит, хорошо прибивается гвоздями. Гипсокартонные листы лопаются при изгибе. Как и все изделия на основе гипса они разрушаются под действием влаги.

Сухая штукатурка выпускается листами длиной 2,5—3,3 м, шириной 1,2 м, толщиной 10—12 мм и применяется для внутренней отделки помещений. Ее приклеивают к поверхности стен и потолков специальными мастиками. Швы между листами заделывают безусадочной шпатлевкой.

Гипсобетонные камни являются местным строительным материалом, их применяют для наружных стен малоэтажных зданий в районах, где нет других эффективных стеновых материалов.

Гипсобетон изготовляют на основе строительного, высокопрочного гипса или гипсоцементно-пуццоланового вяжущего. В его состав вводят пористые заполнители — керамзитовый гравий, топливные шлаки, а также смесь из кварцевого песка и древесных опилок. В зависимости от заполнителя гипсобетон имеет плотность 1000—1600 кг/м^3. Из него изготовляют сплошные и пустотелые плиты перегородок.

Гипсобетонные панели перегородок изготовляют из бетона плотностью 1250—1400 кг/м^3, обеспечивающего хорошую звукоизоляцию соседних помещений. Панели производят на прокатных станах или кассетах методом непрерывного формирования из смеси, состоящей из равных по объему частей гипса, песка и опилок. Панели выпускают сплошными и с проемами длиной до 6 м, высотой до 3 м, толщиной 80—100 мм. Применение гипсобетонных панелей ненесущих перегородок разрушается в зданиях с относительной влажностью не более 60%.

4.7. ПАРО-, ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ И КРОВЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Наиболее распространенными в строительстве гидроизоляционными материалами являются кровельные материалы типа рубероида, толя, а также различные мастики на основе битумов, дегтя и др., применяемые в качестве обмазочной гидроизоляции при производстве кровельных работ. Многие гидроизоляционные материалы (типа пергамина, рубероида) используются в качестве пароизоляции.

Битумы и дегти различных марок, а также мастики на их основе применяются для гидроизоляционных и кровельных работ. Они являются водостойкими и водонепроницаемыми материалами, стойкими к атмосферным воздействиям. При повышении температуры они сначала размягчаются, а потом разжижаются. При понижении температуры они становятся более вязкими и твердеют.

Природные битумы в чистом виде встречаются редко. Главным образом применяют нефтяные битумы — материалы черного или темно-коричневого цвета, которые получают в процессе переработки нефти. В строительстве используют твердые, полутвердые и жидкие битумы.

Строительные нефтяные битумы сокращенно обозначаются БН. Первая цифра после букв указывает температуру размягчения, вторая — температуру проникания иглы в битум.

Битумы нефтяные кровельные предназначаются для пропитывания рубероида в процессе его изготовления и входят в состав различных покрывочных мастик. Пропиточный кровельный битум изготовляют марки БНК-90/180, покровный — марок БНК-90/40 и БНК-90/30.

Следует иметь в виду, что при производстве кровельных работ нельзя использовать битумы низких марок и кровельные мастики на их основе, так как при нагревании солнечными лучами они могут начать плавиться. При кровельных работах рекомендуется применять теплостойкие битумы с температурой размягчения не менее 70—90°С.

Каменноугольный деготь представляет собой черную маслянистую жидкость с резким запахом. Его получают в процессе переработки каменного угля и используют для приготовления кровельных мастик.

Каменноугольный пек получают в результате перегонки каменноугольного дегтя. В зависимости от содержания ан-

траценового масла он может иметь разную температуру плавления: наибольшее количество антраценового масла содержится в мягком каменноугольном пеке, имеющем температуру плавления 45—50°С, наименьшее — в твердом пеке с температурой плавления 75—90°С. При работе с пеком надо учитывать, что в солнечную погоду его частицы, попавшие на кожу, могут вызвать ожоги, поэтому спокойнее работать с ним в пасмурные дни или в сумерки.

Каменноугольным пеком в смеси с маслами пропитывают кровельный картон при изготовлении рубероида, он также входит в состав дегтевых мастик.

Кровельный картон используется при производстве рубероида, пергамина и других кровельных и гидроизоляционных материалов. Его выпускают в рулонах шириной 750, 1000, 1025 мм. Масса 1 $м^2$ составляет 250—420 г.

Рулонные основные гидроизоляционные материалы получают в результате обработки основы — кровельного картона, асбестовой бумаги, стеклоткани — битумами и дегтями, а также их смесями. Безосновные материалы выпускаются в виде полотнищ требуемой толщины в результате прокатки смеси из вяжущего (обычно битума), наполнителя и добавок.

Рубероид представляет собой рулонный материал, получаемый в результате пропитки кровельного картона расплавленным легкоплавким битумом, покрытия с одной или двух сторон тугоплавким битумом и нанесения на его поверхность слоя мелкозернистого минерального порошка, слюды или другой посыпки, которая предотвращает слипание материала в рулонах.

В настоящее время выпускается около 14 марок рубероида в рулонах с шириной полотнища 1000, 1025, 1050 мм. Цифра, стоящая после марки рубероида, указывает на массу 1 $м^2$.

Рубероид кровельный с крупнозернистой посыпкой с лицевой и пылевидной с нижней стороны выпускается марок РКК-500А, РКК-400Б, РКК-400А, РКК-400В. Применяется для верхнего слоя многослойного кровельного ковра (обычно из четырех слоев) при изготовлении мягкой кровли. Рубероид кровельный с крупнозернистой посыпкой марок РКМ-350Б и РКМ-350В используется в качестве гидроизоляции, а также для верхнего и нижнего слоев кровельного ковра.

Рубероид подкладочный с мелкозернистой посыпкой марок РПМ-300А, РПМ-300Б, РПМ-300В применяют как рулонную гидроизоляцию и для нижних слоев кровельного ковра. Рубероид подкладочный с пылевидной посыпкой выпускается марок РПП-350Б, РПП-350В и используется для нижних слоев кровельного ковра и гидроизоляции. Рубероид подкладочный с пылевидной посыпкой марок РПП-300А, РПП-300Б и РПП-300В применяют для нижних слоев кровельного ковра.

Рубероид кровельный с чешуйчатой посыпкой марок РКЧ-350Б, РКЧ-350В используют для верхнего и нижнего слоев кровельного ковра.

Экарбит является наплавляемым рубероидом, получаемым пропиткой кровельного картона мягким нефтяным битумом. На лицевую и внутреннюю поверхность затем наносят состав, состоящий из битума, бутилкаучука, масла и наполнителя. Экарбит может иметь крупнозернистую и мелкую минеральную присыпку и применяться соответственно для верхнего или нижнего слоев кровельного ковра.

Рубимаст представляет собой разновидность рубероида, получаемого пропиткой кровельного картона битумно-полимерным составом. Имеет большую долговечность, морозостойкость. Устанавливается при устройстве кровельного ковра на мастику.

Толь получают путем двукратной пропитки кровельного картона не битумными, а дегтевыми продуктами. Выпускается беспокровный толь (толь-кожа) марок ТК-350 и ТГ-350 без присыпки для устройства кровли и пароизоляции, а также гидроизоляционный кровельный толь, предназначенный для устройства кровельного ковра и для гидроизоляции различных строительных конструкций.

Толь с песчаной посыпкой с обеих сторон марок ТКП-350 и ТКП-400 используют для верхнего и нижнего слоев ковра.

Толь с крупнозернистой посыпкой марок ТКК-350 и ТКК-400 изготовляют со слоем крупнозернистой посыпки на лицевой стороне и мелкозернистой или пылевидной посыпки на нижней. Применяют для верхнего слоя кровельного ковра.

Толь гидроизоляционный с покровной пленкой пропиточного состава изготовляют марок ТГ-300 и ТГ-350. Имеет на верхней стороне мелкозернистую минеральную

посыпку, а на нижней — мелкозернистую или пылевидную. Используют для гидроизоляции и пароизоляции, а также для нижних слоев кровельного ковра.

Толь выпускают в рулонах шириной 700, 1000, 1025 мм.

Пергамин получают из кровельного картона пропиткой его нефтяными битумами. Он не имеет на поверхности покровного слоя и используется как кровельный подкладочный материал под рубероид и для пароизоляции. Выпускается марок П-300 и П-350 в рулонах шириной 700, 1000 и 1025 мм.

Стеклорубероид и стекловойлок — рулонный материал, изготовляемый при нанесении битумного вяжущего на стеклохолст или стекловойлок на обе стороны материала и покрытии одной или двух поверхностей слоем крупнозернистой, чешуйчатой мелкозернистой или пылевидной посыпки. Их используют в качестве оклеечной гидроизоляции и для верхнего и нижнего слоев кровельного ковра. Стеклорубероид выпускают в рулонах при ширине полотна 0,96—1 м и толщиной 2,5 мм.

Асфальтовые армированные маты представляют собой стеклоткань, пропитанную с обеих сторон слоем битума или гидроизоляционной асфальтовой мастики. Используют в качестве оклеечной гидроизоляции и для уплотнения деформационных швов. Маты выпускают длиной 3—10 м, шириной 1 м, толщиной 4—6 мм.

Гидростеклоизол — гидроизоляционный рулонный материал, получаемый из стеклоткани или стеклохолста, покрытого с обеих сторон смесью из битума, молотого талька, магнезита и пластификатора. Выпускается в рулонах длиной 10 м, шириной 0,85—1,15 м.

Гидроизол изготовляют пропиткой асбестового или асбестоцеллюлозного картона нефтяным битумом. Применяют в качестве оклеечной гидроизоляции с использованием горячих мастик, для гидроизоляции плоской кровли. Выпускают рулонами длиной 20 м, шириной 0,95 м.

Фольгоизол является двуслойным материалом, состоящим из тонкой алюминиевой фольги и покрытой с нижней стороны слоем битумно-резинового состава. Фольгоизол является водонепроницаемым долговечным гибким легкорежущимся материалом. Благодаря верхнему слою, выполненному из блестящей алюминиевой фольги, фоль-

гоизол обладает большой отражательной способностью, эффективно защищая здания в жаркие солнечные дни от перегрева. Фольгоизол используют для устройства кровель, пароизоляции и гидроизоляции, а также для герметизации стыков панелей. Выпускают в рулонах длиной 10 м, шириной 1 м.

Стеклоизол представляет собой стеклоткань или стеклохолст, пропитанные с двух сторон битумно-резиновой мастикой. Используют как кровельный и гидроизоляционный материал.

В настоящее время выпускается большое количество кровельных гидроизоляционных материалов, представляющих собой стеклоткань, стеклохолст или стеклосетку, пропитанных битумно-полимерным составом. К ним относятся филизол, бикроэласт, бикрост, стекломаст, армобитэп, монобитэп и пр. В отличие от рубероида и толя они имеют большую долговечность, морозостойкость. Например, кровельное покрытие из бикроэласта можно производить при достаточно низних температурах (до -25°С).

Фольгорубероид состоит из слоя алюминиевой фольги, покрытого с двух сторон слоем битумно-резиновой мастики. Применяют для гидроизоляции подземных частей зданий.

Бризол является изоляционным материалом, получаемым из смеси нефтяного битума, дробленой резины (например, от автопокрышек), асбестового волокна и пластификатора.

Изол является кровельным безосновным материалом, который изготовляют из смеси нефтяного битума и материалов, содержащих каучук, каменноугольных смол, минеральных наполнителей, антисептика. Изол эластичен, биостоек, невлагоемок, долговечнее рубероида в два раза. Изол применяют для изоляции бассейнов, подвалов, для покрытия пологих и плоских кровель. Его приклеивают с помощью горячей или холодной мастики "Изол". Выпускают рулонами длиной 10 м, шириной 1 м, толщиной полотна 2 мм.

Гидробутил изготовляют из бутилкаучука или смеси бутилкаучука и хлорсульфопропилена. Армогидробутил — вышеуказанный состав наносится на стеклосетку или полотно на полимерной основе. Оба материала предназначены для устройства кровли и гидроизоляции с приклейкой их

к основаниям из железобетона, дерева, асбестоцемента, бетона по цементной стяжке.

Кармизол — рулонный материал на основе хлоропренового каучука. Обладает высокой прочностью в сочетании с эластичностью, способностью склеиваться и свариваться.

Полиэтиленовые пленки — рулонный гидроизоляционный материал, широко распространенный в быту и строительной практике.

Плиты гидроизоляционные асфальтовые получают покрытием стеклоткани или металлической сетки слоем горячей гидроизоляционной мастики или асфальтобетонной смеси. Плиты выпускают армированными и неармированными для заполнения швов. Используют в качестве оклеечной гидроизоляции размером (0,8—1)х(0,5—0,6)х(0-01—0,02) м и (1—1,2)х(0,75—1,2)х(0,02—0,04) м.

Плоские асбестоцементные листы изготовляют из смеси цемента с асбестом. Асбестовые волокна выполняют роль арматуры и придают изделию прочность. Асбестоцементные листы легки, прочны, долговечны, огнестойки. Благодаря своей водонепроницаемости они широко используются как кровельные и отделочные материалы. Плоские листы выпускают прессованными и непрессованными. Длина листов 1,2—3,6 м, ширина 1,2—1,5 м, толщина 6, 8 и 10 мм.

Волнистые асбестоцементные листы выполняют так же из смеси асбеста и цемента, как и плоские. Благодаря волнистому поперечному сечению листы обладают большей жесткостью и лучше сопротивляются изгибающим нагрузкам. Листы изготовляют длиной 1,2 м, шириной 0,68 м, толщиной 5,5 мм. Используют для устройства кровли. Следует отметить, что использование строительных материалов, содержащих асбест, не рекомендуется для внутренней отделки.

Кровельное железо выпускается оцинкованным и неоцинкованным. Оцинкованное железо представляет собой лист стали, покрытой с обеих сторон слоем цинка толщиной 0,02 мм. Кровельное железо выпускается листами размерами по длине 710—2000 мм, ширине 510—1000 мм, толщине 0,35 и 0,8 мм. Наиболее распространены листы кровельной стали размерами 710х1420, 750х1500, 1000х2000 мм.

В последнее время широкое распространение получила оклеечная гидроизоляция. Ее преимущество состоит в том, что она может защитить от проникания влаги в строительные конструкции, имеющие сложные геометрические формы. Для оклеечной гидроизоляции используют перхлорвиниловые краски, хлорсульфированный полиэтилен, водные дисперсии тиокола, синтетические латексы.

Битумная мастика представляет собой однородную массу из нефтяных битумов, пылевидных или волокнистых наполнителей (известняковый, доломитовый, кварцевый порошки, тальк или асбест 7-го сорта, минеральная вата), антисептиков и добавок. Наполнители позволяют уменьшить расход битума и его хрупкость, повысить теплостойкость.

Горячие битумные кровельные мастики марок МБК-Г-55, МБК-Г-65, МБК-Г-75, МБК-Г-85, МБК-Г-100* приготовляют нагреванием битумов до 160—180°С, в которые вводят наполнитель и добавки.

Битумно-резиновая изоляционная мастика выпускается марок БРМ-65, БРМ-75, БРМ-90 и БРМ-100 и представляет собой смесь из кровельных битумов, резиновой крошки, пластификатора и антисептика. По сравнению с битумной кровельной мастикой она эластичнее, имеет более высокие морозостойкость и гибкость.

Горячие битумные мастики и битумно-резиновые изоляционные мастики применяются при устройстве кровельных ковров и гидроизоляции.

Холодные битумные мастики состоят из смеси нефтяных битумов, растворителя (соляровое масло, керосин), наполнителя (асбест) и антисептика. Благодаря наличию солярового масла, способного растворять битумы и просачиваться в рулонный материал, эти мастики не надо разогревать, они хорошо склеиваются друг с другом и приклеивают к основанию элементы кровельного ковра.

Холодные битумные мастики предназначены для устройства многослойных кровельных покрытий, для гидро- и пароизоляции. Наиболее распространенной является матика МБК-Х-1.

---

*Буквы указывают сокращенное название мастики, а цифры — ее теплостойкость.

Дегтевые мастики состоят из дегтевого вяжущего и наполнителя. Выпускают горячие дегтевые мастики МДК-Г-50, МДК-Г-60 и МДК-Г-70, которые применяются при производстве кровельных и гидроизоляционных работ (в холодных районах).

Устройство многослойного гидроизоляционного ковра не требуется при так называемых "безрулонных крышах". Для них могут быть использованы холодные асфальтовые мастики (на известковом эмульгаторе), состоящие (по массе) из эмульсии — 50, пылевидных наполнителей (известняк, доломит, цементная пыль, кирпич) — 35, волокнистых наполнителей типа асбеста, фенола, 3%-ного раствора фтористого натрия — 5, воды — 10. Эмульсия содержит 57% битума, 5—8% барды, 36—38% воды.

Существует битумно-резиновая холодная мастика, в состав которой входит битум III — 35—45%, резиновая крошка — 15—20%, растворитель уайт-спирит — 30—40%, наполнитель — асбест 7-го сорта — 10—15%. Эту мастику можно транспортировать по трубопроводу.

Битумно-каучуковая мастика, включающая в себя 85% нефтяного битума (по массе) марки БН-IV и 15% этиленпропиленового каучука, широко используется для устройства окрасочной гидроизоляции вместо оклеечной.

Для остекления теплиц хорошо зарекомендовала себя герметизирующая мастика МГТ-80, приготовленная на основе битума V, каменноугольного дегтя, асбеста 7-го сорта, олифы "Оксоль" и латекса. Разогретая до 70—80°С, мастика легко наносится шприцем на стеклянное ограждение теплиц и обеспечивает сохранение формы валика в герметизирующих швах при температурах менее 80°С. Обладая термостойкостью, эластичностью при отрицательных температурах, она хорошо прилипает к стеклу (а также бетону и металлу) и обеспечивает практически 100%-ную гидроизоляцию швов.

Для гидроизоляции может быть использована эпоксидная мастика УП-269, состоящая из диановой смолы, пластификатора, наполнителей (сажи) и каолина. Она может использоваться и для склеивания различных материалов — керамики, резины, металлов.

Для ручной отделки поверхностей, предназначенных для окраски масляными, клеевыми и синтетическими красками, используют шпатлевку на основе сланцевого лака

"Кукерсоль". Она состоит (по массе) из сланцевого лака — 10,5%, мела — 79,5%, клея "Гаперта" — 2,5%, воды — 7,5%. Эта шпатлевка должна быть использована в течение трех суток с момента приготовления.

Известково-зольную шпатлевку применяют для отделки бетонных и оштукатуренных поверхностей перед их окраской масляными и клеевыми красками. В состав шпатлевки входят: зола — 350 кг, известковое тесто — 370 кг, молотый мел — 95 кг, жидкое стекло — 8 кг, олифа — 10 кг, 50%-ный малярный клей — 100 кг, 40%-ное хозяйственное мыло — 6 кг и вода в количестве, необходимом для получения рабочей консистенции.

Для устранения трещин в дощатых полах используют цементно-опилочную пасту. Она является хорошим заполнителем масляной шпатлевки. Ее можно приготовить в домашних условиях. Для этого столярный клей размачивают в воде до набухания плиток и варят до полного его растворения. Затем берут 1 ч цемента, смешивают с 1 ч сухих просеянных опилок, ссыпают в 14%-ный клеевой раствор и перемешивают до получения однородной массы. Паста является хорошим основанием под окраску и может быть использована при капитальном ремонте полов.

Для защиты металлических, цементных, кирпичных и деревянных поверхностей от неблагоприятного воздействия атмосферы возможно использование покрытия "Нитолукс-хайбилд", разработанного фирмой "Теркол" (Великобритания). В числе импортных материалов, применяемых в отечественном строительстве, можно отметить рулонный кровельный и гидроизоляционный материал "Кондор", представляющий собой водонепроницаемую ленту, выполненную из стеклоткани или другого армирующего материала, покрытую битумной массой. Одна сторона ленты защищена фольгой, другая посыпана тальком. Лента выпускается шириной 0,2—1 м и толщиной 2—5 мм. Предложена объединением "Хемпро" (Югославия).

Для гидроизоляции поверхностей предприятием "Оптимист" разработана резиновая пленка на основе синтетического каучука. Пленка устойчива к воздействию озона, ультрафиолетовых лучей, воды, мнкроорганизмов, грызунов, не теряет эластичности при низких и высоких температурах. Резиновую пленку приклеивают к поверхности каучуковым клеем С-510 или горячим битумом. Швы

склеивают каучуковым клеем. Она выпускается рулонами длиной 10 м, шириной 10, 20, 30, 45 и 100 см, толщиной 1,2; 1,5 и 2 мм.

4.8. ГЕРМЕТИЗИРУЮЩИЕ И УПЛОТНЯЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

Для герметизации и уплотнения швов в зданиях, конструкциях окон, витражах, остеклениях теплиц и т.п. применяют различные виды герметизирующих материалов. Герметики на основе полиуретанов и кремнийорганических соединений твердеют под воздействием влаги воздуха, на основе полиуретанов, полихлорэтилена, эпоксидных смол — в результате химических реакций компонентов, битумно-каучуковые герметики — при изменении температуры, полисульфидные — в присутствии катализатора. Кроме того, существуют герметизирующие материалы, постоянно сохраняющие пластичность, твердеющие в результате реакций окисления, испарения растворителя.

К полисульфидным мастикам, нашедшим широкое применение в строительстве, относятся тиоколовые (У-30М, УТ-31, ГС-1, КМ-0,5, ЛМ-0,5, КБ-0,5), полиизобутиленовые (УМ-40, УМС-50), бутилкаучуковые (ЦПЛ-2, БГМ-1, БГМ-2), полихлорпропиленовые, полиуретановые (УГ-2Т, УГ-5Т), кремнийорганические (силиконовые).

Герметизирующую мастику УМС-50 изготовляют из смеси полиизобутилена, минерального масла и наполнителя. Она является нетвердеющим герметиком, создающим долговечный плотный и непроницаемый слой. Мастика имеет хорошую адгезию (сцепление) к бетону, металлу, древесине. Используется для заделки вертикальных и горизонтальных стыковых соединений крупнопанельных зданий, уплотнения зазоров по периметру перегородок и внутренних стен.

Мастику "Изол" получают путем смешивания битумно-резинового вяжущего с полиизобутиленом, канифолью, кумароновой смолой, асбестом и антисептиком. Ее используют в подогретом состоянии для герметизации стыков панелей.

Тиоколовые мастики получают на основе тиокола — полисульфидного каучука. Тиоколовые герметики эластичны, имеют хорошую адгезию к бетону, воздухо- и водонепроницаемы. В строительстве применяют тиоколовую

мастику черного цвета У-30М и желтого цвета УТ-31 для герметизации стыков. Недостатком мастики является быстрое загустевание массы, поэтому ее готовят непосредственно перед употреблением.

Нетвердеющая герметизирующая мастика марки НГМ-С предназначена для заделки стыков стеклопакетов и витражей. Обладает высокой стойкостью к атмосферным осадкам и эластичностью.

Герметизирующая эмульсионно-битумная мастика "Асбилат" предназначена для герметизации швов, стыков и светопрозрачных ограждений. Эта мастика может использоваться вместо герметизирующих и уплотняющих тиоколовых мастик УТ-32, УТ-38, АМ-0,5, битумных горячих МГТ-80, МСУ, Бутэпрола и Бутэпрола-2, уплотнительных профилей из пористой резины, приклеиваемых клеем КН-3 и клеем Н-88.

Тиоколовые герметизирующие мастики УТ-32, ГС-1, ТМ-0,5, У-30М, силиконовый герметик типа эластосила используют для уплотнения зазоров между стеклопакетами и переплетами.

Нетвердеющая мастика "Гэлан" разработана на основе синтетического каучука — бутилкаучука. Предназначена для герметизации швов строительных конструкций и герметизации остекления теплиц. Хорошую адгезию, эластичность она сохраняет в диапазоне температур от -40 до +80°С.

Герметизирующие жгуты "Гернит" изготовляют из хлоропренового каучука методом вулканизации. Полученная пористая прокладка-жгут имеет диаметр 20—60 мм, длину 3 м.

Прокладки ПРП-1 имеют пористую внутреннюю стенку и плотную наружную оболочку (пленку). Они выпускаются в виде жгутов круглого сечения диаметром 20, 25, 30, 40 и 45 мм, длиной 2,7 м.

Уплотнение зазоров в оконных и дверных проемах, а также герметизация узких стыков обеспечивается прокладками из эластичного пенополиуретана (поролона). Для придания гидрофобных свойств прокладки пропитываются специальными составами. Уплотнительные ленты из пористой резины можно использовать для уплотнения зазоров также, как и пенополиуретановые прокладки.

Самоклеющаяся лента "Герлен" предназначена для герметизации межпанельных стыков, имеющих сложную конфигурацию. Герметизирующую самоклеющуюся ленту изготовляют на основе эластопластичных материалов из синтетических каучуков. Ленту "Герлен Д" выпускают рулонами длиной 12 м, толщиной полотна 3 м. Сверху лента покрыта холстиком. Для предотвращения слипания в рулоне снизу к ленте приклеена силиконизированная бумага. Лента "Герлен Д" обладает высокой адгезией к бетону, металлу, стеклу. Окраска ленты предохраняет ее от загрязнения. Герметизация с ее помощью может проводиться при температуре выше -5°С. Герметизирующую ленту "Герволент" изготовляют из резиновых смесей на основе синтетических каучуков и термоэластопластиков. Она представляет собой эластичную воздухонепроницаемую пленку. Гарантийный срок службы 30 лет.

Уплотняющие прокладки "Поробит" предназначены для герметизации стыков элементов железобетонных конструкций. Их изготовляют из полиуретанового поропласта, пропитанного битумно-полимерным составом. Упругопластические свойства прокладок обеспечиваются содержащимися в составе пластификатором. Прокладки "Поробит" выпускают сечением от 10х10 до 100х100 мм и могут быть использованы для герметизации стыков в жилых зданиях, безрулонных кровлях и т.п., а также для уплотнения стыков канализационных трубопроводов из керамических и железобетонных труб.

Полуэластичный герметик "Макрофлекс" представляет собой пенополиуретановую пену, которая затвердевает под влиянием влани воздуха. Поверхность герметика высыхает через 20—30 мин после нанесения и твердеет в течение 12ч. "Макрофлекс" хорошо пристает к поверхности древесины, бетона, камня, металла и других материалов. Выпускается в аэрозольной упаковке массой 850 г. Из баллона выходит 20—30 л пены. Выходящая из баллона пена увеличивается в объеме приблизительно в два раза. При работе с этим герметиком необходимо интенсивно проветривать помещение.

"Тегерон" — нетвердеющая мастика для заделки швов. Состоит из бутилкаучука, мела, измельченного пенополистирола. Выпускается брикетами по 1,5 кг, упакованными в полиэтиленовую пленку.

Герметизирующую резинобитумную мастику "Изол Г-М" получают из смеси резинобитумного вяжущего с полиизобутиленом, канифолью, смолой, асбестом и антисептиком. "Изол Г-М" используют для уплотнения швов в подогретом состоянии.

Уплотняющая мастика УМ-40 получается смешиванием раствора резины, полиизобутилена и наполнителя. В настоящее время ее широко используют для герметизации швов в жилых зданиях.

Для герметизации неплотностей в зоне примыкания стекла к оконной раме используют битумную замазку, приготовленную из 40 кг битума (М-4), 26 кг шлакопортландцемента М 300, 17 кг кузнечного шлака в виде порошка, 62 кг крупнозернистого речного песка, 2,6 кг опилок и 4,6 кг керосина.

Для приготовления замазки битум дробят на мелкие куски, укладывают в 200-литровый котел с крышкой и нагревают. После полного расплавления битума в него засыпают цемент, затем шлак и песок, просеянный через сито с отверстиями 2х2 мм. Массу перемешивают, охлаждают до 60°С, после чего в нее вливают керосин, добавляют опилки и снова перемешивают до получения однородной консистенции. Во избежание твердения во время ее применения массу постоянно подогревают, оставляя под котлом легкий огонь, и перемешивают.

Эластичные прокладки выпускают в виде жгутов различной конфигурации. В качестве материала для прокладок используют пороизол, который представляет собой пористый герметизирующий материал, получаемый вулканизацией газонаполненной резины. Прокладки предназначены для герметизации наружных швов между элементами здания.

Пороизол выпускают в виде жгутов круглого, овального или прямоугольного сечения размером 30, 40, 50 и 60 мм. Он представляет собой эластичный пористый герметик, получаемый из старой резины, переработанной в крошку. Выпускают пороизол марок М и П.

Пороизол марки М имеет незакрытые на поверхности поры. При установке этого герметика его поверхность необходимо защищать от увлажнения. Поэтому пороизол М устанавливают на мастике "Изол", которая приклеивает

Таблица 4.3 **Рецептуры замазок**

Замазка	Марка	Составляющие	Содержание, % по массе
Оконная на основе натуральной олифы	РЦ 6-15-364-1	Мел природный молотый	82
		Олифа натуральная подсолнечная	9
		Масла индустриальные общего назначения И-5А, И-8А, И-12А, И-20А, И-30А, И-40А	8,4
Оконная на основе талового масла	РЦ 6-15-364-2	Мел природный молотый	78
		Смесь масел, % по массе: таловое – 56,2, глицерин дистиллированный – 6,1, жидкость гидрофобизирующая марки 136-41 – 0,8, масла индустриальные общего назначения И-5А, И-8А, И-12А, И-20А, И-30А, И-40А – 36,9	22
Универсальная морозостойкая	РЦ 6-12-1266-80	Латекс синтетический СКС-65, ГП или БС-50	8
		Стекло жидкое натриевое или каустическое	4,6
		Кремнийорганическая жидкость АМСР-3	5
		Масло касторовое сульфированное	2,7
		Асбест хритиловый П-5-65, М-5-65, М-6-40	3,5
		Мел природный обогащенный	53
		Жидкости полиметилсилоксановые ПМС-200, ПМС-200А или 131-85	0,2
		Вода питьевая	23

прокладку к стыку и защищает открытую поверхность от увлажнения.

Пороизол П имеет замкнутые поры, защищенные сверху монолитной пленкой, стойкой к действию озона. Благодаря этому его можно устанавливать в шов без мастики. При установке пороизола М и П для обеспечения полной герметизации стыков необходимо его обжать в шве на 30—40%.

Нетвердеющая мастика "Бутепрол-2М" представляет собой нетвердеющую массу светло-серого цвета, изготовленную на основе синтетических каучуков, наполнителей, пластификаторов и адгезионных добавок. Мастики выпускаются в виде цилиндрических брикетов диаметром 5—6 см, обернутых полиэтиленовой пленкой "Бутепрол-2М" используют для герметизации стыков в конструкциях из профильного стекла и зазоров между оконной коробкой и стеной.

Мастики клеящие каучуковые КН-2 и КН-3 представляют собой пастообразную массу из хлорпренового каучука, смолы, наполнителей и растворителя. Они предназначены для приклеивания уплотняющих прокладок гернит и др. Каучуковые мастики относятся к токсичным и огнеопасным материалам.

Замазка оконная и универсальная морозостойкая предназначена для герметизации зазоров между переплетом и стеклом. Они представляют собой однородную массу, не содержащую комков. Составы замазок приведены в табл. 4.3. Универсальная замазка имеет белый или серый цвет.

Оконная замазка представляет собой массу серого, желтого или коричневого цветов. После перемешивания замазки в течение 5—10 мин она становится мягкой, пластичной, не прилипающей ни к рукам, ни к полу.



ГЛАВА 5. СТЕНЫ ЖИЛЫХ ДОМОВ

Для создания комфортных условий, сохранения долговечности и при ремонте зданий очень важен рациональный выбор ограждающих конструкций и, в первую очередь, наружных стен, которые должны обеспечить постоянный температурно-влажностный режим. В практике эксплуатации зданий теплопотери через стены составляют около 30% всех теплопотерь здания, но нередко превышают установленные нормы.

Существует большое разнообразие конструктивных решений наружных стен, о которых должен знать каждый, решивший собственными силами осуществить строительство, реконструкцию или ремонт здания.

5.1. КОНСТРУКЦИИ СТЕН ЖИЛЫХ ДОМОВ

В течение веков самым распространенным строительным материалом на Руси была древесина. Рубленые избы возводили всей семьей, и служили они помногу лет. Для русских трескучих морозов древесина была отличным материалом: в домах было сухо и тепло, а когда печь не топилась, дом остывал медленно. Постенно в массовом строительстве древесину стали вытеснять каменные материалы, однако в индивидуальном строительстве и по сей день одноэтажные и двухэтажные деревянные дома возводятся довольно часто.

Из многообразия применяемых в строительстве материалов наиболее гигиеничными и экологически чистыми являются конструкции из цельной древесины. В отличие от бруса у бревен не срезаются природные, самые плотные и устойчивые к поражению гнилями и грибами наружные

слои древесины, и внутренняя более рыхлая сердцевина оказывается защищенной.

Бревенчатые рубленые стены предпочтительно делать из хвойных пород. Их возводят из бревен, уложенных друг на друга горизонтальными рядами (венцами). Они связываются в углах врубками и образуют сруб.

Основными типами конструкции угловых врубок бревенчатых домов являются врубки с остатками ("в чашу") или без остатка ("в простую лапу") (рис. 5.1). В старину выступающие из плоскости стены врубки "в чашу" были характерны для деревенских построек и служили украшением здания. При сопряжении "в лапу" расходовалось меньше древесины, поэтому сопряжение "в лапу" считалось более целесообразным. Однако не следует забывать, что врубка "в чашу" служит дополнительной теплоизоляцией, значительно снижающей теплопотери углов здания.

Бревна для рубки дома готовят заранее: они должны быть сухими, очищенными от коры. Рекомендуется выбирать тщательно обработанные круглые бревна, их толщина в верхней части сруба должна быть 22 см (для зданий, строящихся в центральной полосе страны) и 24—26 см (для северных районов и Сибири).

Бревна соединяют врубками. По высоте каждого бревна делают паз. Венцы следует класть пазом книзу, чтобы в стену не попала вода. Затем венцы скрепляют вставными шипами (деревянными пластинками) (рис. 5.2,*а*), расположенными на расстоянии 1—1,5 м друг от друга, а по высоте — в шахматном порядке. В простенке должно быть не менее двух шипов (шкантов) длиной 10—12 см в каждом ряду. Шипы располагаются в пазах на расстоянии 20 см от проема. Толщина шипа 2,5, ширина — 12, диаметр — 2,5 см.

Бревна в стенах подбирают по толщине, укладывают комлями в разные стороны по высоте сруба и соединяют по длине вертикальным гребнем (рис. 5.2,*б*). Над стойками и косяками проемов на осадку стен оставляют зазоры, которые для уменьшения продуваемости заполняют паклей или другой теплоизолирующей прокладкой. Кроме того, для плотного соединения бревно осаждают ударами деревянного молота (барса) до плотного соединения с ранее уложенным. Самый нижний венец, опирающийся непосредственно на

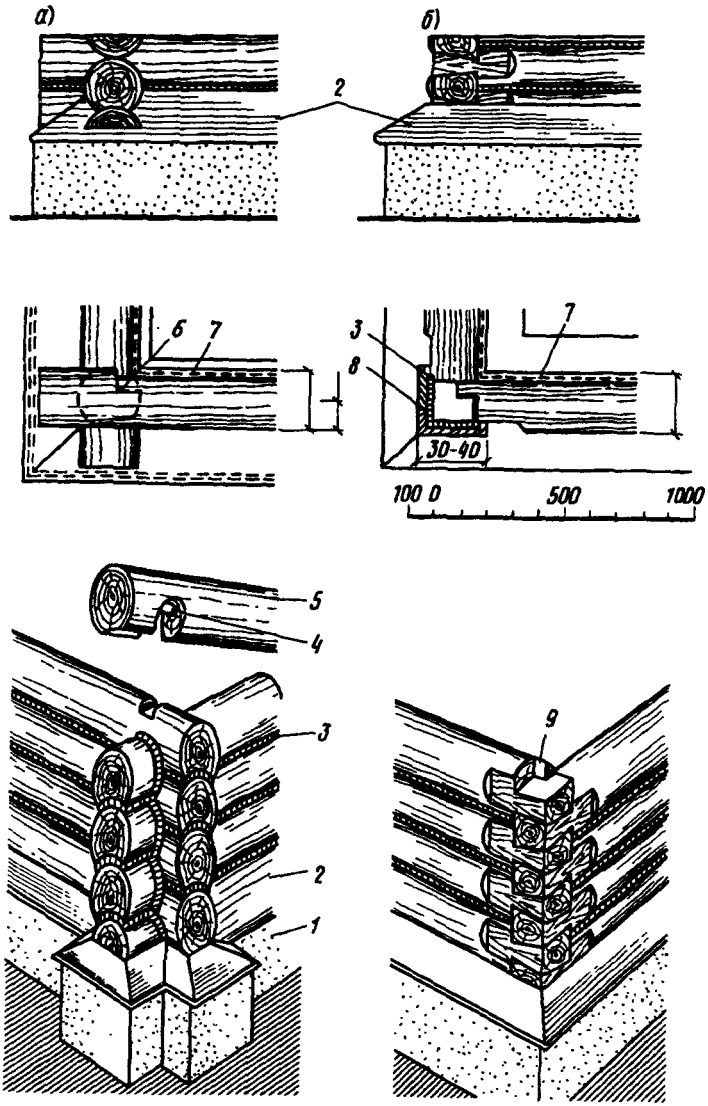


Рис. 5.1. Конструкции угловых врубок бревенчатых домов
а — врубка с остатком (в чашку); *б* — врубка без остатка (в лапу); *1* — цоколь; *2* — сливная доска; *3* — пакля; *4* — потайной шип; *5* — бревно; *6* — угловой шип; *7* — штукатурка по драни; *8* — угловая пилястра; *9* — коренной шип

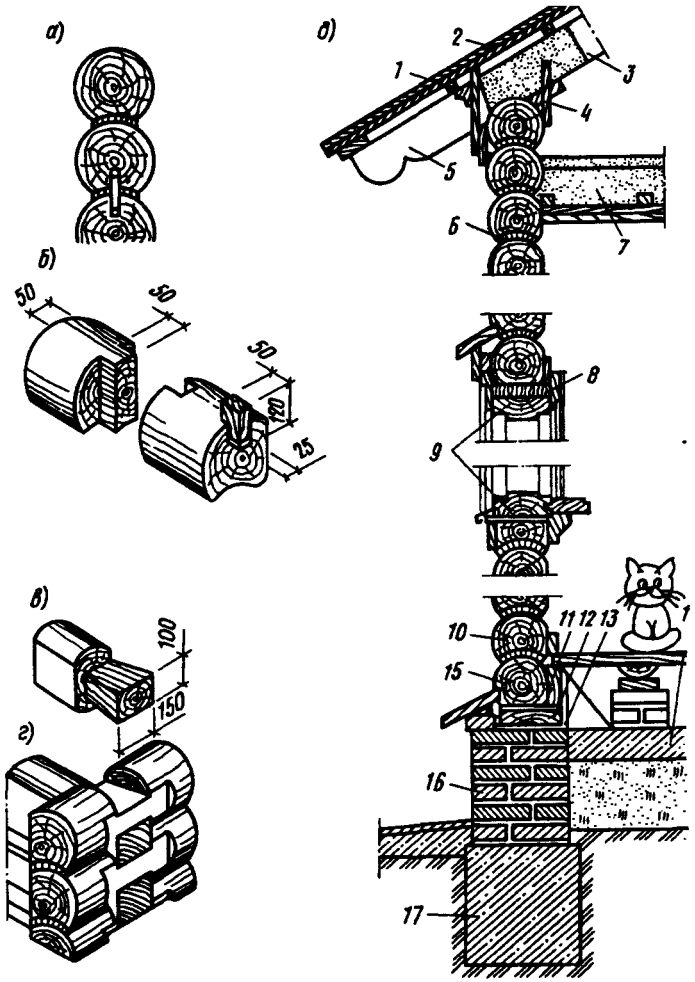


Рис. 5.2. Конструкции наружных рубленых стен

а — сплачивание венцов желобчатым пазом; *б* — сопряжение венцов гре-нем; *в* — сковородень; *г* — сопряжение наружной стены с внутренней; *д* — разрез по стене; *1* — обрешетка; *2* — дощатая кровля; *3* — стропильная нога; *4* — скоба; *5* — кобылка; *6* — паз между венцами, утепленный паклей; *7* — чердачное перекрытие; *8* — осадочный зазор с утеплением; *9* — верхний и нижний брусья оконной коробки; *10* — рядовой венец; *11* — доска; *12* — просмоленная прокладка; *13* — гидроизоляция; *14* — подготовка под поль на лагах; *15* — окладной венец; *16* — кирпичный цоколь; *17* — бутобетон-ный фундамент

Таблица 5.1. Толщина наружных рубленых стен жилых зданий

Расчетная температура наружного воздуха, °С	Толщина венцов, см	Ширина пазов, см
–20	18–20	11–12
–30	20–22	12–13
–40	24–25	13–14

фундамент, делают на 2,5—4 см толще других. Он называется окладным венцом.

Окладной и верхний венцы сращивают по длине прямым или косым замком, а промежуточные — торцевым шипом, располагая их вразбежку.

Балки так же, как и венцы, в пересечениях врубают сковороднем или "ласточкиным хвостом" (рис. 5.2,*в*, *г*). В проемах перерезанные венцы торцевыми шипами входят в пазы колоды проема. Над проемами или под балкой обязательно должен быть цельный венец. Венцы внутренних стен окантовывают с обеих сторон, венцы наружных стен — только с внутренней стороны.

Толщина наружных рубленых стен для жилых зданий в зависимости от расчетных температур наружного воздуха приведена в табл. 5.1. Венцы внутренних стен делают на 2 см тоньше с шириной паза в 8—9 см.

Максимальное расстояние между поперечными стенами не должно превышать 8 м. При расстоянии больше 8 м рубленые стены скрепляют сжимами, сделанными из брусков сечением 150х110 или 200х150 мм. Они препятствуют выпучиванию бревен. Эти сжимы отстоят на расстоянии 4—5 м друг от друга и от углов зданий или от поперечных стен. Брусья соединяют болтами диаметром не менее 16 мм, которые располагают по высоте через каждые 100—150 мм. Верхний и нижний болты ставят во вторых или третьих венцах сверху и снизу. Для обеспечения свободной осадки стен отверстия для болтов в сжимах делают в виде прорези, а гнезда для шипов вырубают с запасом по глубине на 2—3 см больше высоты шипа (см. рис. 5.2,*а*).

Из-за усушки древесины и уплотнения пакли в швах в первые два года сруб дает осадку, составляющую примерно 5% высоты стены. После окончания осадки рекомендуется еще раз проконопатить паклей швы между бревнами, а затем обшить досками торцы поперечных стен и углы. Иногда стены оштукатуривают по дранке.

Лучшими материалами для проконопачивания служат пенька и пакля, которую надо растрепать и очистить от излишней костры. Применяется также войлок, пропитанный формалином, но в этом случае необходимо периодически возобновлять пропитку. Иногда используют мох, торф и опилки, но они вызывают гниение древесины, а пересушенный мох крошится. Поэтому к этим теплоизоляционным материалам добавляют смесь из 10% известипушонки и 5% гипса. Смесь тщательно перемешивают и утрамбовывают. Ни в коем случае нельзя брать негашеную известь, так как она способствует возгоранию.

В качестве антисептиков можно применять фтористый натрий, деготь, антраценовое масло (см. п. 4.3). Обработка антисептиками и пастами, отравляющими микроорганизмы, которые вызывают гниение, производится опрыскиванием, обмазыванием или пропитыванием. Для защиты древесины от гниения и увлажнения используется также рулонная гидроизоляция (толь, рубероид) окладного венца с цоколем.

Окладные венцы располагают на 40 см выше планировочной отметки поверхности грунта и антисептируют. Для защиты окладного венца от гниения можно положить под него доску-подкладку толщиной 40—50 мм и шириной 30 мм. Ее надо антисептировать или покрыть с трех сторон, кроме верхней и торцовой, битумной мастикой или смолой-живицей. Можно обернуть доску с трех сторон двумя слоями рубероида и уложить гидроизоляцию.

Для обеспечения плотного прилегания нарезают полосы из рубероида или толя и, стыкуя впритык, укладывают их в два-три слоя. На окладной венец укладывают второй, а на него последующие. Для защиты нижней части сруба от атмосферных осадков во втором венце выбирают паз, в который вставляют сливную доску или полосу из кровельной стали. Ширина полосы должна быть такой, чтобы она нависла над цоколем на 50 мм (рис. 5.3). Цоколь обычно делают из обожженного керамического кирпича или из того же материала, что и фундамент (бута, бутобетона, бетона).

Стены из бревен требуют больших затрат и очень трудоемки. Более экономичны *брусчатые стены*. Их возводят из брусьев, сделанных на заводе, что дает возможность сократить расход древесины и использовать горбыли,

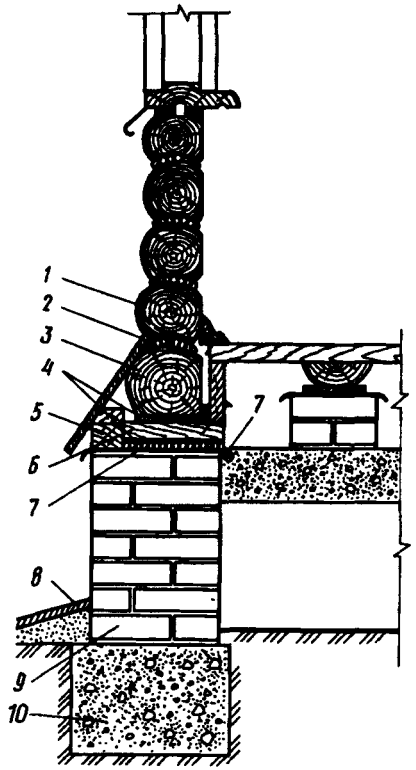


Рис. 5.3. Узел примыкания нижней обвязки рубленой стены к цоколю
1 — второй венец; *2* — сливная доска; *3* — окладной венец; *4* — прокладка из палкн; *5* — брусок для крепления слива; *6* — доска-подкладка; *7* — гидроизоляция из толя или рубероида; *8* — отмотка; *9* — цоколь; *10* — фундамент

опилки и другие отходы. Бревно под брусы опиливается на четыре канта сечением 180х180 или 150х150 мм для наружных стен и сечением 100х180 или 100х150 мм для внутренних стен в зависимости от климатических условий (табл. 5.2). Брусья соединяют на шкантах (шипах) (рис. 5.4,*а*). При изготовлении индустриальным методом брусья должны иметь все врубки для сопряжений и гнезда для шипов. При укладке брусьев между ними кладут смоленую паклю и швы проконопачивают. Необходимо оставлять зазоры над проемами на осадку стен, а через полтора-два года после окончания осадки еще раз тщательно проконопатить, сделать обшивку или оштукатурить.

Брусья укладывают рядами, которые на расстоянии 1,5—2 м сплачивают цилиндрическими деревянными наге-

Таблица 5.2. **Толщина внутренних и наружных стен брусчатых домов**

Расчетная температура наружного воздуха, °С	Толщина бруса стен, см	
	наружных	внутренних
−20	10	
−30	15	10
−40	18	

лями длиной 60 мм и диаметром 25—30 мм. Венцы стен находятся на одном уровне, сопряжение угла и примыкание стен осуществляется при помощи шипов и шпонок (рис. 5.4,*б*, *в*, *г*). Верхний и нижний венец сращивают косым или прямым замком, а промежуточные ряды — торцевыми шипами; места сращивания располагают вразбежку.

Во избежание выпучивания стены ее свободная длина должна быть не более 6,5 м, в противном случае необходимы сжимы по вертикали. Высота брусьев внутренних и наружных стен должна быть одинаковой. Чтобы отвести воду от горизонтального шва между брусьями, снимают фаску размером 20х20 мм с верхнего ребра.

При строительстве индивидуальных одно-, двухэтаэных домов широко используются в качестве наружных ограждений *деревянные каркасные стены* с утеплением плитами, рулонными или сыпучими материалами (рис. 5.5).

Каркасные стены по сравнению с рублеными более экономичны и требуют менее квалифицированного труда для возведения; в них сложные соединения на врубках заменены простейшими гвоздевыми.

Главным врагом каркасных стен является влага, скапливающаяся во внутренней полости каркаса. Она может проникать через щели и неплотности наружной обшивки во время косого дождя или сконденсироваться в толще утеплителя из водяных паров теплого воздуха, проникающих из отапливаемого внутреннего помещения, в холодный период года. Проникшая внутрь каркаса влага вызывает увлажнение и отсыревание утеплителя, что отрицательно сказывается на его теплозащитной способности. Следует отметить, что утеплитель, находящийся между двумя слоями обшивки, высыхает медленно и долго и быстро становится благоприятной средой для развития грибов и плесени, поражающих все деревянные элементы

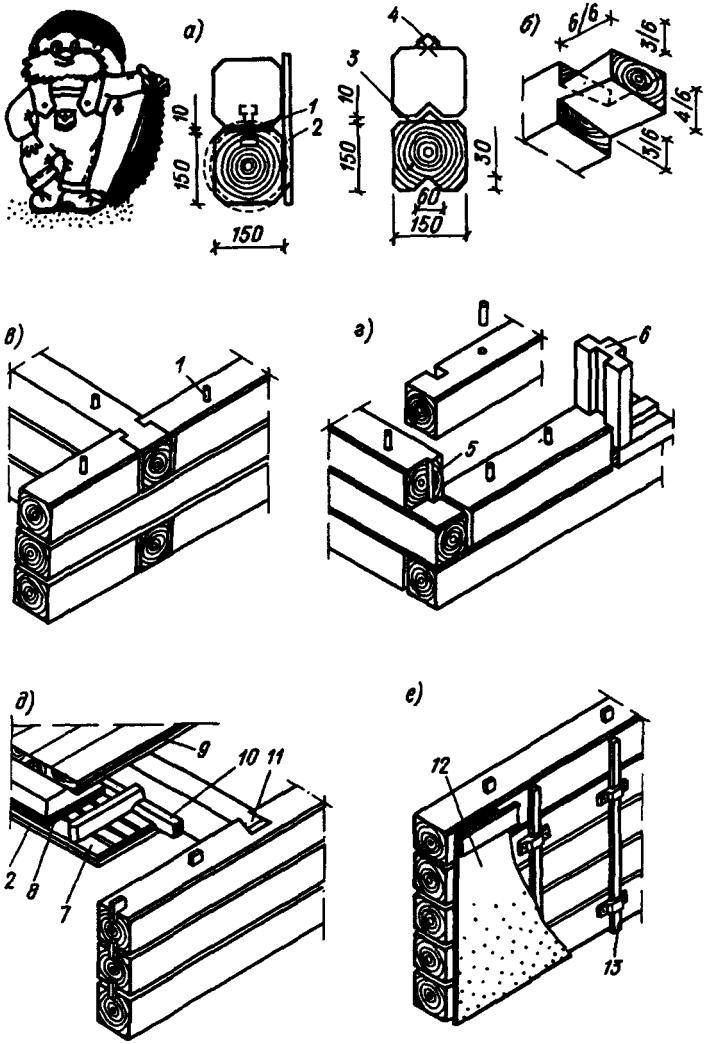


Рис. 5.4. Коиструкция стены брусчатого дома

а — детали стены; *б—г* — соединения брусьев стен; *д* — конструкция перекрытия и его сопряжение со стеной; *е* — облицовка брусчатых стен гипсокартонными листами по рейкам; *1* — шип; *2* — оштукатуривание по драни; *3* — пакля; *4* — рейка; *5* — коренной шип; *6* — оконная коробка; *7* — подшивка; *8* — звукоизоляция; *9* — настил пола; *10* — черепной брусок; *11* — врубка балки "ласточкиным хвостом"; *12* — обшивка стены; *13* — скользящая рейка

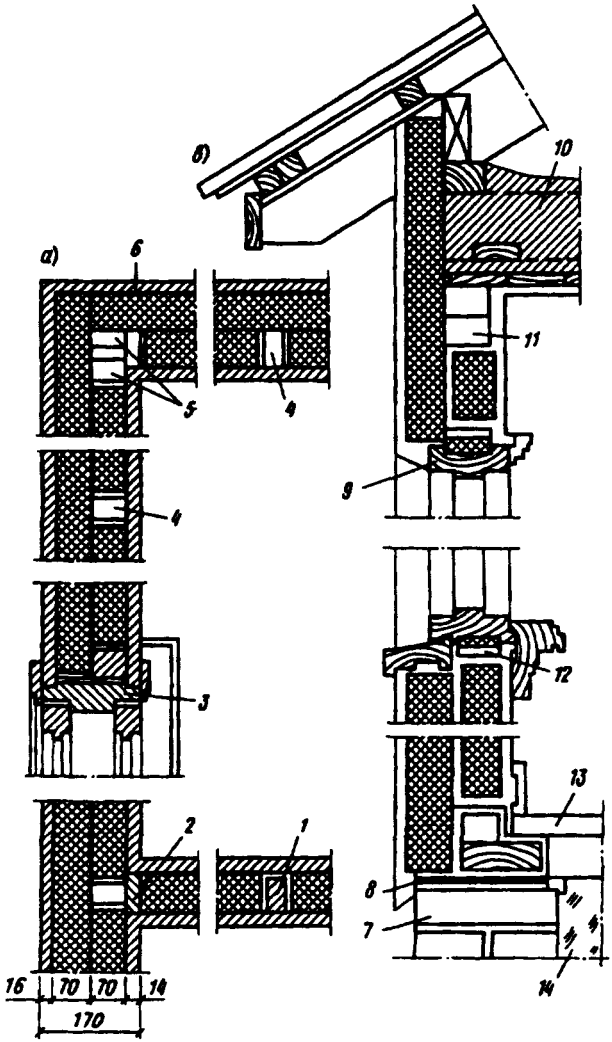


Рис. 5.5. Детали конструкций каркасного дома с утеплением стен фибролитовыми плитами

а — в плане; *б* — в разрезе; *1, 2* — стойки внутренней стены; *3* — оконный проем; *4* — рядовые стойки, *5* — угловые стойки каркаса; *6* — заполнение; *7* — цоколь; *8* — гидроизоляция; *9* — верхний брус оконной коробки; *10* — перекрытие; *11* — верхняя обвязка; *12* — брусок; *13* — пол; *14* — засыпка подполья

каркаса. К тому же дом, в котором отсырели стены, из "теплого" превращается в сырой, промозгло-холодный и неуютный. Поэтому при строительстве каркасных домов необходимо надежно защитить стены от проникновения в них влаги снаружи, водяных паров изнутри, а также от грунтовой влаги, поднимающейся вверх в результате капиллярного подсоса.

Наружная стена каркаса представляет многослойную конструкцию, каждый слой которой выполняет свои функции. Внутренняя дощатая обшивка служит основанием для отделки и обеспечивает жесткость. Расположенный за ней слой пароизоляции препятствует прониканию водяных паров внутреннего воздуха в толщу утеплителя, способствуя снижению его теплозащиты. Теплоизоляционный материал — плитный, рулонный или засыпной — заполняет полость между обшивками. Между утеплителем и наружной обшивкой устраивают слой картона или строительной бумаги для защиты стены от продувания. Наружная дощатая обшивка обеспечивает жесткость конструкции и защищает стену от атмосферных воздействий.

Каркас состоит из нижней обвязки, на нее устанавливают несущие и угловые стойки и насадки, которые опираются на стойки. Толщина конструкций заполнения определяет ширину частей каркаса. Стойки устанавливают в соответствии с размером заполнителя.

Возведение каркаса дома начинают с укладки нижней обвязки, которую делают из сухих хвойных досок размером 50x100, брусков сечением 100x100 см или бревен. Ее антисептируют и укладывают на цоколь или столбовые фундаменты. Обвязку изолируют таким же способом, как и окладной венец рубленых домов, и она играет ту же роль. Соединения на углах производят вполдерева прямым замком. Если балки пола врубают в обвязку, то она выполняется из двух венцов. На нее ставят несущие стойки каркаса, изготовляемые из брусков сечением 100x100 мм, а также промежуточные сечением 60x100 мм и длиной, равной высоте этажа. Сечение стоек внутренних стен 60x70 мм. Расстояние между несущими стойками каркаса 0,5—1,5 м. Элементы каркаса обычно соединяют гвоздями. Стойки с верхней и нижней обвязки соединяют шипами 5x5x5 см и крепят с каждого конца скобами с противоположных сторон. Нижнюю обвязку крепят к каменному

цоколю анкерами, сделанными из круглой стали диаметром 10—12 мм, длиной 40 см с тем расчетом, чтобы крюк анкера заходил в кладку на 30 м и более. Концы обвязок соединяются вполдерева.

На выровненную раствором поверхность цоколя укладывают гидроизоляционный слой из толя или рубероида. Для обеспечения необходимой жесткости устанавливают подкосы или раскосы. Подкосы врубают в стойки и обвязки лобовой врубкой, а раскосы — врубкой полусковороднем или прикрепляют гвоздями и болтами. Верхнюю обвязку укладывают по стойкам и соединяют с ними прямыми шипами 5х5х5 см (или штырями). Обвязка состоит из двух венцов. В нижний врубают балки перекрытия, а верхний — стропила. Для придания дому жесткости и устойчивости между стойками врезают дощатые подкосы заподлицо со стойками, а углы обшивают сухими досками или рейками, прибитыми под углом 45° к горизонту с шагом 200 мм.

Оконные и дверные коробки крепят к горизонтальным рейкам из досок 5х10 см, пришиваемых гвоздями к стойкам.

Собранный каркас обшивают. Для защиты стен от атмосферной влаги наружнюю обшивку делают с перекрываемыми вертикальными и горизонтальными стыками из профилированных досок типа вагонки, шпунтованных досок или строганого чистообрезного теса. Доски лучше прибивать горизонтально, вагонку — вплотную внутренним гребнем кверху, непрофилированные доски — внахлест со свесом друг над другом с учетом того, чтобы в случае коробления щели между досками были как можно меньше и в них не могла бы проникнуть влага (рис. 5.6). Одним из возможных решений является наружняя обшивка в виде экрана, находящегося на расстоянии 3—5 см от поверхности стены. При этом образуется вентилируемая воздушная полость, препятствующая скапливанию влаги. При таком конструктивном решении каркас с наружной стороны можно обшить твердыми древесно-волокнистыми плитами, на которые прибить вертикальные рейки или бруски, а по ним крепить наружнюю обшивку.

Для внутренней обшивки применяют доски, вагонку, гипсокартонные, древесно-волокнистые листы, древесно-стружечные плиты для внутренних помещений, фанеру.

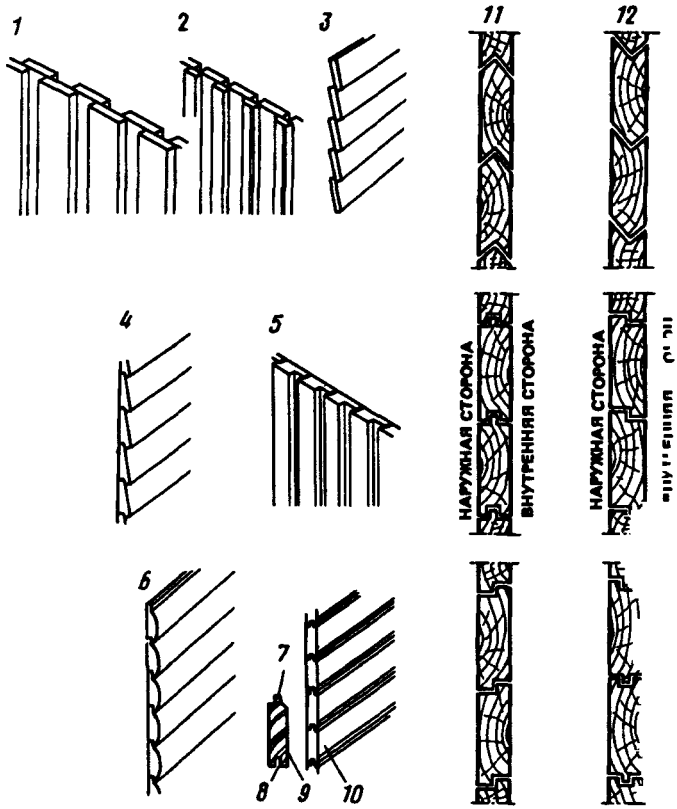


Рис. 5.6. Варианты облицовки фасада досками

1 — свободная вертикальная обшивка; *2* — то же, с накладными рейками; *3* — горизонтальная обшивка внахлест; *4* — обшивка в четверть; *5* — вертикальная полушпунтованная обшивка; *6* — обшивка шпунтованным горбылем "под бревно"; *7* — шпунт; *8* — паз; *9* — шпунтованная доска; *10* — шпунтованная обшивка; *11* — правильное расположение пазов и гребней досок при наружной горизонтальной обшивке; *12* — неправильное расположение пазов и гребней в наружной горизонтальной обшивке

Пространство между обшивками заполняют сыпучими или плитными хорошо просушенными теплоизоляционными материалами: шлаком, пемзой, керамзитовым гравием, а также опилками, торфом, мхом, соломой и т.п. Чем легче материал, тем ниже коэффициент теплопроводности и

лучше теплозащита. Если утеплитель влажный, то в конструкцию дома будет занесена сырость и ее невозможно будет устранить, так как изолирующие материалы трудно отдают влагу. Для предохранения органических теплоизоляционных материалов (мох, торф, опилки) от загнивания применяют антисептирование, о котором уже говорилось выше.

Используя сыпучий утеплитель, следует учитывать, что он со временем уплотняется и в верхней части здания образуются пустоты, что способствует быстрому охлаждению жилых помещений. Поэтому верхние доски обшивки следует крепить с расчетом на дополнительную засыпку. Подоконные доски рекомендуется делать выдвижными.

Помимо этого можно поднять стену с засыпным утеплителем на 20—30 см выше потолочных балок и полностью заполнить пустоты засыпкой, которая будет постепенно оседать.

При применении плитных утеплителей расстояния между вертикальными стойками должны быть равны ширине плит, которые крепят к стойкам каркаса двумя прижимными брусками сечением 20х30 мм. Их прибивают по всей длине стоек так, чтобы они образовывали пазы, в которые можно вставлять заранее вырезанные в плите гребни. Кроме того, плиты утеплителя можно прикрепить к стойкам гвоздями с шайбами из фанеры или кровельной стали. При заполнении промежутка между стойками двумя или тремя плитами стык между ними закрепляют вертикальной доской, пришитой к обвязке. В этом случае в обеих обвязках делают вырезы на ширину вертикальной доски. Для лучшей жесткости здания ставят стойки на расстоянии, равном ширине одной плиты. Места примыкания плиты к стойкам проконопачивают.

Для жилых зданий можно также применять каркасные стены с забиркой из бревен или брусьев. На обоих концах бревен или брусьев вырезают шипы, которые вставляют в пазы стоек. Бревна и брусья кладут на пакле, мхе или войлоке и устанавливают вставные шипы. Их толщину выбирают так же, как и для рубленых стен.

Хорошими теплозащитными качествами обладают стены из крупнопористого бетона. Его приготовляют из портландцемента марки 300-400 и крупного гравия или щебня крупностью фракций 10—20 мм. Песок для приготовления

Таблица 5.3. **Состав крупнопористого бетона**

Ограждающая конструкция	Марка бетона	Состав бетона по объему	Расход цемента марки 300 на 1 м³ бетона, кг
Монолитная стена одноэтажного здания	15	1:15	90
Монолитная стена двухэтажного здания	25	1:12	110
Стеновые блоки	35	1:10	130

крупнопористого бетона не используют. При приготовлении бетона в нем образуются пустоты, которые уменьшают теплопроводность и повышают сопротивление теплопередаче. Составы бетона для зданий различной этажности приведены в табл. 5.3.

Широкое распространение получило кирпичное домостроение. *Стены, выполненные из кирпича*, обладают достаточной прочностью, большой долговечностью, стойки к различного рода атмосферным воздействиям. Благодаря доступности материалов, небольшой массе отдельных камней и сравнительной простоте выполнения кладки дома из кирпичных и штучных каменных материалов индивидуальными застройками возводятся достаточно часто. В массовом строительстве на долю кирпичных домов приходится около 30%.

Отечественная промышленность выпускает кирпичи глиняные обыкновенные (размером 250x120x65 мм), утолщенные (толщиной 88 мм), модульных размеров (288x1378x63 мм), камни обычные (250x120x138 мм), укрупненные (шириной 250 мм) и модульных размеров (288x138x138 мм), а также камни с горизонтальным расположением пустот (250x250x120 мм).

Наибольшее распространение для кладки наружных стен получил обыкновенный глиняный кирпич, обладающий высокими влагостойкостью и огнестойкостью. Его можно применять при строительстве подземных и наземных частей здания, для кладки дымоходов, а также в постройках с повышенной влажностью внутреннего воздуха. Помимо обычновенного кирпича в строительстве применяют силикатный кирпич. Однако его применение ограничено строительством домов лишь с нормальной влажностью внутреннего воздуха. Он не годится при возведении фундаментов, цоколей, стен влажных и мокрых помещений.

Таблица 5.4. Состав кладочных растворов для кирпичной кладки цемент:известь или глина:песок

Марка цемента	Марка раствора	
	25	10
400	1:2:12	1:4:20
300	1:1,5:10	1:3:16
200	1:1:8	1:2:12
100	1:0,5:4	1:1:6

При возведении стен из кирпича используют известковые, цементные и смешанные (известково-цементные растворы).

Цемент, выпускаемый в настоящее время, чаще всего имеет марку 400. Со временем его прочность снижается: через полгода на 25%, через год на 35-40%, а через два года в два раза.

Как правило, при кладке кирпичных стен на цементно-песчаном растворе последний получается слишком прочным и жестким. Поэтому рекомендуется в раствор добавлять известковое или глиняное тесто. Поскольку для кладки несущих стен, столбов и штукатурки фасадов раствор должен иметь марку 25, то добавление в раствор извести или глины позволит его сделать более пластичным, удобоукладываемым и уменьшить расход цемента (табл. 5.4).

Известковые растворы целесообразны при кладке стен малоэтажных зданий, цементные — при возведении несущих стен, столбов, цоколей и т.п.

Кирпичные стены возводят из отдельных кирпичей, которые укладывают плашмя на слой раствора (постель). При этом образуется горизонтальный ряд. В кирпиче длинные боковые поверхности называются ложками, короткие — тычками (рис. 5.7). Толщина однородных кирпичных стен всегда кратна 1/2 кирпича. С учетом толщины вертикальных швов (0,8—1,5 см) кирпичные стены могут иметь толщину при кладке в 1/2 кирпича — 12 см, 1 кирпич — 25 см, $1^{1/2}$ кирпича — 38 см, 2 кирпича — 51 см, $2^{1/2}$ кирпича — 64 см, 3 кирпича — 77 см и т.д. Толщину горизонтальных швов принимают 1—1,5 см, при этом 13 рядов кладки составляют 1 метр.

Существует несколько видов кирпичной кладки. Наибольшее распространение получили двухрядная и шестирядная.

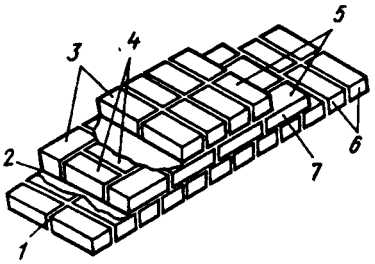


Рис. 5.7. Элементы кирпичной кладки
1 — вертикальный шов; *2* — горизонтальный шов; *3* — лицевая верста; *4* — забутка; *5* — внутренняя верста; *6* — тычковый ряд; *7* — ложковый ряд

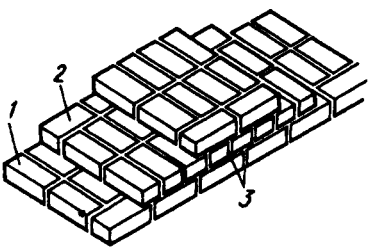


Рис. 5.8. Двурядная система кладки
1 — тычковый ряд; *2* — ложковый ряд; *3* — смещение вертикальных швов на четверть кирпича

В двухрядной системе кладки [однорядная цепная система перевязки (рис. 5.8)] тычковые ряды чередуются с ложковыми. При этом поперечные вертикальные швы перекрывают на 1/4 кирпича, а продольные (по ширине стены) — на 1/2 кирпича. Эта система кладки наиболее трудоемка.

В шестирядной системе кладки (многорядная система перевязки) (рис. 5.9) пять ложковых рядов чередуются с одним тычковым. В каждом ложковом ряду поперечные вертикальные швы перевязывают на полкирпича, а продольные вертикальные швы, образуемые ложками, перевязывают тычковыми рядами через каждые пять ложковых рядов. Эта кладка обеспечивает наибольшую производительность труда, так как она проще двухрядной.

В трехрядной системе перевязки (рис. 5.10) три ложковых ряда чередуются с одним тычковым. При этом вертикальные поперечные швы в трех смежных рядах не перевязывают.

Двухрядная система кладки обладает наибольшей прочностью, трехрядная система перевязки — наименьшей. Вне зависимости от системы кладки расходуется одинаковое количество кирпичей.

Толщина кладки зависит от назначения конструкции, расчетных зимних температур наружного воздуха, т.е. климатических факторов. Из кирпича выкладывают углы,

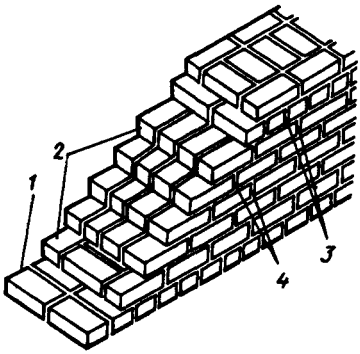


Рис. 5.9. Шестирядная система кладки
1 — тычковый ряд, *2* — ложковые ряды; *3* — смещение вертикальных швов на четверть кирпича; *4* — то же, на половину кирпича

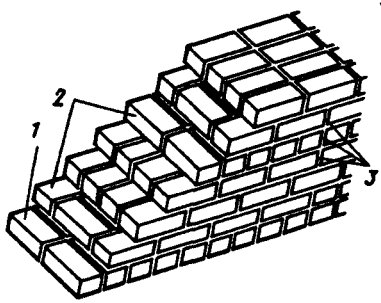


Рис. 5.10. Трехрядная система перевязки
1 — тычковый ряд; *2* — ложковые ряды; *3* — совпадение трех вертикальных швов

оконные и дверные проемы с четвертями, столбы, арки, своды.

Для перевязки швов необходим не только целый кирпич, но и его части. На наружную и внутреннюю поверхности стен всегда используют целый кирпич, а половинки, четвертушки и т.п. кладут в толщу стены — "на забутку" (см. рис. 5.7). Чтобы не было отклонений, возможных при туго натянутом причальном шнуре, при кладке лучше использовать опалубку. Она представляет собой вертикальные стойки по сторонам стены, к которым крепят обрезные доски толщиной 2,5—4 см. Стойки устанавливают так, чтобы расстояние между досками равнялось толщине стены. Выложив один ряд, доски опалубки поднимают на высоту другого ряда, чтобы верхняя плоскость кирпича была на одном уровне с кромкой доски. Кладку ведут, обязательно соблюдая перевязку.

Если поверхность стены должна быть оштукатурена, то кладку ведут впустошовку, не доводя раствор по вертикальной поверхности стены на 1—1,5 см, а в швы вставляют проволоку с концами, выступающими из стены. Если стены не штукатурят, то швы выполняют врасшивку — заподлицо с поверхностью, расстилая раствор

так, чтобы он выдавливался из швов и снимался с поверхности стены.

Недостатком сплошной кирпичной кладки из обыкновенного строительного кирпича является большой вес кладки и высокая теплопроводность, приводящая к необходимости возведения очень толстых стен.

Теплозащитные качества сплошных кирпичных стен повышаются, если кладку вести не на цементно-песчаном растворе, а использовать растворы с "теплыми" заполнителями (типа шлака, золы, туфа), имеющими малую плотность и низкий коэффициент теплопроводности.

Перспективным направлением повышения теплозащиты кирпичных стен является использование облегченных керамических кирпичей и камней с пустотами. Благодаря наличию пустот, а также отработанной технологии их производства коэффициент теплопроводности при плотности материала 800—1000 кг/м^3 составляет 0,2—0,35 Вт/(м·°С), что значительно меньше, чем у обыкновенного глиняного или силикатного кирпича. Это позволяет уменьшить толщину и повысить теплозащиту наружного ограждения.

Кладка из пустотелого кирпича не отличается от обычной и ведется обязательно с перевязкой швов.

В настоящее время промышленность выпускает керамические и силикатные камни (рис. 5.11). Размеры одного камня (250x120x138 мм) соответствуют двум кирпичам, уложенным друг на друга. Предусмотренные пустоты, заполненные воздухом, обладающим низким коэффициентом теплопроводности, позволяют увеличить теплоизолирующую способность стены. Укладывают камни, располагая пустоты вертикально. Камни с несквозными пустотами укладывают пустотами вниз. Для возведения наружных стен жилых зданий возможно использование утолщенного кирпича (80x120x250 мм) с расположенными в нем пустотами (рис. 5.11,*б*), а также бетонного камня (390x190x188 мм) с щелевидными пустотами (рис. 5.11,*в*). Камни укладывают пустотами вниз, а кладку ведут с перевязкой швов.

Благоприятное влияние на температурно-влажностный режим стен оказывает смешанная кладка. Это кладка, выполненная из двух видов каменного материала. Можно производить смешанную кладку из керамического или

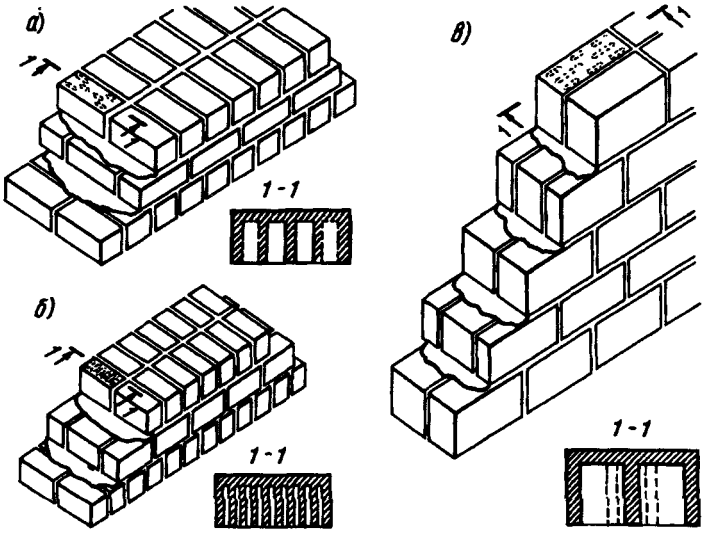


Рис. 5.11. Кладка из керамических камней (*а*), из утолщениого кирпича с пустотами (*б*), из бетонных камней

силикатного камня и кирпича (рис. 5.12). Начинают кладку с выкладывания тычкового ряда камней, затем из кирпича делают два внутренних ряда по двухрядной системе перевязки.

Помимо использования облегченных камней со щелевидными пустотами, теплых растворов и смешанных кладок для повышения теплозащитных характеристик кирпичные стены выполняют из облегченных кладок. В них часть кирпича внутри стены заменана легким бетоном, легкобетонными вкладышами, плитами из эффективного утеплителя или засыпкой. Облегченная кладка превращает однородную кирпичную стену в трхслойную конструкцию, состоящую из двух параллельных стенок в 1/2—1 кирпич и расположенного между ними утеплителя.

Для обеспечения совместной работы слоев облегченной кладки устраивают поперечные горизонтальные диафрагмы в виде сплошного ряда через каждые пять рядов кладки по вертикали или вертикальные кирпичные стенки —

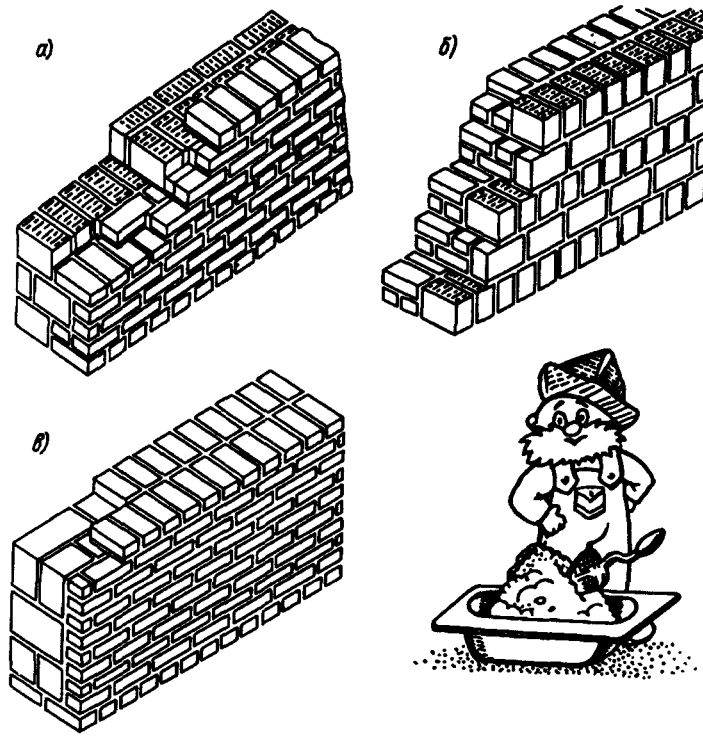
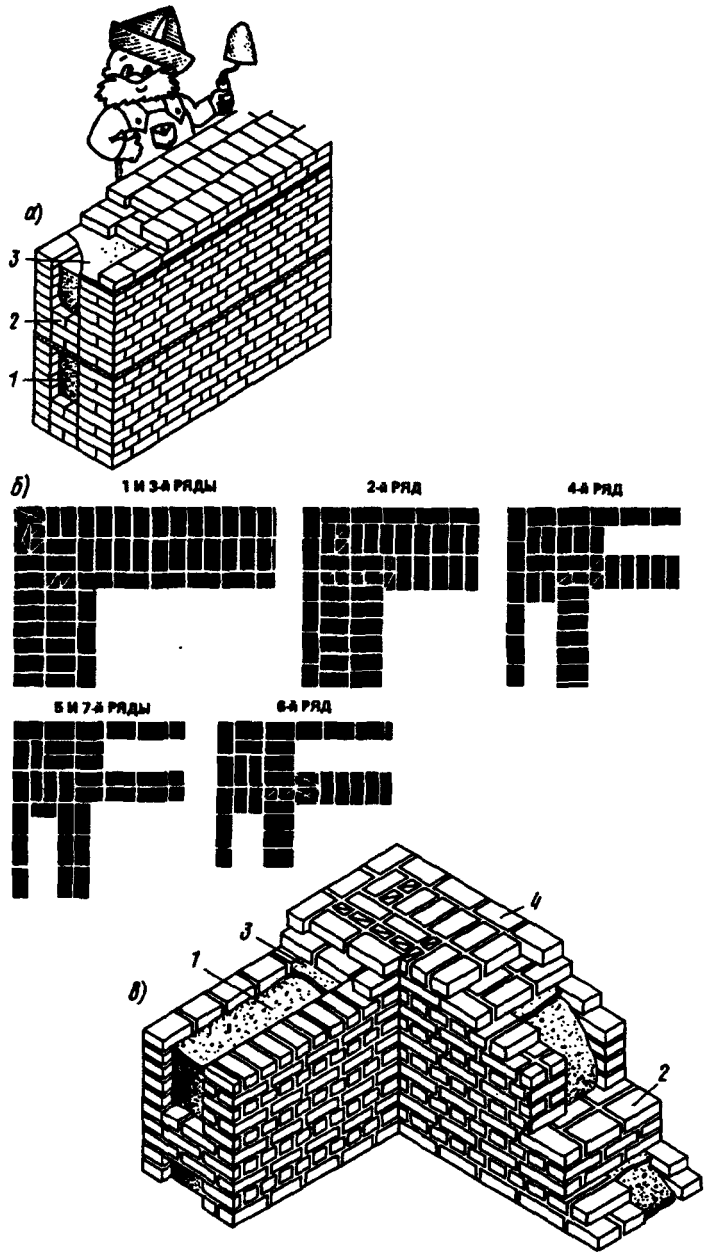


Рис. 5.12. Смешаиная кладка
а — из керамического камня и кирпича; *б* — кирпича и камня; *в* — из бетонных камней и кирпича

диафрагмы, расположенные с шагом 0,65—1,17 м. Наибольшее распространение получили несколько видов кладок.

Кладку с трехрядными диафрагмами (рис. 5.13) применяют для строительства домов высотой до трех этажей. При ее выполнении внутреннюю и наружную кирпичные стенки перевязывают через пять рядов по высоте тремя горизонтальными рядами сплошной кладки. Пространство между ними заполняют легким бетоном, шлаком или другим утеплителем.

Колодцевая кладка может быть использована при возведении индивидуальных домов высотой 1—2 этажа


а)
3
2
1
б)
1 И 3-Й РЯДЫ
2-Й РЯД
4-Й РЯД
5 И 7-Й РЯДЫ
6-Й РЯД
в)
1
3
4
2

(рис. 5.14). Колодцевая кладка представляет собой две продольные кирпичные стены, соединенные друг с другом вертикальными диафрагмами. Толщину внутреннего и наружного слоев из условий прочности принимают в 1/2—$1^{1/2}$ кирпича, между которыми располагают утеплитель — легкий бетон, шлак или другой материал.

При заполнении "колодца" сыпучими материалами через 5—6 рядов по высоте следует устраивать стяжку из раствора, армированного проволочной сеткой для предупреждения просадки утеплителя и обеспечения совместной статической работы слоев кладки.

При заполнении "колодца" плитным утеплителем желательно, чтобы между ним и наружным слоем кладки оставалась воздушная прослойка. Плиты утеплителя фиксируют в кладке обрезком того же утеплителя. Зазор можно заполнить также минеральными добавками. Между утеплителем и наружным слоем кладки прокладывают слой строительного картона или пергамина, который препятствует продуванию стены, а между утеплителем и внутренним слоем — пергамин или рубероид с тем расчетом, чтобы сопротивление паропроницанию внутреннего слоя было выше наружного. При применении материалов с высоким сопротивлением паропроницанию делать это не следует. Для предотвращения проседания утеплителя под горизонтальными диафрагмами укладывают полосы эффективного утеплителя на толщину, не превышающую половину толщины всего слоя засыпки.

Кирпично-бетонную анкерную кладку применяют при возведении домов высотой до четырех этажей. Она представляет собой две параллельные кирпичные стены, в пространстве между которыми укладывают легкий бетон. Тычковые кирпичи выступают внутрь кладки в бетон и являются своего рода анкерами, соединяющими бетон и кирпич в единую конструкцию. Глухие части стен можно связывать через 2—3 м сплошными вертикальными диафрагмами толщиной в 1/2 кирпича (рис. 5.15).

Рис. 5.13. Кладка с трехрядиыми диафрагмами

а — фрагмент кладки; *б* — порядковая раскладка кирпичей при кладке прямого угла стены с трехрядными диафрагмами; *г* — угол кладки с трехрядными диафрагмами; *1* — утеплитель (легкий бетон); *2* — диафрагма из трех рядов кладки; *3* — растворная стяжка; *4* — участок сплошной кладки

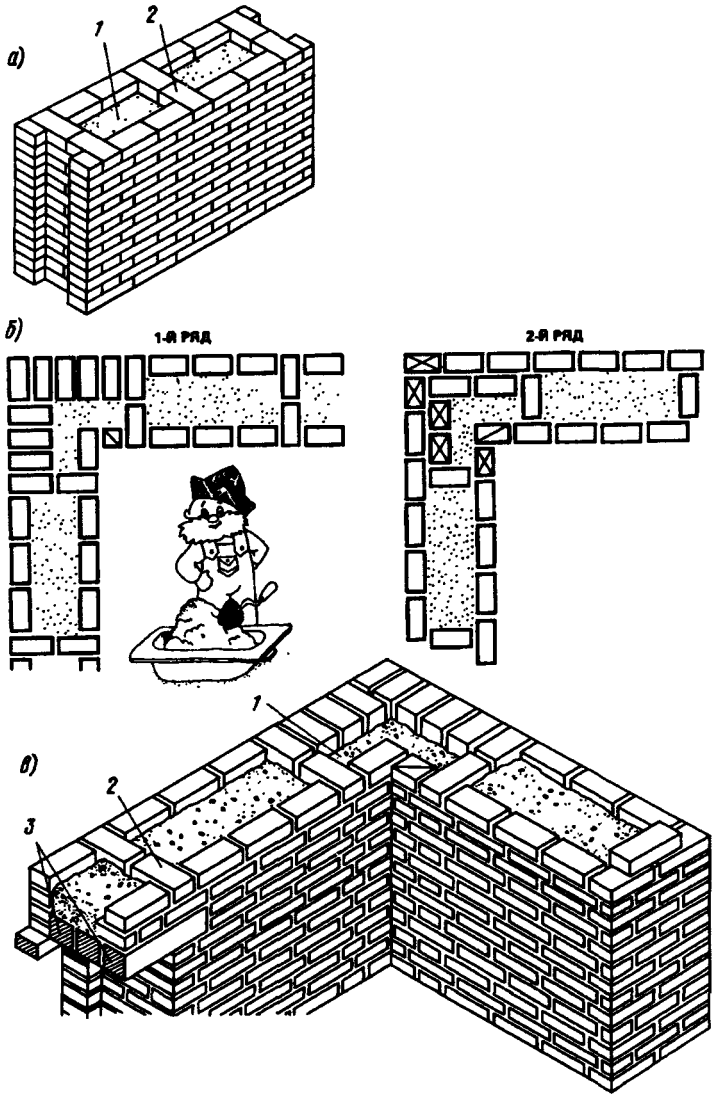


Рис. 5.14. Колодцевая кладка

а — фрагмент кладки; *б* — порядковая раскладка кирпичей при кладке прямого угла стены; *в* — угол стены колодцевой кладки; *1* — утеплитель; *2* — дифрагма из тычковых кирпичей; *3* — перемычки

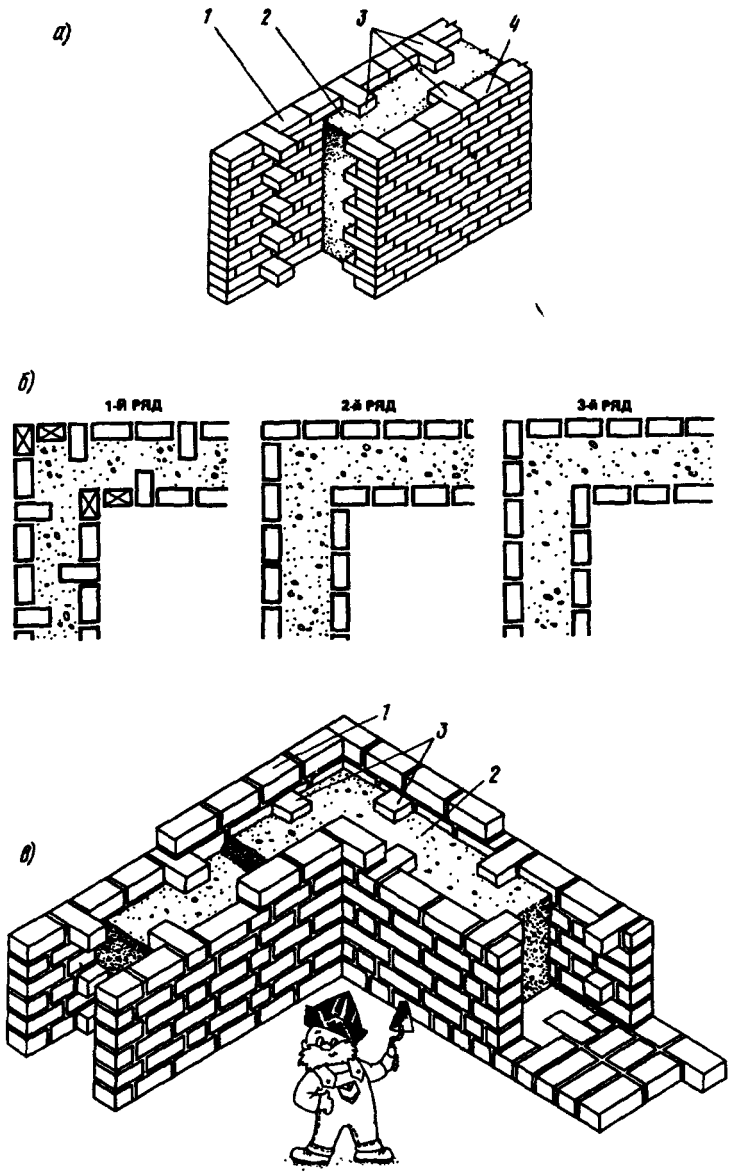


Рис. 5.15. Бетонно-анкерная кладка

а — фрагмент кладки; *б* — порядковая раскладка кирпичей при кладке прямого угла; *в* — угол стены; *1* — наружная верста; *2* — утеплитель (легкий бетон); *3* — анкерные тычки

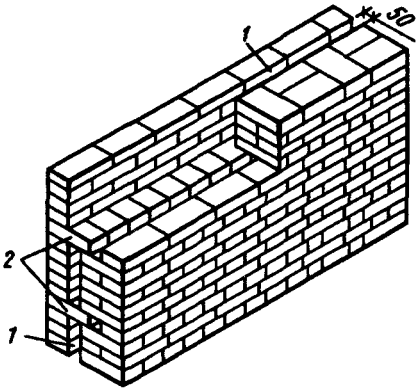


Рис. 5.16. Кладка с воздушной прослойкой
1 — воздушная прослойка; *2* — перевязка тычками

Кладку с воздушной прослойкой (рис. 5.16) толщиной до 50 мм делают в стенах зданий высотой до пяти этажей. Воздушную прослойку располагают ближе к наружной поверхности стены. Воздух, находящийся в прослойке, значительно повышает теплозащитные характеристики стен. Для увеличения теплозащиты и уменьшения теплопередачи конвекцией воздушной прослойки ее высоту целесообразно ограничивать через пять рядов тычковыми кирпичами.

При использовании в кладке теплоизоляционных плит (рис. 5.17) пространство между наружным рядом кладки и зубаткой заполняют плитным утеплителем типа минераловатных плит, непопласта на синтетических смолах и др. При этом образуется своего рода утепленный шов, который для обеспечения благоприятного температурно-влажностного режима стены располагают ближе к наружной поверхности. Через каждые пять рядов по высоте утеплитель разделяют тычковыми рядами.

При жестких плитных или блочных утеплителях с большой гигроскопичностью разработан вариант кладки с вентилируемой воздушной прослойкой. Вентиляция должна быть в пределах высоты этажа, для вывода сорбционной воды в нижней части диафрагмы устраивают слив из рубероида. В наружном слое кладки вертикальные швы кирпичами, лежащими на сливе, не заполняют.

В последнее время в практике сельского и индивидуального строительства стали использоваться стеновые панели. Их применение позволяет уменьшить сроки воз-

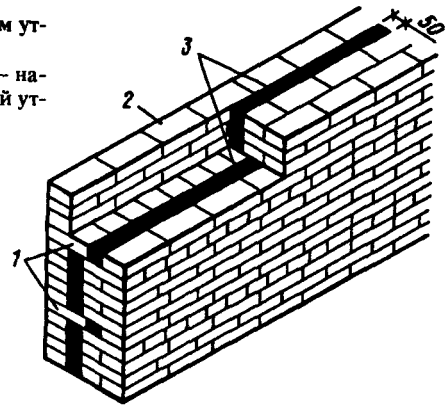


Рис. 5.17. Кладка с плитным утеплителем
1 — перевязка тычками; *2* — наружная верста; *3* — плитный утеплитель

ведения дома, однако требуются краны, сварочные агрегаты, использование квалифицированной рабочей силы и т.п.

В настоящее время в строительстве используются *однослойные стеновые панели* из легкого или ячеистого бетонов: керамзитобетона, перлитобетона, шлакобетона, золоперлитобетона.

Понятие "однослойная панель" — условно. В действительности, так называемая "однослойная панель" состоит из основного конструктивного слоя из легкого или ячеистого бетона, расположенного между внутренним отделочным и наружным защитно-отделочным слоями (рис. 5.18).

Внутренний отделочный слой выполняют из тяжелого раствора плотностью 1800 кг/м^3 толщиной 15 мм для защиты основного слоя панели от отсыревания из-за проникания в него паров внутреннего воздуха.

Наружный или фасадный защитно-отделочный слой легкобетонных панелей делают толщиной 10—25 мм из паропроницаемых материалов — бетонов, растворов, керамических и стеклянных плиток, обеспечивая необходимую водонепроницаемость. Защитно-отделочный слой панели из ячеистого бетона выполняют из растворов плотностью 1200—1400 кг/м^3, плиток, покрывают красками. Повышение теплозащитных характеристик однослойных панелей ведут снижением плотности легкого бетона с 1400 кг/м^3 до 700—900 кг/м^3, применением ячеистого бетона и других высокоэффективных теплоизоляционных материалов.

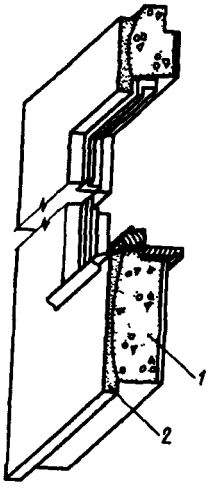


Рис. 5.18. Однослойная бетонная панель наружных стен
1 — конструктивно-теплоизоляционный бетон; *2* — защитно-отделочный слой

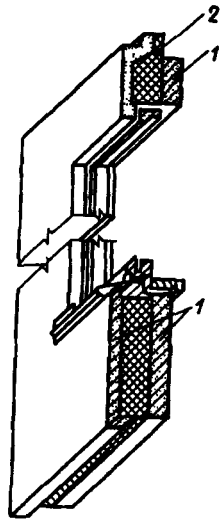


Рис. 5.19. Трехслойная панель
1 — конструктивный бетон; *2* — эффективный утеплитель

Одним из способов повышения теплозащитной способности однослойных панелей из легких бетонов (плотностью γ = 1000—1200 кг/м^3) является использование термовкладышей из различных утеплителей плотностью 500—600 кг/м^3 — крупнопористого керамзитобетона [= = 600 кг/м^3, теплопроводностью λ = 0,26 Вт/(м·°С)], газобетона [γ = 400 кг/м^3, λ = 0,15 Вт/(м·°С)], жестких минераловатных плит [γ = 150 кг/м^3, λ = 0,075 Вт/(м·°С)], пенополистирола ПСБ-С [γ = 40 кг/м^3, λ = 0,05 Вт/(м·°С)], что позволяет повышать сопротивление теплопередаче в 1,5 раза.

Наибольшее распространение в строительстве жилых домов получили однослойные панели, несколько меньше — трехслойные.

Трехслойные бетонные панели имеют два конструктивных слоя из тяжелого или легкого бетона (внутренний или наружный) и заключенный между ними

утепляющий слой (рис. 5.19). В качестве утепляющего слоя применяют материалы плотностью менее 400 кг/м^3 в виде блоков, плит или матов из минеральной или стеклянной ваты на синтетическом связующем, полистирольного пенопласта, фибролита, пеностекла. Начинают применять для утепления панелей заливочные пенопласты, полимеризующиеся во внутренней полости панели.

Толщина внутреннего и наружного конструктивных слоев должна приниматься из соотношения 1,2:1, препятствуя скапливанию влаги в толще утеплителя. Для этого также можно использовать пароизоляцию из фольги, рубероида и т.п., располагая их между слоем утеплителя и внутренним конструктивным слоем.

Бетонные слои панели соединяют гибкими или жесткими связями, обеспечивающими единство всех слоев панели и отвечающими требованиям прочности, долговечности и теплозащиты.

Жесткие связи между слоями представляют поперечные армированные ребра, отформованные из тяжелого или легкого бетона. Их преимущество состоит в жесткости соединения слоев, защите арматуры от коррозии, возможности применять утеплители различных типов. В то же время жесткие ребра являются теплопроводными включениями, снижающими теплозащиту панели, могут привести к выпадению конденсата на самих ребрах и в зоне их влияния на внутренней поверхности стены. Для избежания этого толщину ребер назначают не более 40 мм, внутреннего отделочного слоя — 80—120 мм. В результате этого распределение температуры по внутренней поверхности панели становится более равномерным и снижается вероятность понижения температуры на внутренней поверхности панели ниже точки росы.

В настоящее время в практику строительства внедрена конструкция трехслойной керамзитобетонной панели на жестких связях (в виде обрамляющих ребер из керамзитобетона) с коэффициентом теплопроводности керамзитобетона не более 0,65 Вт/(м·°С) с эффективным утеплителем из пенополистирола.

Панели на "гибких" связях выпускаются различной толщины с наружным и внутренним слоем из тяжелого бетона и теплоизоляционным слоем из ячеистого бетона, стекловатных и минераловатных плит на синтетическом

связующем, цементного фибролита и полистирольного пенопласта. Наиболее эффективным утеплителем является полистирольный пенопласт. Наличие "гибких" металлических связей вместо жестких железобетонных ребер позволяет улучшить температурный режим внутренней поверхности ограждения и повысить температуру внутренней поверхности глухих простенков на 4—5°С и в зоне оконных откосов на 2—3°С. Приведенное сопротивление трехслойных панелей на "гибких" связях с утеплителем из ПСБ-С толщиной 100 мм составляет 1,42 $м^{2}.°С/Вт$, что позволяет снизить в два раза теплопотери через эти ограждения по сравнению со стенками из выпускаемых ранее панелей с железобетонными ребрами.

Одним из способов повышения теплозащиты наружных ограждений является устройство вентилируемых стен. Эффект использования вентиляции в толще ограждения состоит в том, что воздух, необходимый для вентиляции помещения, проходя через воздушные каналы в наружных стенах, нагревается и в помещение поступает уже с более высокой температурой. Таким образом происходит частичная утилизация теплоты, теряемой через ограждение. Исследования показали, что внедрение в практику строительства наружных стен с вентилируемыми каналами позволит экономить 30% тепла, теряемого через ограждения.

Для возведения стен малоэтажных зданий часто используют *легкие бетоны на основе шлака, керамзитового гравия или песка, опилок, камыша, соломы.* Стены из этих бетонов легкие, имеют хорошие теплозащитные качества, требуют меньшего расхода дорогостоящего цемента и могут возводиться на строительной площадке монолитными с помощью разборной опалубки (рис. 5.20).

Для повышения теплоизоляционных свойств наружных стен их можно возводить с внутренними пустотами или вкладышами из легких материалов. Для этих целей хорошо использовать куски пенопласта, в том числе оставшийся упаковочный материал и прокладки от теле-, радио, видиоаппаратуры, бытовой техники; старые газеты, скомканные в виде шариков диаметром 5—10 см; маленькие пакеты из-под молока и соков.

Из легких бетонов можно изготовить стеновые блоки с хорошими теплозащитными характеристиками

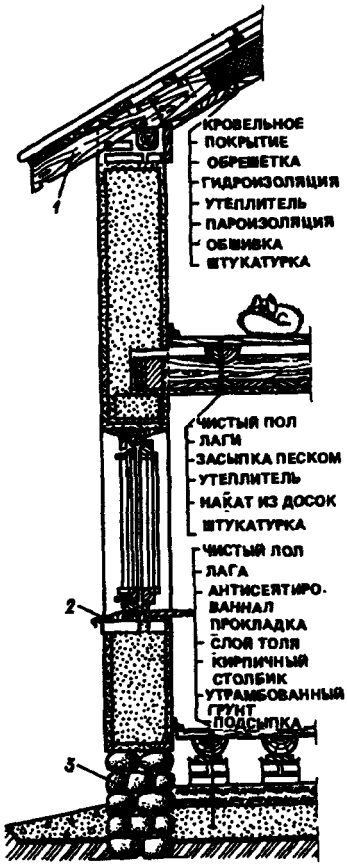


Рис. 5.20. Монолитные стены из легкого бетона
1 — карниз; *2* — слив из оцинкованной стали; *3* — цоколь

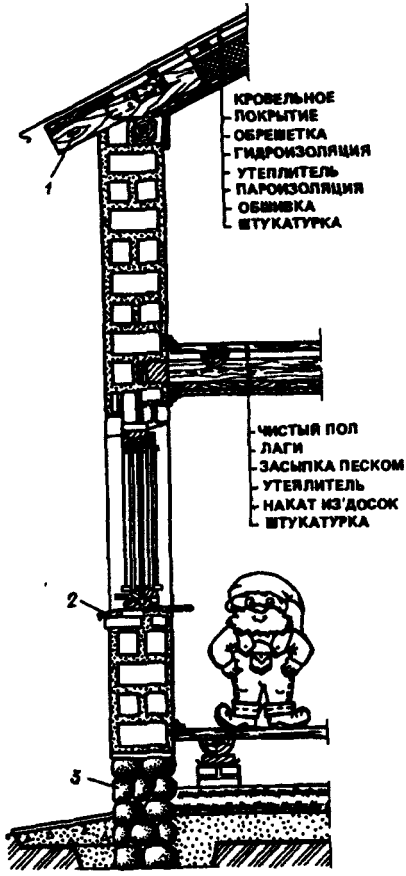


Рис. 5.21. Стены из блоков
1 — карниз; *2* — слив из оцинкованной стали; *3* — цоколь

(рис. 5.21). Например, опилкобетон медленно твердеет, набирает прочность в течение почти что трех месяцев и при возведении монолитных стен долго сохраняет деформируемое состояние. Рациональнее из опилкобетона изготовлять сухие стеновые блоки, которые потом можно использовать для возведения стен. Блоки изготовляют в разборных формах. Для этого делают опилкобетон,

Таблица 5.5. Состав опилкобетона по объему

Марка опилкобетона через 90 сут	Цемент марки		Известь или глина	Песок	Опилки	Плотность опилкобетона, кг/м³
	200	400				
5	1	–	1	–	10	400–500
	–	1	1,5	–	15	300–400
10	1	–	0,5	1	8	700–800
	–	1	1	1,5	12	600–700
15	1	–	–	2	6	1000–1100
	–	1	0,5	2,5	9	900–1000
25	1	–	–	3	4	1300–1400
	–	1	–	3	6	1200–1300

смешивают при этом цемент, опилки, известь или глину, добавляя воду из лейки маленькими порциями. Готовая смесь при сжатии в кулаке должна образовывать комок без появления воды. Состав опилкобетона приведен в табл. 5.5.

Размеры блоков выбирают с учетом толщины стен. Однако следует иметь в виду, что блоки толщиной свыше 20 см плохо сохнут, а массой более 20 кг неудобно поднимать. Блоки из опилкобетона марок 5 и 10 используют в качестве утеплителя, марок 15 и 25 для стен.

Хорошую теплозащиту обеспечивают стены из крупных и мелких блоков из ячеистого бетона автоклавного твердения. Потери тепла через них в среднем на 25% ниже, чем через кирпичные стены.

Хорошо зарекомендовали себя в усадебном строительстве домики, стены которых выполнены из газосиликатных блоков. Применение стандартных блоков толщиной 15—20 см и шириной 50—60 см значительно облегчает строительство. Блоки из газосиликатного бетона легкие, просто обрабатываются, имеют малую теплопроводность. Их укладывают на цементном растворе. Стены, возведенные из таких блоков, обладающих большой пористостью, необходимо отделывать с внутренней и наружной сторон. Отделка позволит защитить от проникания в толщу стены водяных паров внутреннего воздуха и атмосферных осадков

Таблица 5.6. Теплозащитные характеристики наружных стен для условий Подмосковья

Конструкция наружной стены	Приведенное сопротивление теплопередаче, $м^2 \cdot {}^{\circ}C/Вт$	Теплопотери, $Вт/м^2$
Из эффективного кирпича толщиной 0,51 м	0,9	47,9
Кладка из мелких ячеистых блоков толщиной 0,3 м	1,22	35,2
Кладка из легкобетонных щелевидных блоков толщиной, м:		
0,4	0,89	48,3
0,5	1,06	40,6
Кладка из двух рядов легкобетонных пустотелых блоков толщиной 0,2 м каждый с утеплителем из пенополистирола толщиной 0,1 м	2,5	17,2
Деревянная каркасная стена с утеплителем из пенополистирола толщиной 0,1 м с обшивкой из сухой штукатурки и кладкой в 1/2 кирпича	2,2	19,5

снаружи, что положительно скажется на теплозащитных качествах стен из газосиликатных блоков.

Теплозащитные характеристики стен различных конструкций приведены в табл. 5.6.

5.2. УСТРОЙСТВО ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ

Для повышения теплозащитных характеристик наружных стен при строительстве и ремонте зданий весьма распространено устройство дополнительных слоев теплоизоляции с наружной или внутренней стороны ограждения. Теплоизоляционный материал, повышая сопротивление теплопередаче стены, оказывает большое влияние на влажностный режим ограждения. Неправильно установленный утеплитель может привести к снижению санитарно-гигиенических характеристик стены и всего помещения, вызвав значительное повышение влажности.

В связи с этим перед описанием конструктивных вариантов повышения теплозащиты стен рассмотрим

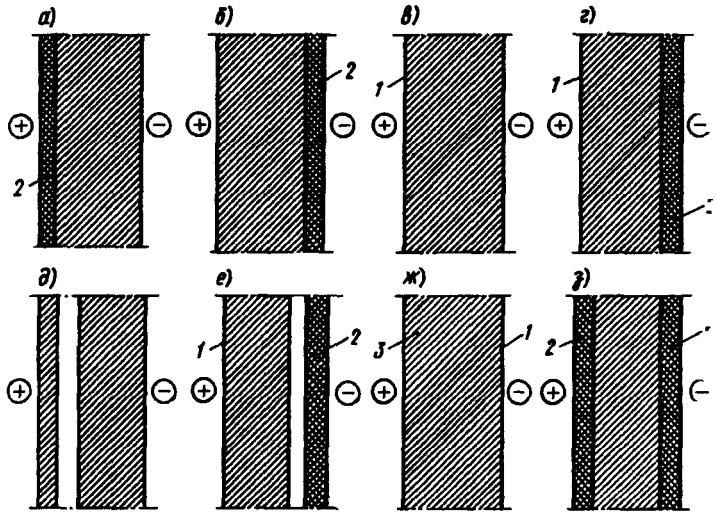
принципиальные схемы расположения утепляющих слоев, позволяющие судить о характере конденсационного увлажнения ограждения.

В однородном, беспустотном, достаточно паропроницаемом ограждении типа кирпичной, бревенчатой или брусчатой стены с одинаковой теплозащитой по всей ее площади в помещениях с нормальным температурно-влажностным режимом переувлажнения не наблюдается.

При установке на стене теплоизоляционного слоя с внутренней стороны происходит изменение ее влажностного режима (рис. 5.22, *а*). Внутренний слой значительно легче, чем материал существующего ограждения, и свободно пропускает пар, что приводит к скапливанию влаги в толще стены на границе с утеплителем. Помимо этого теплоизоляция задерживает поступление теплоты из помещения в ограждение, вызывая понижение температуры внутри стены. Поэтому повышается влажность стены при одновременном понижении ее температуры, что способствует образованию конденсата на небольшой глубине от внутренней поверхности. Для примера такого неудачного расположения теплоизоляционного материала можно привести кирпичную стену в 1,5 кирпича, утепленную изнутри слоем пенобетона толщиной 5 см.

При расположении теплоизоляционного слоя с наружной стороны (рис. 5.22, *б*) стена становится более теплоустойчивой. Паропроницаемый утеплители не дает скапливаться влаге, обеспечивая естественную просушку ограждения. Благодаря расположению изоляции снаружи ограждения стена аккумулирует теплоту, так как утеплитель задерживает ее в ограждении, изолируя от холодного наружного воздуха и повышая температуру в толще стены. Естественная диффузия водяных паров и повышенная температура ограждения положительно сказываются на теплотехнических характеристиках ограждения.

Однако при таком расположении теплоизоляция довольно скоро разрушается из-за выветривания и инсоляции, увлажняется дождем и мокрым снегом. Устройство поверх утеплителя дополнительного слоя из прочного пароизоляционного материала типа известковых штукатурок или керамических плиток позволит значительно уменьшить отрицательное воздействие атмосферы.



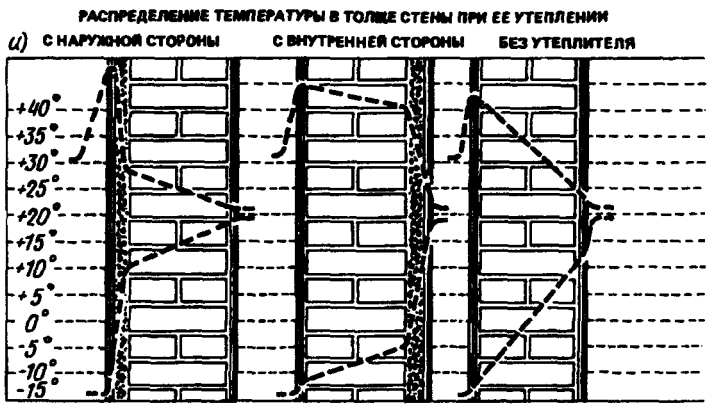


Рис. 5.22. Принципиальные схемы утепления наружных стен и распределение температуры в стене при утеплении их снаружи и изнутри
1 — слой пароизоляции; *2* — теплоизоляционный слой

Слой пароизоляции на внутренней поверхности стены уменьшает количество водяных паров, поступающих в ограждение из помещения, а в ряде случаев полностью защищает от проникания влаги и образования внутреннего

конденсата. Такое решение может быть рекомендовано в первую очередь для деревянных стен, подверженных разрушению грибком (рис. 5.22, *в*).

При устройстве пароизоляции из внутренней поверхности стены и утеплителя с защитным слоем на наружной поверхности теплозащитные характеристики ограждения значительно увеличиваются. Однако при этом, как и в предыдущем варианте, в некоторых случаях возможно образование поверхностного конденсата на пароизоляционном слое. Примером такой конструкции является кирпичная стена, окрашенная изнутри масляной краской и отделанная снаружи известковой штукатуркой (рис. 5.22, *г*).

Повысить теплозащиту можно за счет создания в конструкции замкнутой воздушной прослойки. Если воздушная прослойка располагается близко от внутренней поверхности (рис. 5.22, *д*), то происходит отрицательное для стены изменение температурно-влажностного режима, т.е. явление, во многом аналогичное тому, с чем приходится сталкиваться при утеплении стены изнутри.

Устройство с внутренней стороны пароизоляции препятствует проникаю в воздушную прослойку водяных паров внутреннего воздуха и повышает теплозащиту стены. Поэтому целесообразно располагать воздушную прослойку ближе к наружной поверхности стены. Благодаря такому расположению заполненная воздухом, имеющим низкий коэффициент теплопроводности, прослойка значительно повышает теплотехнические качества ограждения. Устройство пароизоляции с внутренней поверхности стены при наличии прослойки (рис. 5.22, *е*) позволяет не допустить увлажнение конструкции изнутри и существенно повысить ее теплозащиту.

Установка пароизоляции одновременно с внутренней и наружной сторон препятствует высыханию материала конструкции и способствует скапливанию влаги в толще ограждения. В связи с этим такое решение недопустимо в первую очередь для деревянных стен, а также для стен первых этажей, где возможен подсос влаги. Не давая влаге испаряться ни наружу, ни внутрь, пароизоляция способствует переувлажнению материала, повышению его коэффициента теплопроводности, снижению сопротивления теплопередаче и промерзанию стен в холодное время года, а также поражению грибками (рис. 5.22, *ж*).

Малоудачным с теплотехнической точки зрения является и утепление конструкции одновременно с наружной и внутренней стороны (рис. 5.22, *з*). Кроме того, возможные повреждения наружной теплоизоляции приводят к тому, что конструкция начинает "работать" так же, как и в случае расположения утеплителя изнутри.

При выборе типа теплоизоляции наружных стен следует учитывать режим работы отопительной системы, а также продолжительность и интенсивность проветривания (рис. 5.22, *и*).

При эпизодическом проживании в зимнее время на даче или в летнем домике отопительная система работает не все время, а периодически. Поэтому теплоизоляцию стен целесообразно устроить с внутренней стороны: при включении отопления дом прогревается быстрее, так как внутренняя теплоизоляция не пропускает теплоту наружу и стены с наружной стороны остаются холодными. При постоянном проживании система отопления работает без перерывов и утепление стен лучше производить с наружной стороны: каменная кладка будет аккумулировать теплоту, а наружная теплоизоляция защитит стены от теплопотерь. При этом парообразная влага, проникающая в толщу стены из отапливаемых помещений, не будет скапливаться в ограждении, а самостоятельно удаляться наружу через паропроницаемый утеплитель.

Рассмотренные схематически варианты утепления наружных стен с учетом их преимуществ и недостатков позволили разработать конструктивные мероприятия, позволяющие повысить теплозащиту дома.



5.3. УТЕПЛЕНИЕ СТЕН ИЗНУТРИ

Если наблюдается промерзание стены в одном или нескольких местах, то стену утепляют с внутренней стороны по всей ее плоскости. При образовании в результате промерзания мокрых пятен стену утепляют с внутренней стороны раствором "теплой" штукатурки толщиной 30 мм. Штукатурку устраивают по тканой сетке, обеспечивающей прочное сцепление теплоизоляционной штукатурки.

Утепление внутренней стены целесообразно проводить в пределах целой комнаты. Это препятствует распространению влаги за границы поврежденной зоны. При утеплении стен изнутри нужно обеспечить пароизоляцию, защищающую от увлажнения парами внутреннего воздуха отремонтированный участок.

При утеплении стен раствором изнутри сначала следует срубить существующую штукатурку. Если старую штукатурку оставляют на стене и по ней устраивают новую, то для лучшего сцепления раствора с поверхностью необходимо укрепить на стене арматурный каркас, натянуть сетку и по ним оштукатурить стену теплоизоляционным составом.

В настоящее время в строительной практике широко применяют тканые или плетеные металлические сетки с ячейками размером не более 50х50 мм. Считается, что тканая сетка обеспечивает менее прочное сцепление из-за того, что плотно ложится на поверхность и не образует требуемой шероховатости. Поэтому нередко под такую сетку предварительно набивают дрань или, что еще лучше, узкие рейки толщиной 5 мм. Между ними и сеткой образуется пространство, в котором хорошо удерживается штукатурка. Сетку нужного размера натягивают и прибивают

гвоздями длиной 5—7 см через каждые 10 см в шахматном или квадратном порядке. При забивании гвоздей оставляют кусок длиной 1,5—2 см, который загибают, прижимая им сетку. Таким образом крепят сетку под штукатурку стен и потолков.

При оштукатуривании поверхности наносят по очереди три слоя: обрызг, грунт и накрывку.

Обрызг всегда набрасывают сплошным слоем толщиной 3—9 мм без пропусков. Перед его нанесением поверхности каменных, бетонных и деревянных стен хорошо смачивают водой. Для обрызга приготовляют жидкий раствор, который при набрасывании с силой ударяется о поверхность и затекает во все шероховатости и поры поверхности, хорошо сцепляется с ней и прочно удерживает на себе тяжесть от грунта и накрывки.

Грунт образует необходимую толщину штукатурки и выравнивает имеющиеся неровности. Для него приготовляют густой тестообразный раствор. При большой толщине штукатурки грунт наносят несколькими слоями по 1,5—2 см каждый, так как при большей толщине он может сползать. Если оштукатуривают стены бастросхватывающимися густыми растворами (известков-гипсовыми), то толщина слоя грунта может быть большая. Первый слой грунта следует наносить путем набрасывания, оставшиеся слои — набрасыванием или намазыванием.

Накрывку наносят на грунт в виде жидкого раствора слоем толщиной 2—4 мм. Она выравнивает поверхность, образуя гладкий слой раствора. Для накрывки лучше всего приготовлять раствор из мелкого песка, просеянного через сито с ячейками 1,5х1,5 мм.

В табл. 5.7 и 5.8 приведены составы растворов для выполнения штукатурных работ — набрызга, грунта и накрывки.

При оштукатуривании помещений с повышенной влажностью и наружных стен используют цементные и цементно-известковые растворы.

При ремонте и утеплении небольших участков штукатурный раствор можно намазывать, а не набрасывать. При этом он должен быть достаточно густым. Поверхности стен, подлежащие утеплению штукатуркой, перед началом работ должны быть хорошо смочены водой.

Таблица 5.7. Составы штукатурных растворов для отделки помещений с относительной влажностью не более 60% (в частях по объему)

Растворы	Штукатурный слой		
	обрызг	грунт	накрывка
Известковые (известь:песок)	1:2,5–1:4	1:2–1:3	1:1–1:2
Известково-цементные (цемент:известковое тесто:песок)	1:0,5:4–1:0,7:6	1:0,7:3–1:1:5	1:1:2–1:1,5:3
Известково-гипсовые (известь:гипсовое вяжущее:песок)	1:0,3:2–1:1:3	1:0,5:1,5–1:1,5:2	1:1:0–1:1,5:0

Таблица 5.8. Составы штукатурных растворов

Растворы	Штукатурный слой		
	обрызг	грунт	накрывка
Цементный (цемент:песок)	1:2,5–1:4	1:2–1:3	1:1–1:1,5
Цементно-известковый (цемент:известковое тесто:песок)	1:0,3:3–1:0,5:5	1:0,7:2,5–1:1:4	1:1:1,5–1:1,5:2

Устраивать штукатурку за один раз толстым слоем нельзя, так как это может привести к сползанию раствора. Кроме того, это может привести к образованию большего количества трещин на поверхности стены.

Если наносят тонкий слой раствора, то при кирпичных стенах его толщина должна быть не меньше 5 мм, иначе сквозь штукатурку будут просвечивать швы кладки в виде клеток, которые останутся даже после покраски поверхности известковой или клеевой краской.

При отделке деревянных поверхностей толщина штукатурки должна быть не менее 25 мм. Это вызвано тем, что раствор наносят на прибитую к стене дрань, которая

при короблении разрывает тонкий слой штукатурки и образует в ней трещины.

При образовании наледей или инея в местах промерзания проводят утепление с помощью теплоизоляционных плит или теплоизоляционных растворов.

Для устройства дополнительного слоя из плитного утеплителя применяют различные плитные материалы — полистирольный пенопласт, минераловатные, фибролитовые, древесно-стружечные плиты, бетонные плитки. Сначала внутреннюю поверхность стены очищают от обоев или окраски и дают ей просохнуть. После этого сверлят углубления диаметром 20 мм и глубиной 50—70 мм, в которые забивают деревянные пробки на цементном или гипсовом растворе. На поверхности стены устанавливают предварительно антисептированные деревянные рейки. В качестве антисептика применяют 10%-ный раствор кремнефтористого натрия или медного и железного купороса и др. Рейки, толщина которых зависит от требуемой толщины утеплителя, прибивают к деревянным пробкам с шагом, равным ширине применяемых плит. Между рейками в распор устанавливают теплоизоляционный материал. Плиты можно приклеить к поверхности составом, состоящим из цемента и поливинилацетатной эмульсии (которую берут в количестве 20% массы цемента), а также битумной мастикой, синтетическим клеем.

Возможно крепление плит утеплителя с помощью деревянных дранок, прибиваемых к рейкам, или с помощью лент шпагата или проволоки, натянутых на рейки.

Вертикальную пароизоляцию выполняют из рубероида, прокладочного гидроизола, кровельного пергамина, битумной мастики. Их наносят на плиты утеплителя и рейки сплошным слоем.

Облицовочные слои (древесно-волокнистые или древесно-стружечные плиты, листы сухой штукатурки) прибивают гвоздями к деревянным рейкам. При устройстве сухой штукатурки гвозди забивают так, чтобы они не прорывали листов и не выступали над их поверхностью. Их забивают по периметру листов, не доходя 2 см до края. Листы облицовки должны доходить до основания пола и сверху закрываться плинтусом. Швы между листами отделки шпатлюют лентами из марли шириной 100 мм. Прошпатлевывают и шляпки гвоздей для предупреждения появления

пятен, а также зазоры между листами и плинтусом. Ширина заделки швов не должна превышать 6 мм. Облицованную стену красят или оклеивают обоями в соответствии с существующей отделкой комнаты.

Утепление стен изнутри часто делают плитами из ячеистого бетона размером 250х400 мм и толщиной 50—170 мм. Их крепят на цементно-песчаном растворе толщиной около 3 мм с помощью оцинкованных гвоздей. Гвозди забивают по углам плит, отступая от края на 50 мм. После установки плит швы между ними заполняют на всю толщину раствором. Сверху выполняют отделку цементно-песчаным раствором, после высыхания которого стену окрашивают или оклеивают обоями в соответствии с существующей отделкой комнаты.

Утеплить стену изнутри можно с помощью древесно-волокнистых плит — мягких и твердых. Для этого на стене устраивают каркас из деревянных брусков и реек, как уже было описано выше. На каркас сначала укрепляют мягкие древесно-волокнистые плиты, а затем твердые. Мягкие листы служат утеплителем, а жесткие препятствуют прониканию водяных паров воздуха в толщу стены. Сверху плиты окрашивают или оклеивают обоями.

В качестве утепления с внутренней стороны применяют перлитобетон толщиной 20—25 мм, керамзитобетон толщиной 50—70 мм, поризованный цементно-песчаный раствор толщиной 15—30 мм.

Для утепления с внутренней стороны можно использовать и известково-перлитовую штукатурку, приготовляемую из гашеной извести, перлитового песка с добавлением цемента. Растворы выполняют при соотношении извести, цемента, перлитового песка — 1:1:6; 2:1:8; 2:1:10.

Известково-перлитовую штукатурку наносят на поверхность традиционным методом. Однако для лучшего сцепления на поверхность стены сначала набрызгивают цементное молоко. После его затвердевания наносят следующие слои. Накрывочный слой целесообразно замешивать на мелком песке, чтобы его легко было затереть. Следует иметь в виду, что при оштукатуривании толстым слоем требуется дополнительная подготовка — набивка гвоздей и оплетение их проволокой или натягивание сетки.

Утепление внутренней поверхности стены можно проводить напылением пенополиуретана. Этот метод разрабо-

тан в Академии коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова и может быть использован в жилых домах при использовании малогабаритной механизации. Перед началом напыления к поверхности стены крепят деревянные антисептированные бруски, толщина которых соответствует толщине напыляемого слоя утеплителя. После напыления к ним прибивают листы сухой штукатурки или другого материала и устраивают пароизоляцию. Полученную поверхность также можно оштукатурить по сетке штукатуркой или цементно-песчаным раствором. В заключение поверхность отделывают.

Одним из эффективных методов повышения теплозащиты стен является устройство воздушной прослойки. Для этого на поверхность стен крепят толстые рейки, к которым прибивают древесно-стружечные плиты, затем по ним устраивают отделку помещения.

Использование блестящей алюминиевой фольги, обращенной в воздушную прослойку, позволяет повысить теплозащитные качества утепляемой стены приблизительно вдвое за счет отражения лучистой составляющей теплового потока. Фольгу прикрепляют к древесно-стружечным или гипсокартонным листам на поверхность, обращенную внутрь воздушной прослойки. Подготовленные таким образом листы крепят к прибитым к стене деревянным рейкам.

Со временем в стенах жилых домов появляются трещины, которые возникают в результате неравномерной осадки грунта. Появившиеся трещины снижают теплозащиту ограждения и повышают воздухопроницаемость. Если образовавшиеся в кирпичной стене трещины имеют небольшую ширину (менее 5—6 мм), то их заделывают цементным раствором, состоящим из 1 части цемента и 3 частей песка.

Небольшую щель или трещину можно заделать жгутами, сделанными из простой ткани. Замочив в цементном растворе, их скручивают жгутами толщиной по ширине щели и засасывают этот жгут в щель. Помимо цементного раствора для заделки щелей можно использовать пасту "Карболат", твердеющую в течение суток (для деревянных или оштукатуренных поверхностей) или развести состав "Мастерок" и, вымешав, нанести его на увлажненные кромки трещины и заделать ее.

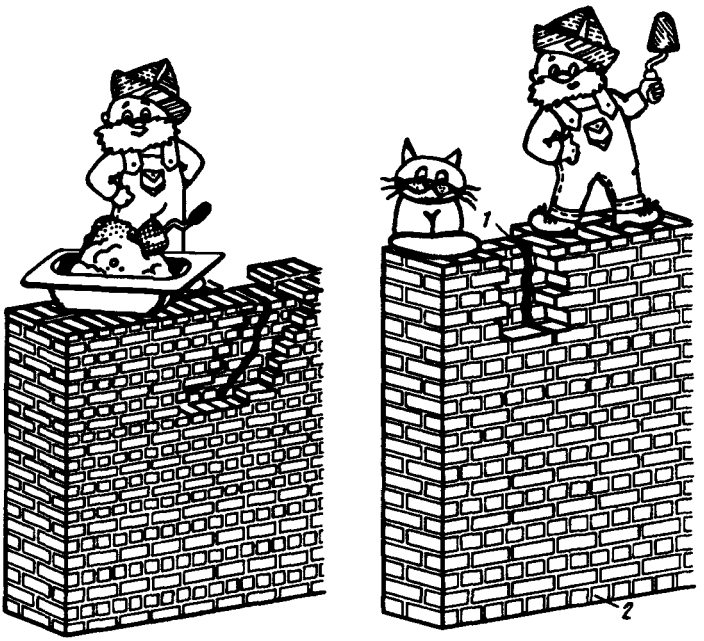


Рис. 5.23. Заделка трещин в кирпичной стене
1 — трещина; *2* — кирпичная кладка

При образовании широких трещин приходится разбирать старую кирпичную кладку и устраивать новую. В этом случае сначала вдоль трещины разбирают кладку на глубину в 1/2 кирпича с наружной и внутренней стороны стены, оставляя нетронутой существующую кладку в толще стены. После разборки образовавшиеся ниши (пустоты) заделывают кирпичом, обязательно обеспечивая перевязку участков старой и новой кладки (рис. 5.23). Однако это очень трудоемкий способ. Проще заделать трещины раствором.

Для утепления деревянные стены можно обшить тесом. Это позволит не только повысить теплозащиту дома, но и защитить конопатку от разрушения. Образовавшиеся между бревнами сруба и тесом воздушные прослойки благоприятно скажутся на теплотехническом режиме стены.

Возможно утепление сруба гипсокартонными листами, которые крепят к брускам, прибитым к наружной поверхности стены. Отверстия для крепления следует просверливать, а не пробивать. От пробивки плиты раскалываются.

Для повышения теплозащиты деревянных стен их можно отделать с внутренней стороны штукатурным раствором. Обычно штукатурку устраивают на деревянных стенах по драни штучной или щитовой. Щитовая дрань используется при оштукатуривании больших площадей, а штучная — при малых объемах работ.

Перед началом набивки дрань сортируют для нижних простильных рядов и верхних выходных рядов. Для простильных рядов используют дрань худшего качества — кривую, узкую толщиной не менее 3 мм. Между верхней дранью, уложенной на простильную, и поверхность стены образуется пространство, в которое затекает раствор и происходит прочное сцепление. При меньшей толщине драни раствор не всегда сможет под нее проникнуть и сцепление будет недостаточным. Для выходных рядов выбирают прямую ровную дрань толщиной не более 5 мм и шириной 15—20 мм. При большей ширине дрань коробится, если она меньше 10 мм, то при забивании гвоздей колется.

Набивку простильной драни начинают с низа стены под углом 45° к полу в среднем через каждые 45 мм. Набив один-два ряда по высоте стены, начинают крепить выходную дрань под углом 90° к простильной и 45° к поверхности пола. Простильную дрань набивают двумя гвоздями по концам, чтобы удержать ее от падения. Выходную дрань сначала прибивают по концам двумя гвоздями — одним перпендикулярно стене, другим под углом 45° к поверхности, при этом острие направлено к концу драни, чтобы обеспечить ее натяжение. затем в выходную дрань вбивают еще гвозди через каждые две простильные. Для прибивки драни используют штукатурные гвозди длиной 15, 30 или 40 мм. Устанавливать гвоздь надо по центру драницы, Сухую дрань обязательно надо смочить, чтобы она не кололась. Если она все-таки колется, то гвозди надо вбивать в шахматном порядке.

Соединяют концы драниц с зазором в 2—3 мм. Нельзя устраивать их впритык или с нахлестом во избежание

вспучивания штукатурки и образования трещин на ее поверхности.

При набивке щитов драницы располагают под углом 45° к поверхности пола. При изготовлении щитов на верстаке располагают сначала простильный, а потом выходной ряд и сбивают драницы штукатурными гвоздями, выпуская их наружу на 4—5 мм. Готовый щит прибивают к поверхности стены гвоздями, которые были вбиты в него во время сборки через два пересечения драниц. Помимо этого необходимо прибить их концы.

Для лучшего утепления деревянной стены штукатурку по драни устраивают по теплоизоляционным материалам — войлоку, мешковине, рогоже. Преимущество этого способа заключается в том, что эти материалы, защищают от сильного намокания доски, препятствуя их короблению и предохраняя от растрескивания штукатурку.

Полотнища таких материалов — рогожки, мешковины — стыкуют друг с другом внахлестку, чтобы навешенный кусок заходил на другой на 2—3 см. Обрезают утолщенные кромки, нарезают кусками нужного размера. Если используют толстые материалы, то их соединяют впритык, чтобы не образовывались утолщенные швы, и прибивают гвоздями. Гвозди забивают примерно на полдлины, оставшуюся часть загибают.

При использовании для утепления войлока его предварительно антисептируют фтористым натрием и высушивают. Нижний конец полосы, обязательно касающийся пола, прибивают к стене гвоздями, затем материал распрямляют и натягивают вверх, чтобы его поверхность стала гладкой, без складок. По краям полосы войлок прибивают гвоздями. Аналогично крепят рогожу, картон, мешковину.

Слабоваляный войлок легко разрывается. Поэтому его, предварительно наматывают на деревянный или металлический стержень, раскатывают сверху вниз, прижимая к поверхности стены, и прибивают гвоздями.

Мягкий войлок лучше не использовать. Если все таки им приходится утеплять стены, то по нему устраивают слой пергамина или картона, по которым набивают дрань. Если этого не сделать, то при прибивке драниц мягкий войлок прижимается и выдавливается, образуя так назы-

ваемые "подушечки", не обеспечивающие крепкое сцепление раствора и требующие увеличения толщины штукатурного слоя.

По теплоизоляционным материалам набивают дрань и устраивают штукатурку.

В процессе эксплуатации дома с каркасными стенами и засыпным утеплителем постепенно происходит его оседание. Через образовавшиеся в стене пустоты возникают большие теплопотери, вызывающие понижение температуры внутренней поверхности стены, образование мокрых пятен, а иногда и наледей. В этом случае необходимо заполнить пустоты такой же засыпкой, как и раньше. Заполнение утеплителем полостей в стене проводят с чердака. Сначала палкой уплотняют осевший утеплитель, а потом засыпают новый небольшими порциями высотой по 20—30 см каждая и уплотняют.

Если проседает не засыпной, а плитный утеплитель, то для повышения теплозащиты стены с наружной стороны срывают обшивку, уплотняют образовавшиеся между плитами швы и обшивают досками эту часть стены.

Практика эксплуатации жилых домов с наружными стенами из трехслойных панелей показала, что со временем возможно снижение теплозащиты ограждения и образование мокрых пятен, наледи, инея из-за осадки утеплителя. При этом образуются пустоты между двумя наружными слоями панели, обладающие пониженными теплоизоляционными характеристиками. В этом случае проводить утепление можно путем инъецирования неавтоклавного пенобетона, газобетона, вспененного полимера (пенополиуретана) внутрь пустот.

Перед началом инъецирования раствора нужно определить границы осевшего утеплителя (это можно сделать простукиванием, пробить отверстия в железобетонном слое панели. Затем утеплитель или газобетонную смесь, приготовленную на месте, инъецируют в пустоты через пробитые отверстия с помощью малогабаритных механизмов, после чего отверстия заделывают. Этот метод эффективен, но требует определенных навыков и наличия материалов и механизмов.

Перспективным и высокоэффективным методом является инъецирование в пустоты в стенах пеноизола. Для

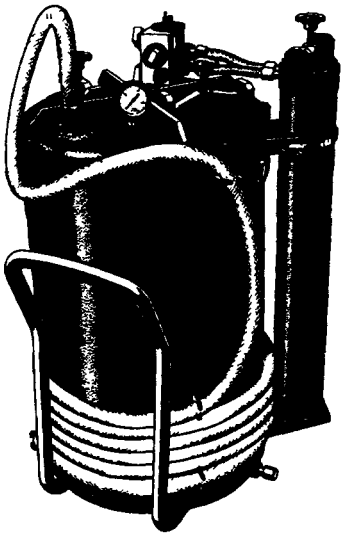


Рис. 5.24. Установка ГЖУ-1 для получения пенонзола

этого применяется газожидкостная установка ГЖУ-1*, производящая пеноизол путем вспенивания компонентов сжатым воздухом (рис. 5.24). ГЖУ-1 имеет небольшую массу — 80 кг, вместимость 120 литров и может обслуживаться 2—3 рабочим. Компактность установки, высокая производительность до 6,5 $м^3/ч$ пеноизола позволяет данный метод без труда применять при ремонте зданий, а также при строительстве новых.

Сильно понижают теплозащиту стен плохо утепленные швы и сопряжения элементов ограждения. Кроме того, через них проникает холодный воздух, понижая температуру внутри помещений и на поверхности стены в зоне стыка. Температура в зоне стыка может опускаться ниже точки росы, вызывая образование конденсата в виде мокрых пятен или инея. В этом случае утепляют стык или шов своими силами следующим образом. Сначала удаляют из щели слабодержащийся в ней раствор, затем его плотно заделы-

---

*В.П. Герасименя, Л.А. Соболев и др. Газожидкостный генератор. Заявка на изобретение N 93025624/26(025424) от 24.04.94. — М.:

В.П. Герасименя, Л.А. Соболев и др. Состав для изготовления теплоизоляционного материала Заявка на изобретение N 94017294/26(017962) от 24.05.94.

вают цементным или цементно-известковым раствором и затирают.

Однако более эффективным с точки зрения теплозащиты является конопатка и оштукатуривание шва. Для этого после удаления из него раствора начинают оконопачивание паклей, пенькой или минеральной ватой. Шов забивают с помощью конопатки — специальной лопаточкой с тонким лезвием шириной 5—8 см. Вместо нее можно также воспользоваться ножом или стамеской.

Проконопатить шов также можно паклей или пенькой, смоченной в гипсовом тесте. Преимущество этого способа состоит в том, что при твердении гипс расширяется и обеспечивает более плотное заполнение зазора. Учитывая, что гипс быстро схватывается, тесто лучше приготовить маленькими порциями не более 1 л. Для заделки щели пряди утепляющего материала опускают в гипсовый раствор и смачивают в нем, а потом вставляют в шов и уплотняют, нанося удары молотком по ножу, стамеске или конопатке. Зазор заделывают так, чтобы конопатка не доходила до уровня поверхности стены на 2 см. После утепления швов конопаткой поверхность заделывают гипсовым или известково-гипсовым раствором.

Для утепления садового домика можно использовать самодельный утеплитель, сочетающий некоторые качества полиэтилена и бумаги. Для этого между двумя листами газеты прокладывают полиэтиленовую пленку и проглаживают утюгом. Получаются листы, которые можно наклеить под обои, для утепления стен домика.

Особое внимание следует обратить на утепление части стен, находящейся за отопительным прибором. Расположенная рядом со стеной батарея сильно нагревает стену, повышая температуру на ее внутренней поверхности, вследствие чего потери тепла в этой части ограждения резко увеличиваются. Ситуация усугубляется, если отопительный прибор установлен в нише. Через более тонкую стенку ниши теплопотери возрастают значительно. Поэтому при наличии ниши в стене и даже без нее рекомендуется установить теплоизоляционный материал за отопительным прибором на внутренней поверхности стены.

Нагретая батарея значительную часть теплоты отдает в виде теплового излучения, поэтому на поверхности утеплителя, обращенной к отопительному прибору, целесо-

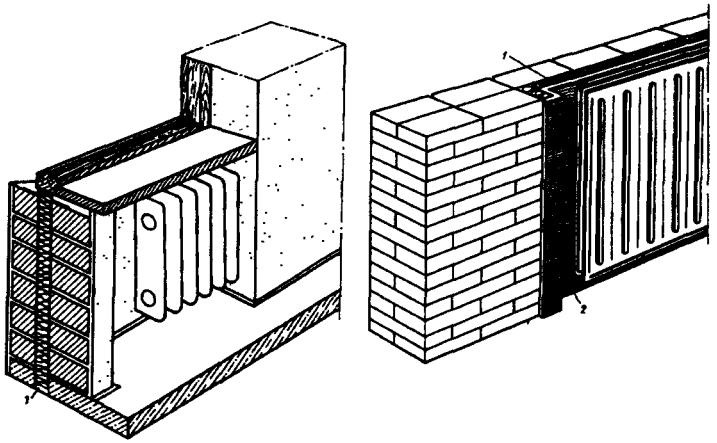


Рис. 5.25. Утепление стены за радиатором
1 — утепляющий материал; *2* — алюминиевая фольга

образно установить экран из алюминиевой фольги, отражающий падающее от батареи лучистое тепло внутрь помещения (рис. 5.25). Необходимо учесть, что для обеспечения конвективного теплообмена надо оставить зазор между отопительным прибором и поверхностью стены толщиной не менее 3 см.

Если радиатор установлен и расстояние до стены не позволяет устроить теплоизоляцию, то достаточно прикрепить к внутренней поверхности стены за отопительным прибором блестящую алюминиевую фольгу, которая будет отражать излучаемое батареей тепло в комнату. Устройство отражательного экрана из фольги позволяет снизить теплопотери через радиаторную нишу в кирпичной стене толщиной 0,51 м на 35%.



5.4. УТЕПЛЕНИЕ СТЕН СНАРУЖИ

При утеплении дома с наружной стороны используются различные теплоизоляционные материалы — минераловатные плиты, цементно-фибролитовые плиты, полистирольные пенопласты, "теплые" штукатурные растворы, плиты из ячеистого бетона, которые должны быть хорошо защищены от неблагоприятного влияния дождя, снега, инсоляции и других атмосферных воздействий.

Теплоизоляционные плиты или блоки крепятся к стене на бустилате, клее ПВА или другом клеящем материале. Также возможна их установка на наружной поверхности ограждения с помощью дюбелей, гвоздей, шурупов, деревянных брусков и реек, металлических столиков и т.д.

При утеплении стены плитами из минеральной или стеклянной ваты в стене сверлятся отверстия, в которые забивают деревянные пробки, желательно на цементном или гипсовом растворе. К ним прикрепляются вертикально установленные бруски, размеры сечения которого принимают в зависимости от требуемой толщины утепляющего материала. Шаг брусков также зависит от размеров плитного утеплителя. Между ними враспор укладывают плиты теплоизоляционного материала. Затем к вертикальным брусьям прибивают деревянные рейки, поверх которых устраивают асбестоцементные листы и отделывают штукатурным раствором (рис. 5.26, *а*).

Если толщина вертикальных брусьев превышает толщину плитного утеплителя, то образовавшаяся воздушная прослойка, расположенная ближе к наружной поверхности стены, будет только способствовать улучшению теплотехнических характеристик утепленного ограждения.

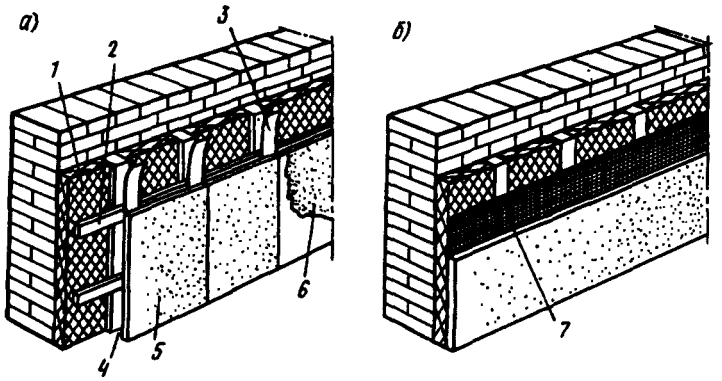


Рис. 5.26. Утепление кирпичной стены снаружи
а — с устройством воздушной прослойки; *б* — без воздушной прослойки; *1* — плитный утеплитель; *2* — деревянные бруски; *3* — лента из рубероида; *4* — воздушиая прослойка; *5* — асбестоцементные плитки; *6* — штукатурка; *7* — арматурная или тканевая сетка

При одинаковой толщине утеплителя и вертикальных брусьев вместо установки асбестоцементных листов с последующей штукатуркой можно к деревянным брусьям прикрепить арматурную сеть и отделать наружную поверхность стены (рис. 5.26, *б*).

При утеплении стены снаружи известково-гипсовым или сложным раствором, приготовленном на шлаковом песке, целесообразно устраивать штукатурку толщиной не менее 30 мм. Если используется сложный раствор на шлаковом песке, то последний слой штукатурки — накрывку — следует замешивать на обычном песке. При этом наружная поверхность стены лучше затирается и становится более гладкой. Перед оштукатуриванием кирпичной кладки со швами врасшивку необходимо их вырубить зубилом не менее на 1 см. Зубило надо держать под углом 45° к поверхности, ударяя по нему тяжелым молотком (массой не менее 1 кг, чтобы работа была производительной). В образовавшиеся в швах пазы во время оштукатуривания попадает раствор и заклинивается там, благодаря чему улучшается сцепление утепляющего слоя со стеной.

При утеплении кладки, выполненной впустошовку и имеющей шероховатую поверхность, ее нужно очистить от пыли (обычно это делают метлой) и промыть водой.

Бетонные поверхности следует тщательно очистить от пыли. Если они недостаточно шероховаты, то обычно делают насечки зубилом, зубчаткой, троянкой и др. Загрязненные места очищают стальными щетками или срубают.

Особое внимание следует обратить на стены, имеющие загрязнение маслами или смолами. Необходимо тщательно вырубить поверхность на всю глубину загрязнения: даже небольшие следы масла через некоторое время могут проступить и их трудно будет ликвидировать.

Штукатурку накладывают на подготовленную поверхность. Для лучшего сцепления раствора со стеной в нее вбивают гвозди, по ним натягивают проволоку или сетку, после чего наносят штукатурку — набрызг, грунт и накрывку.

Одним из способов теплоизоляции фасадов является использование асбестоперлитовой смеси, которую наносят слоем 40—50 мм на наружную поверхность не менее чем два раза. Слои теплоизоляции оштукатуривают (толщина штукатурки 10—25 мм) и покрывают кремнийорганическими составами или фасадными красками на кремнийорганической основе в три слоя для защиты поверхности от атмосферной влаги.

В качестве утеплителя применяют перлитовую штукатурку, которую накладывают последовательно в несколько слоев по 50 мм каждый. Последний слой выполняют из цементного раствора (толщиной 10—30 мм) и покрывают красками также в три слоя.

Высокая степень тепло- и влагозащиты достигается при напылении пенополиуретана на наружную поверхность ограждения. Пенополиуретан имеет закрытые поры и при напылении на его поверхности образуется пленка, которая защищает материал от проникания в него влаги. Пеноуполиуретан наносят на подготовленную поверхность слоем 50 мм несколько раз (толщина каждого слоя 18—20 мм), после чего поверхность фасада также покрывают гидрофобными кремнийорганическими составами и красками.

Утеплять стены также можно с помощью минераловатных плит, установленных между горизонтально расположенными брусьями (рис. 5.27). Плиты крепят враспор во

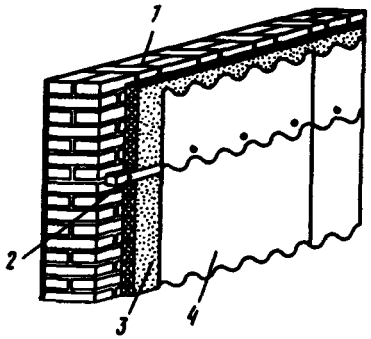


Рис. 5.27. Утепление минераловатными плитами
1 — кирпичная кладка; *2* — деревянные рейки; *3* — минераловатные плиты; *4* — асбестоцементные листы

избежание их деформации и отслоения от поверхности стены. Сверху утеплитель защищают от атмосферных воздействий волнистыми асбестоцементными листами, которые прибивают к горизонтальным брусьям. Для предотвращения затекания атмосферной влаги в утеплитель листы должны перекрываться не менее чем на 1/2 волны и верхний асбестоцементный лист должен сверху накрывать нижележащий. Преимущество этого способа состоит в том, что образовавшиеся под отделочными плитами воздушные прослойки способствуют повышению теплозащиты стен.

Утепление минераловатными плитами наружных стен проводят и с помощью прикрепленных к стене металлических оцинкованных столиков, на которые устанавливают плитный утеплитель (рис. 5.28, *а*), фиксируемый накладной деталью. Снаружи утеплитель защищают с помощью профилированных, волнистых листов или асбестоцементных плит. Металлические столики следует располагать по высоте с шагом, зависящим от размеров утепляющих плит, а их ширина должна соответствовать толщине утеплителя. Если шаг опорных полок будет превышать вертикальный размер плитного утеплителя, то может произойти выгибание или коробление последнего, что нежелательно, так как образовавшиеся мостики холода могут отрицательно сказаться на теплотехническом режиме стены (рис. 5.28, *б*).

Возможным вариантом является утепление фасадов теплоизоляционными плитами из пенополистирола, которые наклеивают на подготовленную поверхность клеем ПВА или бустилатом. Поверхность плит оштукатуривают по арма-

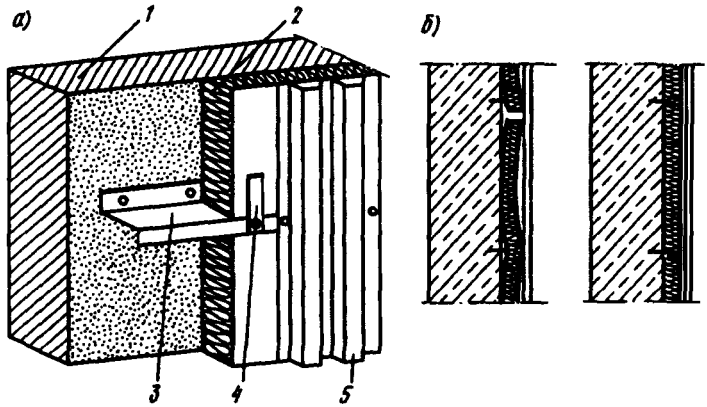


Рис. 5.28. Крепление утеплителя из минераловатных плит к бетонной стене

1 — бетонная стена; *2* — плиты утеплителя; *3* — оцинкованный металлический элемент; *4* — металлический крепежный элемент; *5* — профилированный металлический настил

турной сетке гидрофобными составами и окрашивают (рис. 5.29). Помимо пенопласта могут быть использованы плиты из минеральной ваты, установленные на существующую поверхность стены и покрытые несколькими рядами штукатурки. Для лучшего сцепления штукатурки устанавливают арматурную сетку из оцинкованной стали (рис. 5.30).

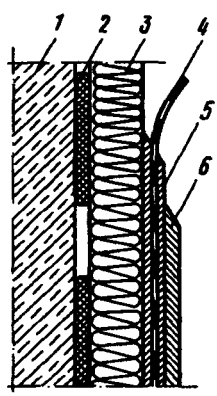


Рис. 5.29. Утепление стены плитами из пенопласта

1 — стена; *2* — клей ПВА или бустилат; *3* — плиты из пенопласта; *4* — арматурная сетка; *5* — выравнивающий штукатурный слой; *6* — отделочный штукатурный слой

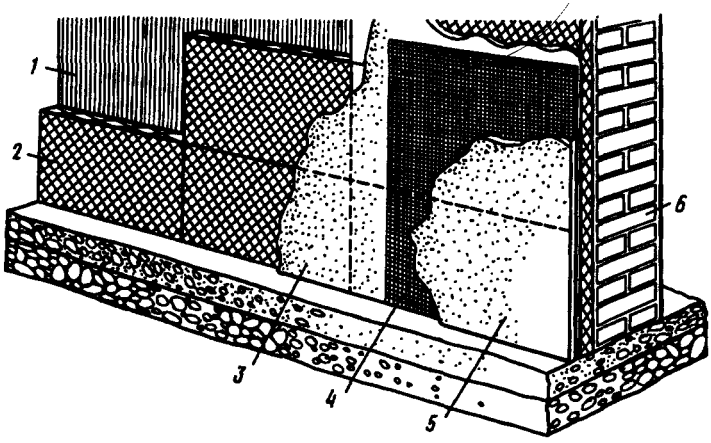


Рис. 5.30. Утепление стен по существующей штукатурке теплоизоляционными плитками

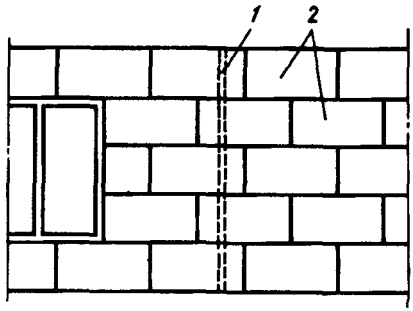
1 — существующая штукатурка; *2* — теплоизоляциоиные плиты толщиной 4—6 см; *3* — выравнивающнй слой; *4* — сетка из стеклоткани или полимера; *5* — наружная штукатурка; 6 — кирпичная стена

Современным решением является устройство штукатурки по сетке из стекловолокна или полимерного материала. Ее прикрепляют на слой теплоизоляции. Такая сетка позволяет улучшить сопротивление теплопередаче за счет более низкого по сравнению с металлом коэффициента теплопроводности материала и уменьшить массу конструкции.

При утеплении стен, имеющих протяженные стыки, теплоизоляция должна быть установлена таким образом, чтобы существующий шов двух элементов стены не совпадал со стыками плит утеплителя (рис. 5.31).

Широкое распространение за рубежом получило утепление стен двухслойными плитами или блоками (рис. 5.32), которые состоят из внутреннего слоя эффективной теплоизоляции и наружного отделочного слоя из плотного гидроизоляционного материала. Их укрепляют в стене с помощью дюбелей, что позволяет ускорить и облегчить процесс утепления стен за счет большей заводской готовности теплоизоляционных плит.

Рис. 5.31. Утепление крупнопанельных плит мелкоразмерными теплоизоляционными плитками
1 — протяжеиный стык панелей; *2* — плиты из пенополистирола (утепляющие)



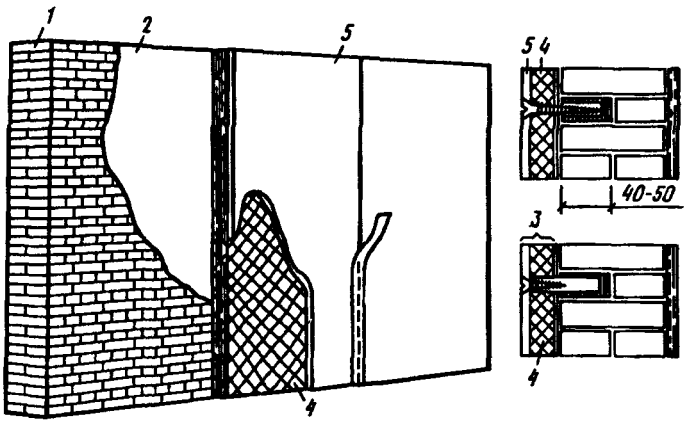


Рис. 5.32. Двуслойные плиты для утепления стен с наружной стороны
1 — оштукатуреная кирпичная стена; *2* — штукатурка; *3* — теплоизоляционная панель; *4* — минеральная вата; *5* — асбестоцементная облицовка

Спустя некоторое время после постройки древесина рубленых и брусчатых домов дает усадку, часть конопатки выветривается, снижая теплозащиту и увеличивая воздухопроницаемость стен. Поэтому возникает необходимость в их утеплении.

Одним из вариантов утепления сруба является повторная конопатка пазов теплоизоляционными материалами. Это может быть войлок, предварительно пропитанный формалином для его защиты от повреждения молью. Паклю,

пеньку, лен пропитывают противогрибковыми составами. Все эти материалы должны быть хорошо просушены, так как находящаяся в них влага способствует гниению и разрушению древесины, а также развитию грибков.

Уплотнение производят с помощью плоской лопатки — конопатки, сделанной из стали или твердого дерева длиной 150 мм и имеющей плоское лезвие шириной 30—170 мм. По ней наносят удары молотком или специальным деревянным молотком-мушелем. Использование мушеля при конопатке позволяет предупредить травмы благодаря широкому обушку. Обычный стальной молоток имеет узкий обушек и при конопатке он часто наносит травмы.

Перед началом утепления из льна, пеньки или пакли делают пряди, которые потом вдавливают в паз руками и тщательно уплотняют конопаткой. После заполнения паза в него вставляют валик, сделанный из туго свернутых утепляющих материалов — льна, пакли, пеньки. Его захватывают выступающими из паза волокнами и с силой вбивают. Если валик плохо захвачен волокнами, то он может вывалиться. Устройство валика при конопатке стен позволяет дополнительно снизить воздухопроницаемость пазов.

Возможно утепление швов между бревнами известково-гипсовым раствором, которым заполняют пазы, а затем разравнивают и заглаживают. Предварительно в пазах можно сделать насечки и немного поднять щепу. Это обеспечивает более крепкое сцепление раствора с материалом стены.

При использовании известково-гипсового раствора для более крепкого сцепления в швы иногда забивают гвозди или по ним делают плетение проволокой: гвозди забивают с таким расчетом, чтобы их шляпки находились под раствором.

Если приходится конопатить большие щели или пазы, то из пакли или пеньки делают длинные толстые пряди (толщиной 1,5—2 см), которые сматывают в клубки. Затем из пакли, намотанной в клубок, делают петли, забивают их в щель и паз и уплотняют сначала по верхней, потом по нижней кромке. Чем больше паз, тем большее количество петель пакли (или пеньки) нужно в него вставить.

Сначала стены конопатят снаружи, потом изнутри. Конопатку проводят по периметру дома. Нельзя конопатить

по очереди отдельные стены, так как это может вызвать их перекос. После проконопачивания стен их высота может увеличиться сантиметров на пятнадцать и повредить печную трубу. Поэтому перед началом работ около трубы надо снять замазку и засыпку. По окончании конопатки образовавшийся зазор заделывают.

Возможна обшивка деревянных стен снаружи цементно-фибролитовыми плитами, которые прибивают гвоздями к существующей конструкции. Сверху плиты можно отделать штукатуркой.

Дополнительная теплозащита рубленых деревянных стен при обшивке снаружи узкими строганными досками — вагонкой, прибиваемой горизонтально по вертикальным рейкам — прибоинам. Рейки крепят гвоздями к бревнам сруба с шагом 1 м. При обшивке досками деревянных стен для предотвращения скапливания влаги у наружной облицовки делают зазор толщиной 4—6 см между наружной поверхностью стены и дощатой обшивкой. Утепление вагонкой и досками целесообразно проводить только после полной осадки сруба, которая составляет, как уже отмечалось, до 1/20 его высоты.

Для утепления и защиты от атмосферных осадков брусчатые и рубленые стены можно облицевать кирпичом. Кирпичную стенку также рекомендуется устанавливать на расстоянии 5—7 см от деревянной стены. Для обеспечения вентиляции воздушной прослойки внизу и вверху кирпичной стенки делают продухи. Кирпичную стенку делают в 1/2 кирпича, крепя к брусу сложенными вдвое полосами из оцинкованной кровельной стали. Полосы шириной 5 см и длиной 15—20 см крепят к брусьям в шахматном порядке через 30—40 см по высоте и 1—1,5 м по фронту стены: одним отогнутым концом их прибивают гвоздем или прикрепляют болтом к деревянной стене, другим заделывают в кладку. Для опоры кирпичной стенки расширяют цоколь.

Особое внимание следует уделить повышению температуры внутренней поверхности углов. Обычно температура в углу стены ниже, чем по глади. Это обусловлено тем, что в зоне угла наружная поверхность стены, отдающая тепло, имеет большую площадь чем внутренняя, воспринимающая тепло из помещения. Поэтому для восполнения теплопотерь внутренняя поверхность отбирает до-

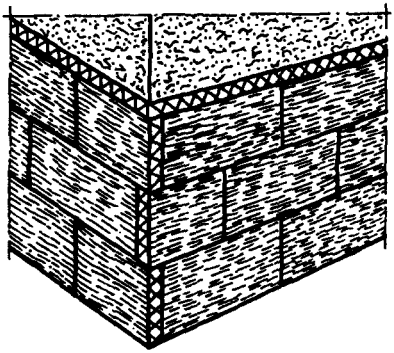


Рис. 5.33. Расположение плит утеплителя с наружной стороны угла

бавочное тепло с участков, примыкающих к углу. В результате происходит понижение температуры на внутренней поверхности угла.

Одним из возможных путей повышения температуры внутренней поверхности угла является его утепление с на-

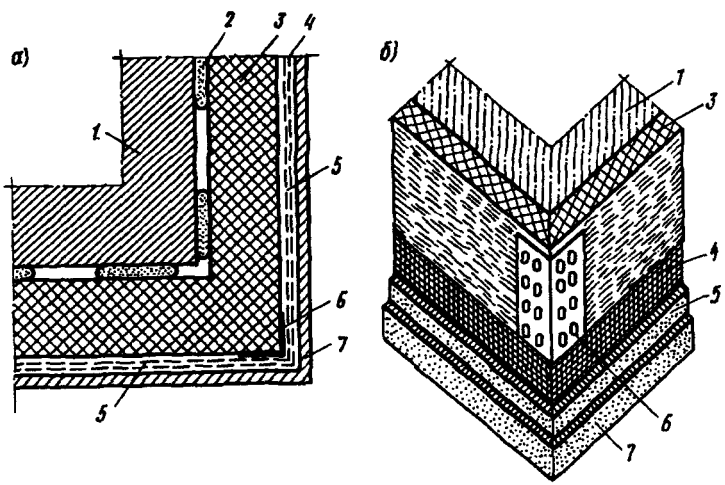


Рис. 5.34. Конструктивное решение утепления угла
а — план; *б* — аксонометрия; *1* — стена; *2* — клеящая мастика; *3* — утеплитель (пенопласт); *4* — сетка; *5* — выравнивающий слой; *6* — алюминиевые уголок; *7* — отделочный слой

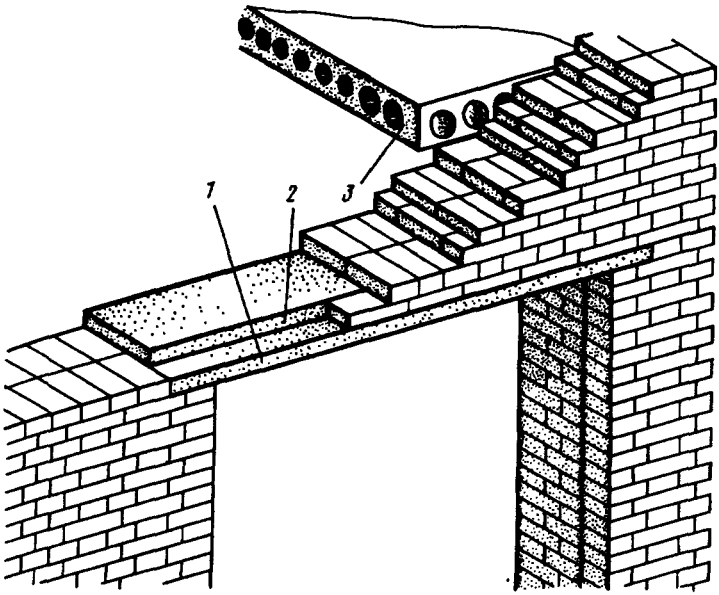


Рис. 5.35. Перекрытие проема железобетонными перемычками
1 — брусковая перемычка; *2* — плитная перемычка; *3* — плита перекрытия

ружной стороны ограждения. При устройстве теплоизоляции с наружной стороны угла плитный утеплитель целесообразно располагать таким образом, чтобы торцовые стороны плит были обращены поочередно на одну и другую сторону стены (рис. 5.33).

Конструктивное решение утепления угла приведено на рис. 5.34. Установленный поверх плитного утеплителя металлический уголок повышает жесткость конструкции. Предусмотренные в уголке отверстия позволяют уменьшить неблагоприятное влияние металлического включения. Если в качестве утеплителя используют пенополистирольные плиты, то выравнивающую штукатурку выполняют по арматурной сетке. Завершается утепление отделкой наружной поверхности стены декоративным раствором.

Если теплоизоляция деревянных стен недостаточна, то их можно снаружи утеплить кирпичной кладкой толщиной

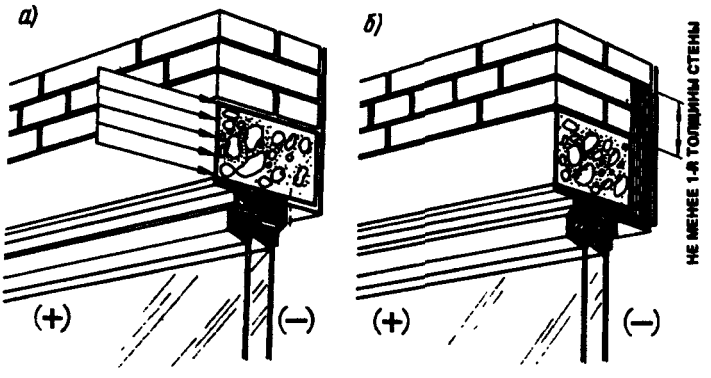


Рис. 5.36. Утепление стены над окном в зоне перемычки

в 1/2—1 кирпич для достижения требуемых теплотехнических характеристик. Перед началом работ по утеплению кирпичом существующую древесину необходимо пропитать антисептирующим раствором для предохранения ее от поражения грибком.

Возможна обшивка деревянных стен с наружной стороны цементно-стружечными плитами с последующим их оштукатуриванием.

В качестве утепления деревянных стен с наружной стороны нельзя использовать рубероид и другие пароизоляционные материалы. Находясь снаружи, они препятствуют испарению водяных паров, проникающих в толщу стены из помещения, и способствуют скоплению влаги, предрасполагая древесину к поражению грибком.

При возведении кирпичных стен в ходе кладки в верхней части оконного проема устанавливают горизонтально железобетонную перемычку (рис. 5.35) (иногда уголок или швеллер), на которую над оконным проемом укладывают последующие ряды кирпича. Так как оконный проем представляет собой часть наружного ограждения, не заполненного кирпичом, то перемычка, опирающаяся своими концами на участки стены, ограничивающие окно по бокам, воспринимает нагрузку от верхних рядов кирпичной кладки и передает ее на стены. Являясь несущей конструкцией,

перемычка делается из плотного прочного железобетона, хорошо проводящего тепло. Установка материала с высокой теплопроводностью вызывает дополнительные теплопотери через данный участок ограждения, понижение температуры на его внутренней поверхности и, как следствие этого, промерзание и отсыревание стены над окном.

Для избежания излишних теплопотерь рекомендуется утеплить участок стены над окном с наружной стороны на высоту не менее, чем толщина стены (рис. 5.36).



ГЛАВА 6

РАЦИОНАЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ОКОН

6.1. СОВРЕМЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ ОКОН

Каждый человек, проектирующий или приобретающий себе жилье, хочет, чтобы в его доме было всегда тепло, уютно и светло. И чем реже светит солнце в его крае, чем короче и длиннее зима, тем больше хочется сделать окна так, чтобы каждый луч солнца смог проникнуть в комнату.

Однако очень часто эти желания неосуществимы. По сравнению со стенами теплозащитные качества окон значительно хуже. Кроме того, в зимнее время через притворы переплетов и стыки между оконной коробкой и стеной проникает холодный воздух, понижающий температуру внутри помещения и создающий зону теплового дискомфорта около окна. Из-за более низкой теплозащиты окон через 1 $м^2$ их поверхности происходят теплопотери во много раз большие, чем через 1 $м^2$ глухой части стены.

Несмотря на это, желание человека, находящегося в помещении, расширить свой контакт с окружающей средой остается весьма сильным. С этой целью постоянно разрабатываются новые конструкции окон, варианты возможного утепления и герметизации оконных проемов, позволяющие уменьшить теплопотери и сделать дом теплым.

Конструкция оконного блока состоит из светопрозрачного материала — в жилых домах это обычно силикатное стекло толщиной 4—5 мм — и обрамляющих его элементов. В качестве обрамления используется чаще всего древесина, но может быть и алюминий, сталь, пластмасса, железобетон.

При установке оконных блоков, а также при утеплении существующих следует учитывать, что стекло является теплопроводным материалом [коэффициент теплопроводности 0,76 Вт/(м·°С)]. Поэтому основную теплоизоляционную способность у окон выполняют воздушные прослойки: чем больше прослоек имеет окно, тем выше его теплозащитные характеристики.

В настоящее время наибольшее распространение в индивидуальном и массовом строительстве получили деревянные оконные блоки. Благодаря низкому коэффициенту теплопроводности древесины [для сосны поперек волокон = 0,14 ВТ/(м·°С)], возможности придания желаемых формы и цвета, невысокой стоимости обработки дерево широко используется для изготовления типовых оконных конструкций и оконных блоков.

Наименьшими теплозащитными характеристиками обладают деревянные оконные блоки с одинарным остеклением (рис. 6.1, *а*). Они имеют приведенное сопротивление теплопередаче 0,18 $м^{2.°}С/Вт$ и могут быть использованы в районах со средней температурой наиболее холодной пятидневки — 7°С. В средней полосе возможно устраивать одинарное остекление в домах, предназначенных для жилья в летнее время. В этом случае на зимний период следует вставлять дополнительный переплет.

Деревянный оконный блок с двойным остеклением в спаренных переплетах (рис. 6.1, *б*) благодаря воздушной прослойке имеет более высокие теплозащитные качества — приведенное сопротивление теплопередаче составляет 0,39 $м^{2.°}С/Вт$.

Наряду со спаренными переплетами деревянные оконные блоки с двойным остеклением в раздельных переплетах (рис. 6.1, в) являются той конструкцией, которая используется чаще всего для заполнения световых проемов. Оконные блок с раздельным остеклением имеет лучшую теплозащиту — приведенное сопротивление теплопередаче составляет 0,42 м2.оС/Вт, однако он требует большего расхода древесины (приблизительно на 20%).

Высокими теплозащитными характеристиками обладают деревянные оконные блоки с тройным остеклением в раздельно-спаренных переплетах (рис. 6.1, *г*). Их теплоизолирующая способность — приведенное сопротивление теплопередаче 0,55 $м^{2.°}С/Вт$ —

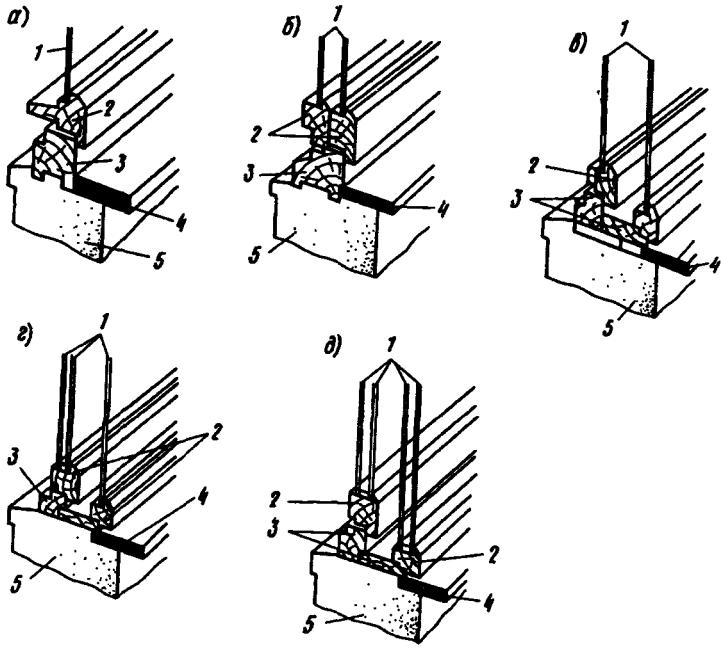


Рис. 6.1. Различные конструкции деревянных оконных блоков, применяемых в домах

а — с одинарным остеклением; *б* — с двойным остеклением в спаренных переплетах; *в* — с двойным остеклением в раздельных переплетах; *г* — с тройным остеклением в раздельно спаренных переплетах; *д* — с четверным остеклением; *1* — остекленне; *2* — оконный переплет; *3* — оконная коробка; *4* — подоконная доска; *5* — стена

приблизительно соответствует кирпичной стене из обыкновенного глиняного кирпича на цементно-песчаном растворе толщиной 0,38 м. В связи с этим их применяют в северных районах при перепаде между температурой внутреннего воздуха и температурой наиболее холодной пятидневки более — 49°С — в Архангельской, Вологодской областях, Карелии, Бурятии и других районах.

Деревянные оконные блоки с четверным остеклением являются очень хорошей теплоизоляционной конструкцией (сопротивление теплопередаче 0,66 м2.оС/Вт). Однако из-за большой массы и стоимости они еще не имеют столь

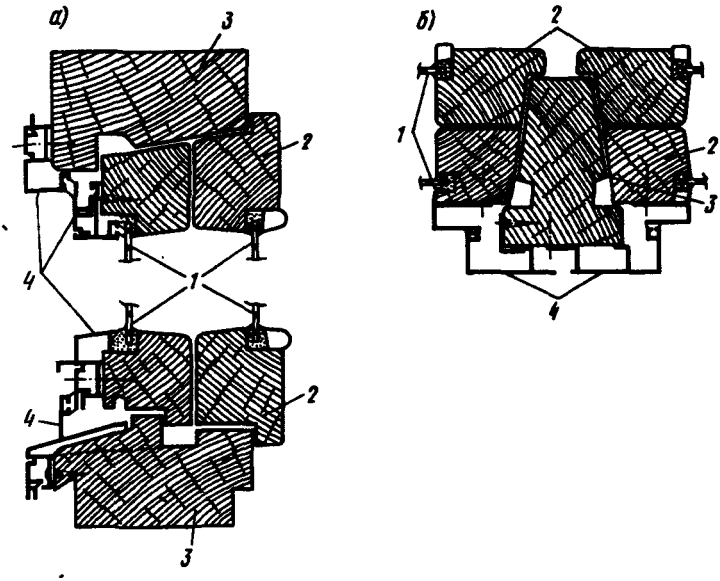


Рис. 6.2. Деревоалюминиевый оконный блок с полной наружной облицовкой линейными элементами из алюминия

а — вертикальный разрез; *б* — горизонтальный разрез; *1* — остекление; *2* — деревянный переплет; *3* — деревянная оконная коробка; *4* — алюминиевая облицовка;

широкого применения, как рассмотренные выше конструкции.

Оконные блоки постоянно подвергаются всевозможным атмосферным воздействиям: дождю, снегу, солнечной радиации. Для увеличения срока службы блоков разработана конструкция деревянного оконного блока с облицовкой наружного переплета алюминиевым профилем (рис. 6.2) или с выполнением наружного переплета из алюминия.

Рациональным заполнением световых проемов являются стеклопакеты. Стеклопакеты состоят из двух или нескольких стекол, разделенных воздушными прослойками и герметично соединенных по контуру (рис. 6.3). В зависимости от соединения стекол стеклопакеты могут быть клееными, паяными или сварными. В настоящее время

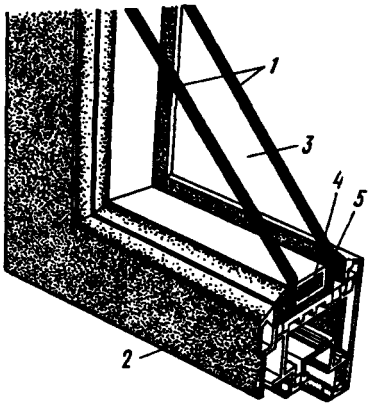


Рис. 6.3. Использование стеклопакета для остекления
1 — остекление; *2* — переплет; *3* — герметичная воздушная прослойка; *4* — распорный профиль; *5* — материал, впитывающий влагу из воздуха прослойки

наиболее широкое применение получили клеевые стеклопакеты как наиболее индустриальные, экономичные и долговечные.

Целесообразность применения стеклопакетов в качестве заполнений световых проемов определяется наличием герметичной воздушной прослойки, заполненной обезвоженным воздухом. Стеклопакеты обладают высокими теплоизоляционными свойствами. Благодаря герметичности в воздушную прослойку не попадает влага, пыль, не ухудшается освещенность помещений. Толщина воздушных прослоек принимается 12—20 мм. Она фиксируется распорными рамками из глубокого алюминиевого профиля. Температурные зазоры между стеклом и переплетом заполняют нетвердеющими мастиками. Приведенное сопротивление теплопередаче двухслойных стеклопакетов в деревянных переплетах 0,36 $м^{2.0}С/Вт$, а конструкции из двухслойного стеклопакета и одинарного остекления в раздельных деревянных переплетах — 0,53 $м^{2.0}С/Вт$.

Высокой теплозащитой обладает конструкция оконного блока, состоящая из двух стеклопакетов. Его приведенное сопротивление составляет 0,67 $м^{2.0}С/Вт$, что соответствует теплозащитной способности стены толщиной 38 см из обыкновенного глиняного кирпича на цементно-песчаном растворе.

Перспективным направлением остекления оконных проемов является применение специальных строительных сте-

кол, позволяющих снизить теплопотери и повысить температуру на внутренней поверхности остекления в зимнее время.

В качестве солнцезащитного остекления применяют теплопоглощающие, теплоотражающие и нейтрально окрашенные стекла. При воздействии солнечной радиации на теплопоглощающие стекла происходит их сильный нагрев и термические деформации, отличающиеся от деформаций обычных строительных стекол. В связи с этим при заполнении световых проемов необходимо устраивать дополнительные компенсирующие прокладки. Из-за сильного нагрева самого стекла (его температура может превышать температуру окружающей среды на 20—40°С) его следует устанавливать только в наружном ряду при двойном остеклении. При этом в качестве внутреннего стекла целесообразно использовать теплоотражающее стекло. Такой вид остекления (теплопоглощающее и теплоотражающее стекла) весьма эффективен, так как в этом случае уменьшаются теплопотери в зимнее время и повышается температура на внутренней поверхности остекления.

Теплопоглощающие стекла выпускают двух видов — с пленочным покрытием и окрашенные в массе. В первом случае стекла приобретают свойства теплопоглощения за счет нанесения на их поверхность тонкой пленки из окисно-металлического покрытия электрохимической обработкой или распылением. Для заполнений оконных переплетов используют теплопоглощение стекла с окисно-оловянно-сурьмяным покрытием, покрытием из оксидов свинца и меди.

Теплопоглощающие стекла, окрашенные в массе, представляют собой обширную группу стекол, теплопоглощающие свойства которых появляются в результате введения в состав стекломассы оксидов железа, меди, цинка. Теплопоглощающие стекла обладают селективным пропусканием: они хорошо пропускают видимую часть спектра и слабо инфракрасную часть спектра.

Теплоотражающие стекла получают в результате нанесения на поверхность стекла тонких пленок из металлов и оксидов металлов распылением, химическим осаждением, электрохимической обработкой или термическим разложением. Отечественной промышленностью выпускаются стекла с теплоотражающими покрытиями из золота, сереб-

ра, никеля, меди, алюминия, хрома, титана и их оксидов. Наилучшими теплоотражающими свойствами обладают стекла с покрытием из золота, но из-за их высокой стоимости они не получили широкого применения.

Наиболее перспективно заполнение световых проемов стеклопакетами с использованием уже рассмотренных специальных строительных стекол. В солнцезащитных пакетах могут применяться теплопоглощающие и теплоотражающие стекла. Очень эффективно использование теплоотражающих стекол с окисно-металлическими покрытиями. Теплоотражающее покрытие имеет малую прочность на истирание, а стекло, установленное покрытием внутрь пакета, не надо подвергать очистке, так как благодаря герметичности стеклопакета стекло не загрязняется со стороны межстекольного пространства. В перспективе, используя в стеклопакетах стекла с различными покрытиями, можно получить заданный спектр лучей, проникающих в помещение. Стеклопакеты могут применяться во всех случаях, когда используется обычное стекло или остекление специальными строительными стеклами.

Хорошие теплозащитные свойства и высокое сопротивление воздухопроницанию имеют бескоробчатые окна, установленные в однослойных керамзитобетонных панелях (рис. 6.4). В качестве коробки окна используют контур оконного проема панелей, который выполнен с учетом профиля примыкающих створок. При этом для уменьшения инфильтрации холодного воздуха применяют прокладки из пенополиуретана, устанавливаемые под наплавом внутренней створки, а также прокладки из пористой резины, устанавливаемые на керамзитобетонной коробке по периметру внутренней створки и под наплавом наружной створки. При такой конструкции окон необходимо строго соблюдать размеры оконного проема в керамзитобетонной панели. Такое конструктивное решение узла примыкания оконного заполнения к наружной панели позволяет экономить до 40% древесины на одно окно.

Исследования показали, что теплозащитные качества бескоробочных окон в панельных стенах не уступают широко распространенным ограждениям с окнами в деревянных коробках. Однако воздухопроницаемость конструкций с бескоробочными окнами в 1,5 раза меньше по сравнению с традиционными.

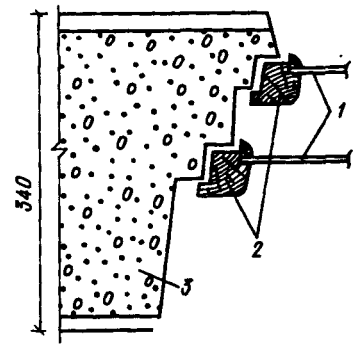


Рис. 6.4. Конструкция бескоробочного окна
1 — остекление; *2* — переплет; *3* — стена

Одним из вариантов современных оконных конструкций является установка шумозащитных окон с раздельными переплетами с увеличенной до 6 мм толщиной стекол и уплотняющими прокладками в притворах внутреннего и наружного переплетов с клапанами-глушителями. Для снижения теплопотерь через окна необходимо как можно лучше герметизировать соединения стекол с переплетами, притворы переплетов и форточек. В связи с этим использование герметичных окон с клапанами-глушителями, через которые регулируется вентиляция помещений, является прогрессивным решением на пути экономии затрат на отопление и создание высокой звукоизоляции.

Вертикальные клапаны, как и узкая створка окна, обеспечивают постоянное проветривание помещений. При расположении приточного клапана в зоне действия восходящих потоков теплого воздуха от отопительного прибора в зимний и переходный периоды создаются более благоприятные параметры внутреннего воздуха, чем при проветривании через форточки.

Перспективным направлением экономии теплоэнергии и ресурсов становится применение пластмассовых оконных блоков. Высокой герметичностью, стойкостью к атмосферным воздействиям обладают рамы и оконные переплеты, изготовленные из поливинилхлорида (ПВХ). Повышению тепловой изоляции способствуют невысокий коэффициент теплопроводности и конструктивное решение пластмассового окна — часть профилей образуют замкнутые объема, заполненные воздухом, также имеющим низкий коэффициент теплопроводности. Кроме того, в пластмассовых

оконных блоках используют уплотняющие прокладки из износостойкой резины. В странах Западной Европы пластмассовые оконные блоки оттеснили деревянные, в частности, в ФРГ 42% оконных блоков выпускается из ПВХ.

6.2. ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ОКОН

Помимо более низкой теплозащиты по сравнению со стенами оконные заполнения имеют большую воздухопроницаемость. Установлено, что проникание холодного воздуха через неплотности оконных проемов снижает их теплозащиту в среднем в два раза. Наибольшая воздухопроницаемость окон, отрицательно сказывающаяся на микроклимате помещений, наблюдается в холодное время года.

Струи холодного воздуха, попадая в помещение через щели окон, вызывают понижение температуры внутри помещения в первую очередь в непосредственной близости от окон, создавая там зону дискомфорта.

Воздух проникает в помещение из-за разности температур по сторонам ограждения, называемой тепловым напором, и под влиянием ветра — ветрового напора (рис. 6.5).

Разность температур внутреннего теплого и наружного холодного воздуха обусловливает разность их плотностей, в результате чего между ними создается перепад давлений. Более легкий теплый воздух вытесняется тяжелым холодным. При воздухопроницаемых ограждениях, в частности окнах, тяжелый холодный воздух снаружи поступает в помещение через нижние этажи — это явление называется инфильтрацией, а легкий теплый выходит через верхние этажи — это явление называется эксфильтрацией. Чем больше разница между температурой снаружи и внутри помещения, тем интенсивнее происходит этот процесс. В связи с этим сильнее всего подвержены охлаждению в холодное время комнаты первых этажей, где наблюдается наиболее активная инфильтрация.

Наиболее активная эксфильтрация, вызванная тепловым напором, происходит в помещениях верхних этажей. При этом теплый воздух, содержащий определенное количество влаги, проникает в межстекольное пространство, в полость стыка между оконной коробкой и стеной.

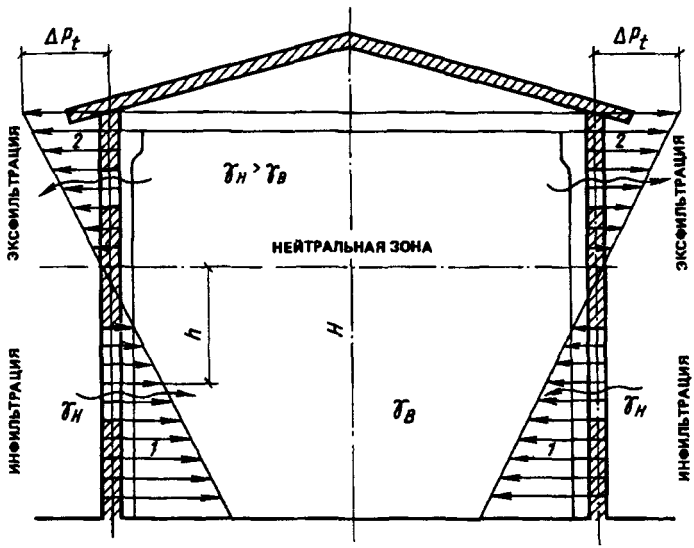


Рис. 6.5. Расположение нейтральной зоны при наличии теплового и ветрового напоров

По мере того, как он охлаждается, его относительная влажность повышается, и при определенной температуре происходит конденсация. В результате этого при плохой герметизации окон в верхних этажах чаще наблюдается запотевание окон, образование инея, отсыревание утеплителя, вызывающее понижение теплозащиты окна и загнивание древесины оконных коробок.

Кроме теплового напора на интенсивность воздухопроницаемости влияет ветровой напор, который обусловливается действием на здание ветра. Чем сильнее ветер, тем большее давление испытывает ограждение, тем больший перепад давлений возникает между наружным и внутренним воздухом. При увеличении разности давлений происходит более интенсивная инфильтрация. В то же время с противоположной стороны здания (подветренной) наблюдается определенное разрежение, вызывающее эксфильтрацию.

Таким образом, возникающая под действием теплового и ветрового напоров инфильтрация и эксфильтрация ведут

к понижению теплозащитных характеристик оконных конструкций и созданию неблагоприятных условий в помещениях. Для уменьшения отрицательного влияния воздухопроницаемости существуют различные способы уплотнения окон и их сопряжений со стенами, повышающие герметичность и, следовательно, теплозащиту.

Большое значение для создания условий теплового комфорта в помещении имеют теплозащитные качества стыкового соединения оконной коробки со стеной. Древесина имеет отличные от материала стены (кирпича, бетона) влажностные деформации. Кроме того, в средней полосе при переходе от зимы к лету происходит высыхание древесины с наружной стороны и увлажнение с внутренней и наоборот — при переходе от лета к зиме. Из-за постоянных деформаций происходит то увеличение, то уменьшение зазоров между стеной и оконной коробкой, в результате чего появляются трещины, через которые в помещение проникает холодный воздух и влага, снижающие теплозащитные качества стыка. Это вызывает понижение температуры на поверхности внутренних откосов, создает условия для образования конденсата, понижает температуру в помещении в результате инфильтрации и может привести к загниванию материала оконной коробки. В связи с этим необходимо обратить особое внимание на качественное выполнение узла примыкания оконной коробки к стене при его установке во время ремонта, реконструкции или строительства дома.

Оконный блок должен быть установлен в проем в строго вертикальном положении и надежно укреплен в конструкции, обрамляющей проем, деревянной пробкой или другой закладной деталью (рис. 6.6). Наружному подоконному сливу придают уклон, обеспечивающий отвод дождевой воды от поверхности окна. При этом не допускается устраивать уклон верхнего откоса в сторону проема. Оконные проемы должны иметь верхние и боковые четверти не менее 70—100 мм. Такое заглубление оконного блока по отношению к плоскости фасада позволяет уменьшить возможность проникания влаги в узел сопряжения оконной коробки со стеной и внутрь оконного блока.

Установленную коробку крепят к стенам гвоздями размерами 4х100, 5х1206 5х150, стальными штырями или ершами, которые забивают в швы кирпичной кладки или

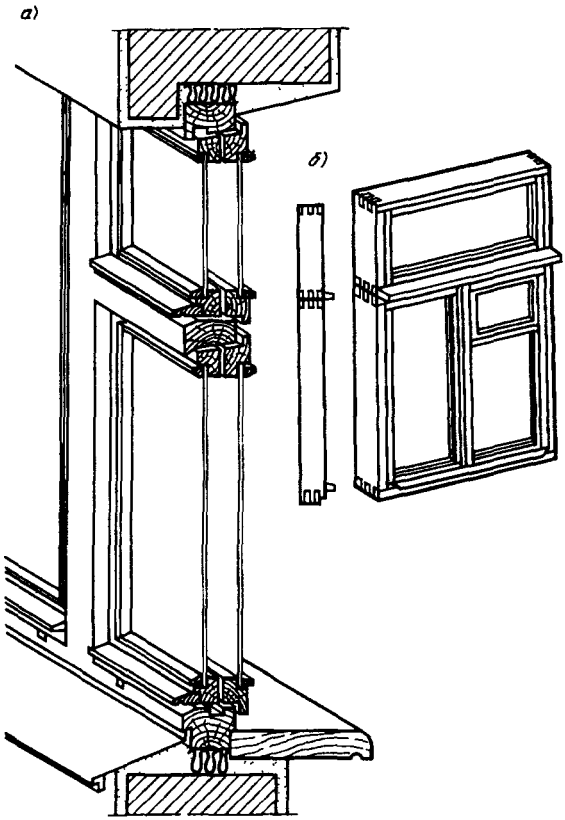
в специально установленные деревянные пробки. Откосы оконных проемов окрашивают водостойкими красками. Сливы устанавливают на переплетах с наружной стороны и врезают в нижнюю обвязку переплета на 5 мм. На сливах обязательно устраивают желобок-капельник.

Для обеспечения требуемых тепло-, водо- и воздухозащитных качеств узла примыкания оконного блока к стене используют герметизирующие мастики, различные теплоизоляционные материалы. При установке оконного блока зазор между коробкой и окном конопатят теплоизоляционными материалами, которые сильно уплотняют. При этом бруски оконной коробки могут искривиться или прогнуться. Во избежание этого бруски коробки расклинивают и ставят между ними распорки из досок.

На протяжении долгого времени для теплоизоляции стыкового соединения оконной коробки со стеной используют сухую антисептированную паклю, пеньку низкого сорта, шлаковату или стекловату, очесы, войлок (рис. 6.7, *а*). До начала работ пеньку или паклю разделяют на отдельные пряди, а войлок — на куски. Теплоизоляционные материалы закладывают в паз между стеной и оконной коробкой и уплотняют деревянной или металлической конопаткой — зубилом с широким тонким концом. По нему наносят удары молотком.

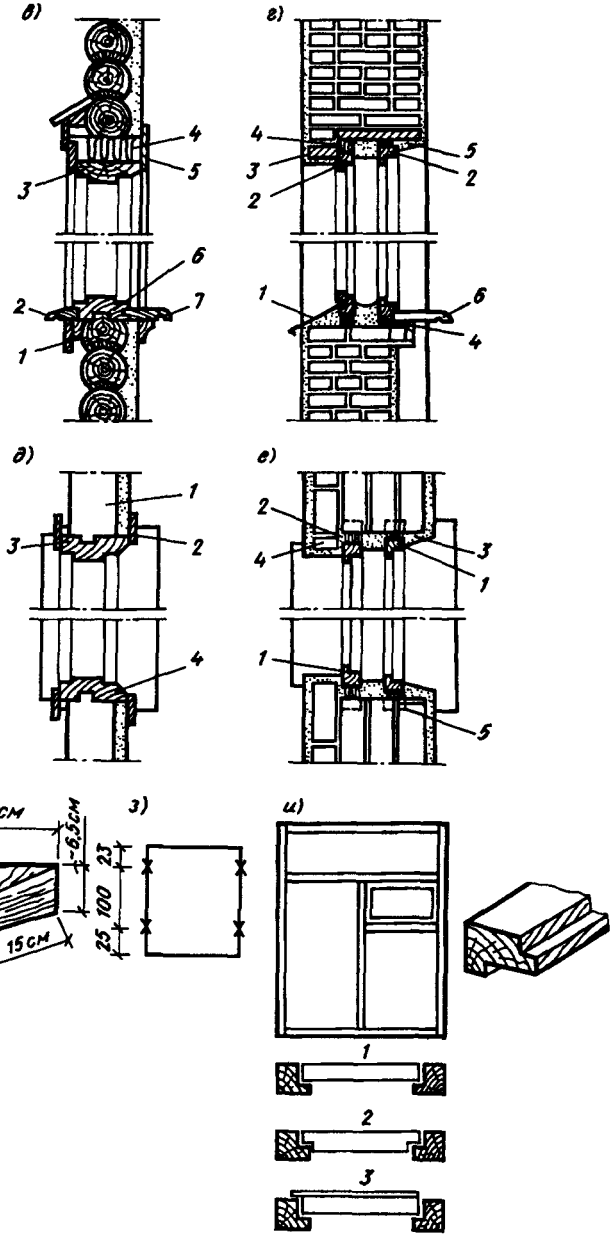
Полость стыка заполняют конопаткой не до самого уровня коробки, а оставляют паз 20—30 мм. При оштукатуривании откосов его заполняют штукатурным раствором. Если зазор между оконным блоком и стеной проконопатить вплотную с коробкой, то между нею и штукатуркой может образоваться трещина. Недостаток этого способа конопатки зазор состоит в том, что качество стыка, его теплозащита и воздухопроницаемость в большой степени зависят от квалификации мастера, конопатящего окна. Недостаточное уплотнение материала в зазоре вызывает сильную воздухопроницаемость стыка и снижение теплозащиты.

Для устранения этих недостатков, отрицательно сказывающихся на теплозащите помещений, полость стыка между оконной коробкой и панелью стали заделывать гипсоперлитовым раствором (рис. 6.7, *б*). Но, как показала практика, этот способ весьма несовершенен, так как в процессе эксплуатации происходит усушка древесины окон-



Ри. 6.6. Установка оконных блоков в проем

а — общий вид установлениого деревянного оконного блока со спаренными переплетами в однослойные керамзитобетонные стены; *б* — деревянный оконный блок; *в* — установка оконной коробки в рубленые стены; *1* — бревно сруба; *2* — слнв; *3* — верхний брусок коробки; *4* — зазор с утеплением конопаткой; *5* — нащельник; *6* — нижний брусок коробкн; *7* — подоконная доска; *г* — установка раздельной оконной коробки в кирпичные стены: *1* — слив из стали; *2* — раздельная оконная коробка; *3* — перемычка; *4* — конопткa паклей, смоченной в алебастре; *5* — оконный откос; б — подоконник; *д* — установка оконной коробки в двуслойные стены: *1* — наружная стена; *2* — нащельник; *3* — верхний брусок коробки; *4* — нижний брусок коробки; *е* — установка раздельной оконной коробкн в стены из мелких блоков: *1* — раздельиая оконная коробка; *2* — конопатка паклей, смочеиной в алебастре; *3* — оконный откос; *4* — перемычка с четвертью; *5* — деревянная пробка; *ж* — деревянная пробка для крепления оконной коробки в стенах; *з* — места расположения антисептированных деревянных пробок в оконном проеме; *и* — переплеты с форточкой: *1* — форточка с прнтвором; *2* — форточка с четвертью; *3* — форточка с наплавом


в)
г)
д)
е)
ж)
15 см
6,5 см
23
100
25
10 см
15 см
з)
и)
1
2
3
4
5
6
7

ного блока и в заделке из гипсоперлитового раствора появляются трещины, резко повышающие воздухопроницаемость узла сопряжения оконной коробки со стеной.

Разработана конструкция узла сопряжения оконного блока с однослойной панелью без конопатки зазора паклей (рис. 6.7, *в*). Принципиальным отличием данного решения является использование двух слоев мастики МПС, которую в устье заделки зачеканивают раствором. Однако проведенные исследования показали, что такая конструкция также не обеспечивает требуемых тепло- и воздухозащитных качеств.

Возможно замоноличивание оконной коробки непосредственно в однослойную стеновую панель (рис. 6.7, *г*). Для лучшей адгезии торцов оконного блока с поверхностью откосов панели коробку покрывают клеем. Но и это конструктивное решение неудачно, так как из-за усушки древесины и температурных деформаций при эксплуатации образовывается большое количество трещин в зоне примыкания оконной коробки к панели, температура на внутренней поверхности оконных откосов сильно снижается, вызывая образование конденсата и дополнительные теплопотери.

Одним из удачных конструктивных решений узла примыкания оконной коробки к стене является одновременное использование строительной пакли и алебастрового или цементного раствора (рис. 6.7 *д*). Возможно проконопачивание полости стыка на всю глубину зазора паклей, смоченной в цементном растворе и гипсовом тесте, или заделка зазора на 2/3—2/4 глубины сухой антисептированной паклей и на 1/3—1/4 оставшейся глубины со стороны помещения паклей (или жгутом из пакли), смоченной в алебастровом молоке или цементном растворе. Иногда полость стыка заделывают паклей, смоченной в цементном растворе, и заливают раствором ГЦПВ на керамзитовом песке (рис. 6.7, е). Эти варианты заделки обеспечивают хорошую теплозащиту и сопротивление воздухопроницанию, однако они во многом зависят от качества выполнения работ.

Более совершенным методом по сравнению с конопаткой паклей является использование синтетических жгутов для уплотнения зазора между оконным блоком и стеной (рис. 6.7, ж). Для герметизации стыка используют два

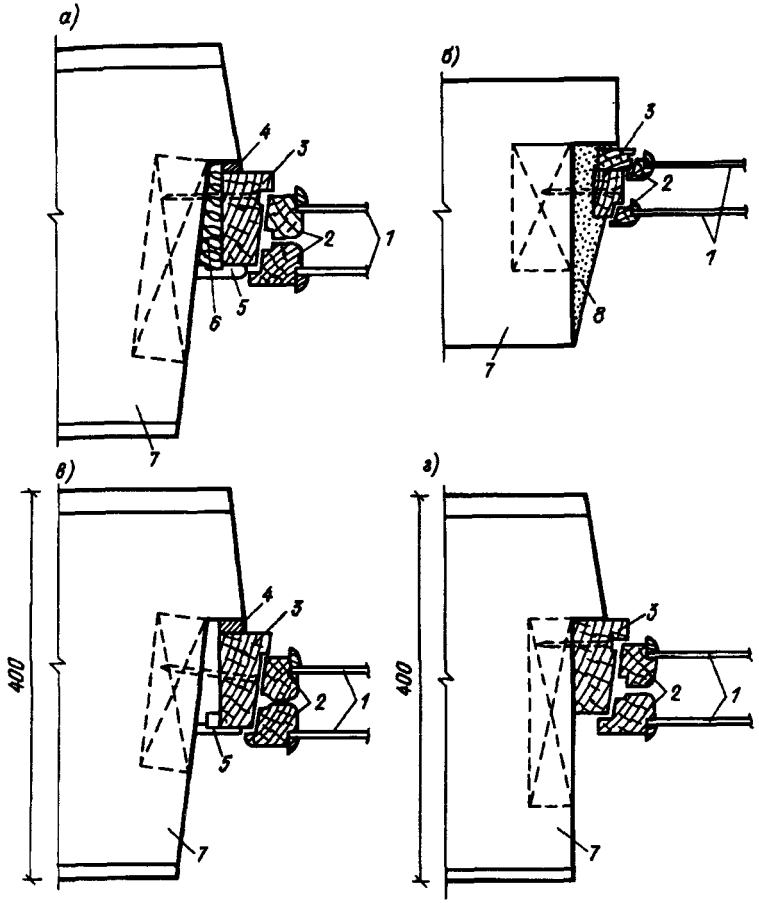


Рис. 6.7. Конструкции сопряжений оконных блоков с наружными стенами
а — уплотнение зазора сухой антисептированной паклей (пенькой, очесами и др.); *б* — уплотнение зазора гипсоперлитовым раствором; *в* — сопряжение оконного блока со стеной без конопатки зазора; *2* — замоноличивание оконной коробки в стену; *д* — уплотнение зазора паклей, смоченной в цементном молоке; *е* — заделка зазора паклей и раствором гипсоцементно-пуццоланового вяжущего; *ж* — уплотнение зазора синтетическим жгутом; *з* — уплотнение зазора пенополиуретаном; *1* — остекление; *2* — переплет; *3* — оконная коробка; *4* — герметизирующая мастика; *5* — нащельник; *6* — сухая антисептированная пакля; *7* — наружная стена; *8* — гипсоперлитовый раствор; *9* — цементный раствор; *10* — пакля, смоченная в алебастровом или цементном растворах; *11* — раствор ГЦПВ; *12* — синтетический жгут

синтетических жгута диаметром 30 и 40 мм. Перед началом герметизации поверхности оконных коробок и бетонных четвертей стеновых панелей очищают от подтеков бетона, грязи, пыли, продувают струей сжатого воздуха и покрывают грунтовкой КН-2. При установке оконного блока он должен быть зафиксирован в вертикальном положении специальными клиньями или брусками, установленными внизу и по обеим сторонам блока. В зазор между коробкой оконного блока и четвертью стеновой панели вводят мастику "Бутэпрол". Мастичный шов заглаживают деревянной лопаточкой (расшивкой). Длина синтетического жгута должна соответствовать периметру оконного блока и с учетом перехлестов составлять 150—200 мм. Конопатку зазора синтетическим уплотняющим жгутом лучше всего начинать с верхнего угла, не натягивая жгут по периметру коробки. В настоящее время данный вариант уплотнения полости стыкового соединения оконного блока со стеной получил широкое распространение. Практика показал, что он обеспечивает достаточно высокие теплоизоляционные и эксплуатационные качества оконных откосов. При заделке зазора синтетическими жгутами обеспечиваются неплохие воздухозащитные свойства стыка, однако он не обладает полной герметичностью.

Наиболее перспективно использование пенополиуретана (типа "Рипор") для утепления узла сопряжения оконного блока с наружной стеной (рис. 6.7, *з*). Пенополиуретановый герметик представляет собой вспененную массу, которая образуется непосредственно в полости между оконной коробкой и панелью. Перед установкой оконного блока в проем места сопряжения оконной коробки с четвертью панели герметизируют мастикой "Бутэпрол". Затем в полость между оконной коробкой и стеной с помощью пистолета наносят смолу. После ее напыления в полости происходит вспенивание и под воздействием влаги воздуха быстрое затвердение массы.

После введения смолы во время затвердения ее в зазоре между панелью и оконной коробкой с внутренней стороны устанавливают деревянные наличники. С внешней стороны щель зачеканивают раствором. Возможна заделка зазора вспененным полиуретаном с использованием герметизирующей мастики без зачеканивания щели раствором. Преимущества этого способа состоят в том, что вспененный

полиуретан обладает малым коэффициентом теплопроводности и имеет хорошую упругость и адгезию к бетону и древесине оконных блоков. Благодаря этому обеспечиваются высокие теплозащитные качества и полная герметичность зазора между оконным блоком и наружной стеной.

Для индивидуальных застройщиков, возводящих дом своими силами, недостаток приведенного способа заделки состоит в том, что работу должны выполнять квалифицированные мастера, имеющие необходимый материал и точно дозированные компоненты для вспененного полиуретана. При нарушении пропорций пенополиуретан приобретает другие эксплуатационные характеристики и становится менее долговечным.

В связи с этим был разработан состав материала для заделки полости между оконной коробкой и стеной. В него входят древесные опилки, известковое молоко и цемент в пропорции (2—3):1:1. Кроме того, в него можно добавить водорастворимый латекс СП-60. Такой состав материала схватывается не так быстро по сравнению с гипсовыми растворами и поэтому с ним легче работать. Его легко приготовить своими силами, так как составляющие компоненты имеются в продаже. Практика показала, что заделанные этим составом стыки между оконным блоком и стеной имеют хорошие теплозащитные и эксплуатационные характеристики.

Если в вашем доме уплотнение зазора между оконным блоком и стеной сделано с дефектами и ощущается сильное дутье в зоне стыка, то повысить его теплозащиту и воздухонепроницаемость можно следующим образом. Необходимо снять нащельник, заполнить полость стыка с помощью отвертки или зубила войлоком, пенькой, паклей или другим теплоизоляционным материалом, хорошо уплотнив его и поставить нащельник на место, прикрепив его к коробке так, чтобы не было щелей между ним и стеной (рис. 6.8, *а—в*). Возможна также заливка стыкового соединения оконной коробки со стеной по всей длине полиуретановой пеной (рис. 6.8, *г*).

Большое значение для теплозащиты помещений имеет и герметичность самого оконного блока. Во время эксплуатации окон происходят высыхание, набухание, коробление древесины переплетов и оконной коробки, приводящие к образованию щелей и увеличению воздухопроницаемости

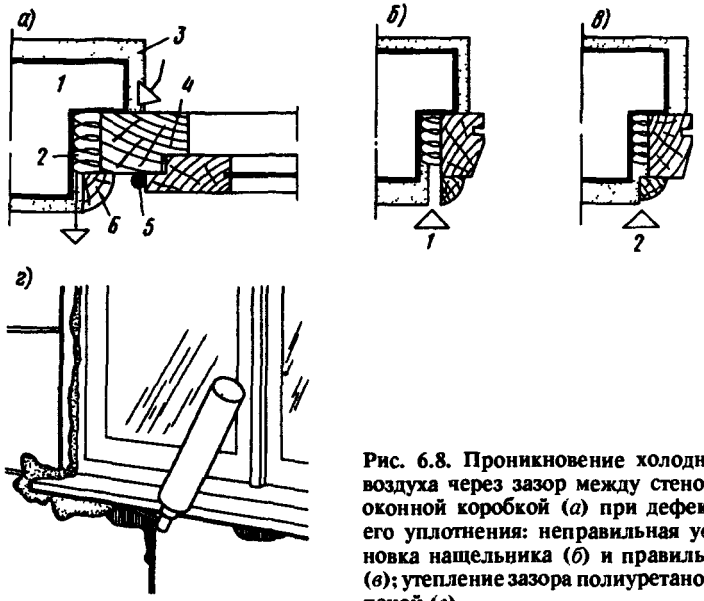


Рис. 6.8. Проникновение холодного воздуха через зазор между стеной и оконной коробкой (*а*) при дефектах его уплотнения: неправильная установка нащельника (*б*) и правильная (*в*); утепление зазора полиуретановой пеной (*г*)

окон через неплотности между стеклом и переплетом, переплетом и оконной коробкой. При этом большое значение для повышения теплозащиты и герметичности окон имеет способ установки и крепления стекла в переплете. Стекла могут вставляться в переплет на одинарной и двойной замазке, обязательно в сухие, проолифленные и окрашенные переплеты или с помощью штапика.

Наиболее простым способом является вставка стекла на одинарной замазке. При этом приготовленное стекло укладывают в фальцы на одинаковом расстоянии от кромок и закрепляют гвоздями или шпильками, сделанными из крепкой проволоки. При установке стекла с помощью шпилек кусок проволоки сгибают под прямым углом (например, с помощью стамески) так, чтобы один конец был длиной около 20 мм или чуть короче. Затем загнутый кусок проволоки приставляют к боковой стороне фальца, в который забивают проволоку (рис. 6.9). Забивать гвоздь или шпильку лучше всего стамеской на глубину 7—10 мм.

Во избежание коррозии и появления ржавых пятен выступающая часть проволоки или гвоздя должна быть не

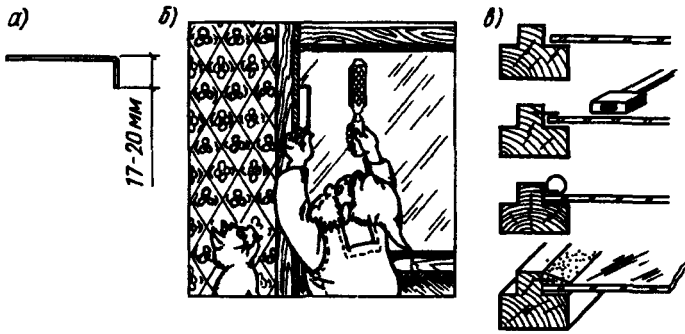


Рис. 6.9. Вставка стекол на одинарной замазке
а — проволочная шпилька; *б* — закрепление стекла проволочными шпильками стамеской; *в* — последовательность операции

выше нижнего фальца и полностью закрыта замазкой. Не рекомендуется забивать шпильки вниз по стеклу, так как это может привести к его растрескиванию. Шпильки забивают на расстоянии 20—30 см друг от друга, направляя их точно по стеклу. Нижний конец может немного отступать от стекла, тогда второй коней его прижмет.

Закрыв с помощью гвоздей или шпилек стекло, его начинают обмазывать замазкой. Для этого отрезают ножом пластинки замазки, укладывают в фальцы, разравнивают и разглаживают. Излишки замазки, выступившие за фальцы, срезают и используют вторично. Замазка должна плотно прилегать к фальцам, закрывать их обе стороны и иметь по всей длине одинаковую ширину.

Способ вставки стекла на одинарной замазке является наиболее простым. Однако он имеет ряд недостатков. Поскольку фальцы часто бывают неровными (в результате коробления или некачественного изготовления), между ними и стеклом остается зазор. Проникающая туда вода вызывает набухание древесины, которая начинает давить на стекло: при хорошо прилипшей замазке стекло может лопнуть, при отставшей — между ним и фальцем образуется зазор, окно теряет герметичность и через него в помещение проникает холодный воздух. Помимо этого постоянно скапливающаяся под стеклом влага приводит к то-

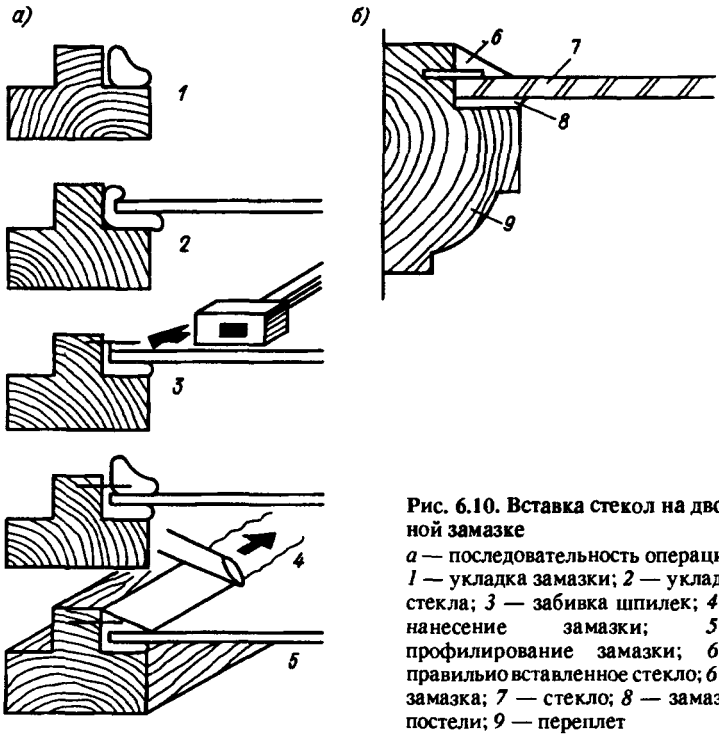


Рис. 6.10. Вставка стекол на двойной замазке
а — последовательность операций: *1* — укладка замазки; *2* — укладка стекла; *3* — забивка шпилек; *4* — нанесение замазки; *5* — профилирование замазки; *6* — правильно вставленное стекло; *б* — замазка; *7* — стекло; *8* — замазка постели; *9* — переплет

му, что переплет начинает загнивать, расклеиваться и разрушаться.

Более совершенной является вставка стекла на двойной замазке (рис. 6.10). При этом на фальцы сухих, проолифленных и окрашенных переплетов накладывают тонкий слой мягкой замазки толщиной 2—3 мм или укладывают ее валиком высотой 5—8 мм, который разравнивают ножом. Уложенная таким образом замазка называется постелью. Затем укладывают стекло и надавливают на него до тех пор, пока оно плотно не ляжет на постель и не перестанет выдавливать замазку. Плотно уложенное стекло закрепляют шпильками или гвоздями. Закрепив стекла в переплетах, их переворачивают, срезают избытки замазки, выдавленные стеклом, и между стеклом и брусками заправляют швы, чтобы не было пустот, в которые могла бы затекать вода. Швы тщательно

приглаживают под прямым углом или с наклоном от стекла на уровне брусков или горбыльков.

Этот способ по сравнению с предыдущим обеспечивает хорошую герметичность окна: ни вода, ни воздух не проникают в полость между стеклом и фальцем. Однако он очень трудоемок как при установке стекла, так и при замене разбитого. Необходимо тщательно расчистить фальцы от старой замазки, что требует много времени, так как она прилипает к фальцам очень прочно и иногда приходится ее срубать стамеской. Чтобы размягчить затвердевшую замазку, можно нанести на нее на 2—3 часа сметанообразную массу из мыла.

Если необходимо промазать много стекол, например, остекляя террасу садового домика, попробуйте воспользоваться старой мясорубкой, с помощью которой получится достаточное количество обмазочных жгутиков. В процессе работы стенки мясорубки следует смазывать любым жиром. А при разглаживании замазки вместо ножа удобно воспользоваться рожком для обуви: любой полукруглый конец хорошо разглаживает замазку, снимает ее излишки и оставляет ровный закругленный шов.

Вставить стекла в оконный переплет можно с помощью штапиков — деревянных реек различной формы, которые вставляют в фальц для закрепления стекла. Стекла также вставляют в проолифленные и окрашенные сухие фальцы без замазки, на постельную замазку с закреплением сухими штапиками или на постельную замазку со штапиками, обмазанными замазкой. Перед покраской древесину необходимо проолифить. Благодаря этому слой краски, нанесенный на покрытый олифой переплет, будет долговечным. В противном случае нанесенная непосредственно на древесину переплета краска начнет отходить через 1—2 года.

При первом из перечисленных способов — вставке насухо — оконное стекло укладывают в фальцы, накладывают штапики и крепят их к фальцам гвоздями или шурупами через 25—30 см друг от друга. Этот очень простой способ не обеспечивает хорошей герметичности окон и поэтому рекомендуется только для окон во внутренних стенах (например, выходящее из комнаты на веранду окно).

Более совершенным является крепление стекла на постельной замазке. Для этого на фальце устраивают постель из мягкой замазки, кладут на нее стекло, прижимают,

выдавливая излишки замазки. Затем устанавливают штапики и, прижав к стеклу, прибивают их к фальцу гвоздями или шурупами через 25—30 см друг от друга таким образом, чтобы они не доходили до стекла на 3—5 мм (рис. 6.11).

Наиболее совершенным способом, обеспечивающим хорошую герметичность, является вставка стекла на постельной замазке с обмазкой штапиков. При этом стекло устанавливают в фальц на постель, как в предыдущем случае, а затем вставляют штапики с замазкой со стороны стекла и со стороны фальца.

Возможна установка стекла в переплет на штапиках с эластичными прокладками. Размеры прокладок выбирают так, что бы они были на одном уровне или на 1 мм ниже кромок бруска переплета или штапика.

При устройстве стекол на штапиках с резиновыми прокладками размер остекления выбирают таким, чтобы зазор между стеклом и фальцем был не менее 3 мм.

Эластичные прокладки для остекления имеют П-образную форму. Однако, если специальных прокладок нет, то можно использовать резиновые трубки, разрезанные вдоль (по длине) (рис. 6.12).

Особое внимание следует обратить на установку прокладок по углам остекления, где возможно образование складок. Для предупреждения образования морщин в прокладках делают вырезы треугольной формы. Стыкуют прокладки и резиновые ленты впритык или склеивают клеем. Шов лучше располагать на боковой или верхней стороне переплета. Установив прокладку на стекло, его вставляют в фальцы и закрепляют штапиками. выступающую часть прокладки срезают. Недостаток этого способа закрепления состоит в том, что со временем под действием солнечных лучей и осадков происходит старение материала прокладок, они теряют свою упругость, повышая тем самым воздухопроницаемость окна.

Для герметизации спаренных рам можно использовать пасту, состоящую из двух частей, одной части мучного клея или муки (для этих целей годится старая испорченная мука) и воды. Пастой заполняют углубления между створками. Весной при открывании створок высохшая замазка легко высыплется.

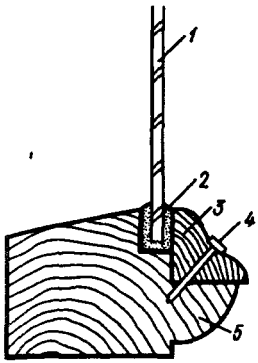


Рис. 6.11. Вставка стекла на штапиках
1 — стекло; *2* — замазка; *3* — переплет; *4* —

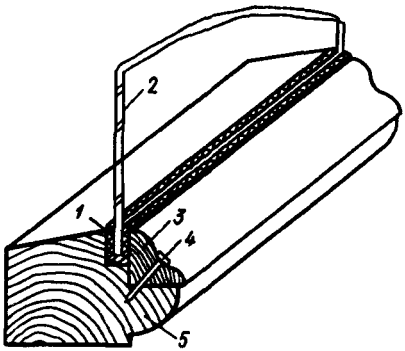


Рис. 6.12. Вставка стекла на резиновой прокладке
1 — резиновая прокладка; *2* — стекло; *3* — штапик; *4* — шуруп; *5* — переплет

Для герметизации стыков и трещин в рамах и для крепления стекол имеются готовые замазки: "Замазка универсальная", "Замазка синтетическая", "Замазка оконная", "Днепр". После размягчения в руках их наносят на поверхность. Застывая в течение двух—четырех недель, замазки "Днепр" и "Универсальная", размягчаясь при сильном нагреве солнечными лучами, образуют резиноподобные швы, которые плотно держатся на основании, не покрываясь трещинами длительное время и обеспечивая хорошую герметичность. Красить замазку можно только после полного высыхания нанесенных на них двух слоев олифы. Приготовить оконную замазку можно и вручную (таблица).

Теплоизоляция и герметичность окон во многом зависят от правильной эксплуатации. Оконный блок должен изготовляться из древесины влажностью 12+3%, но часто при установке блока ее влажность оказывается выше. Из-за этого при высыхании древесина коробится, образуются щели, из окон сильно дует, возникают дополнительные теплопотери. Во избежание этого рекомендуется либо не открывать, либо как можно реже открывать окна, пока древесина не высохнет полностью.

Часто жильцы уплотняют окна ватой, закладываемой между переплетом и оконной коробкой, и с усилием закрывают окна. Это приводит к тому, что оконные переплеты деформируются, петли расшатываются, увеличиваются

Составы замазок для остекления

Замазка	Состав	Расход, кг
Меловая Олифа	Олифа натуральная	2,2
	Мел молотый	8,1
Белильная	Олифа натуральная	1,8
или атмос-	Мел молотый	6
феростойкая	Белила свинцовые сухие	2,5
Стекольная	Мел молотый	5,7
	Древесные опилки сухие	2,7
	Столярный клей	0,8
	Известь пушонка	0,8
Сурнковая	Олифа натуральная	1,4
	Мел молотый	7,1
	Сурик железный	1,8
Меловая без-	Мел молотый	5
олифная	Известь пушонка	0,3
	Песок мелкий	2,1
	Жидкое стекло	0,2
	Древесная смола	2,2
	Керосин	0,5

неплотности, через которые интенсивно инфильтрует воздух и попадает вода. В результате увеличиваются теплопотери, начинается загнивание или коробление древесины, возникает необходимость замены или ремонта оконного блока. В связи с этим притворы следует уплотнять специальными материалами. Способы уплотнения рассмотрены ниже.

Самым простым и дешевым способом повышения герметизации окон является их оклейка изнутри бумажными полосами (рис. 6.13). Ширина полос должна быть около 5 см. Их приклеивают с внутренней стороны окна в месте примыкания переплета к оконной коробке. Целесообразно форточку или одну створку оставлять не заклеенной для проветривания помещения. Недостаток этого способа состоит в том, что при заклейке ухудшается внешний вид окна, от ежегодного снятия бумаги портится переплет, исключается возможность быстрого кратковременного проветривания.

Наиболее эффективным способом уплотнения внутренних оконных переплетов является установка в их притворах по периметру открывающихся форточек, полотен, створок, клапанов, упругих уплотняющих прокладок из пенополиуретана в один и два слоя, полушерстяного шнура, обыкновенной и губчатой резины, сукна, фетра

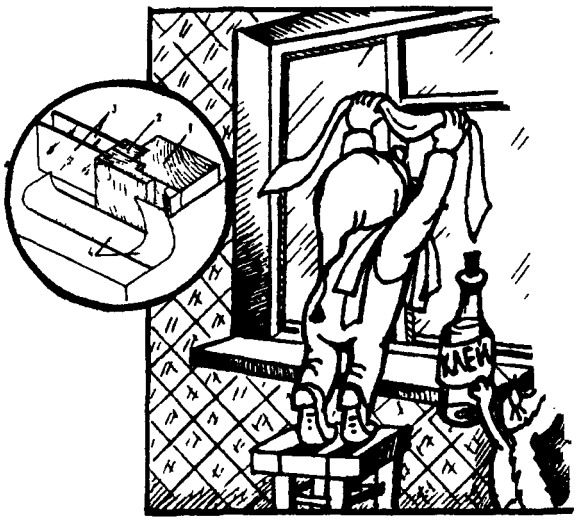


Рис. 6.13. Оклейка окон бумажными по.
1 — оконная коробка, *2* — переплет, *3* — стекло; *4* — бумажная ..

(рис. 6.14). Лучше всего использовать прокладки из пе- полиуретана, коэффициент воздухопроницаемости которь. примерно в два раза меньше, чем при уплотнении полушерстяным шнуром.

Установку уплотняющих прокладок целесообразно проводить в первую очередь во внутренние переплеты со стороны межстекольного пространства. При этом оконные блоки должны быть исправны, переплеты окрашены и налажена фурнитура. Наиболее эффективная герметизация оконного блока достигается при стеклах, поставленных на двойной сплошной замазке.

Уплотняющие прокладки заготавливают шириной 15—25 мм и толщиной 8—15 мм из расчета двойного обжатия между оконной рамой и переплетом. Их устанавливают между створками переплетов (рис. 6.15) и закрепляют на внутренней стороне переплета без натяжения.

Прокладки прикрепляют к переплетам гвоздями или клеем по всей длине их примыкания к оконной коробке. Для крепления используют оцинкованные гвозди длиной 12—15 мм со шляпками и прибивают их на расстоянии

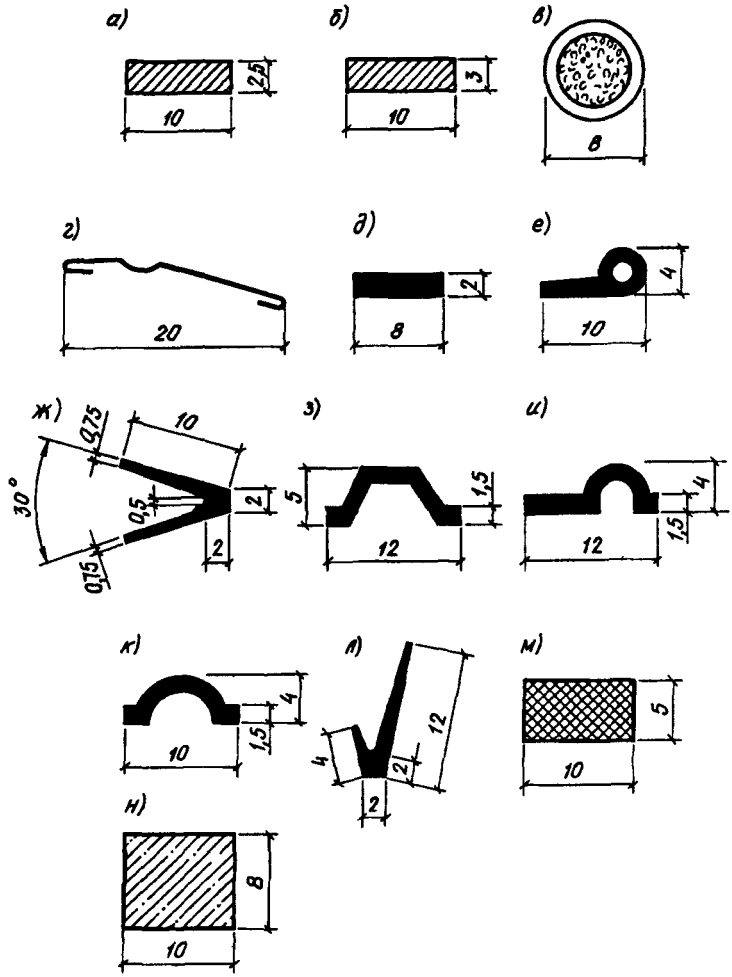


Рис. 6.14. Типы уплотняющих прокладок

а — шинельное сукно; *б* — фетр; *в* — полушерстяной шнур; *г* — латунь; *д*— *е* — твердая резина; *ж*—*л* — простая мягкая резина; *м* — губчатая резина; *н* — эластичный пенополиуретан

20—25 см друг от друга. Прокладки устанавливают по вертикали и горизонтали без натяжения и выпускают в цель притвора в виде "фартука" с учетом обжатия на 4—6 мм.

Если устанавливают прокладку, покрытую клеем с защитной пленкой, то последнюю отделяют по мере приклеивания прокладки к притвору полосками длиной 15—20 см. Не рекомендуется снимать всю пленку во избежание склеивания свободного конца. Приклеивают прокладку осторожно, прижав рукой липкую сторону к переплету (рис. 6.16). При этом ее необходимо сразу фиксировать в требуемое положение, не допуская переклейки, так как клеевой состав быстро сцепляется с поверхностью притвора. В углах открывающихся переплетов прокладки разрезают и стыкуют "на ус". При выполнении работ углы следует уплотнять особо тщательно. Соединение двух прокладок выполняют впритык без нахлестки.

При отсутствии поверхностного клеевого слоя прокладку крепят к переплетам различными клеями. В зависимости от марки клей наносят на прокладку или на внутреннюю створку поверхности открывающегося элемента.

Устройство прокладок можно выполнять клеем БФ-2, "Ега", клеем-мастикой КН-2. Для этого их наносят тонким слоем на широкую грань прокладки и просушивают ее в течение 15 мин. Затем на внутреннюю створку поверхности открывающегося переплета или форточки кисточкой наносят тонкий слой клея, к которому приклеивают покрытую клеем прокладку и прижимают рейкой сечением 10х30 мм длиной 30 см. После приклейки всех прокладок окно закрывают и не открывают его до высыхания (около 24 ч).

Если используют клей 88-Н, то его наносят тонким слоем на те поверхности, где должна быть установлена прокладка. Затем на поверхность с подсохшим клеем накладывают прокладку и прижимают ее рейкой (10х30х300 мм). Через 15—20 мин окно закрывают на сутки до высыхания клея.

При небрежном выполнении работ, избытке нанесенного клея или его попадания на вторую грань прокладки при открывании переплетов или форточек прокладки могут разорваться.

Уплотнить спаренные окна можно с помощью бельевого хлопчатобумажного шнура, уложенного по всей длине щели между рамами. Для этого надо развинтить створки спаренных рам и закрепить шнур с помощью клея или гвоздиками. При закрытых окнах щели хорошо уплотнятся.

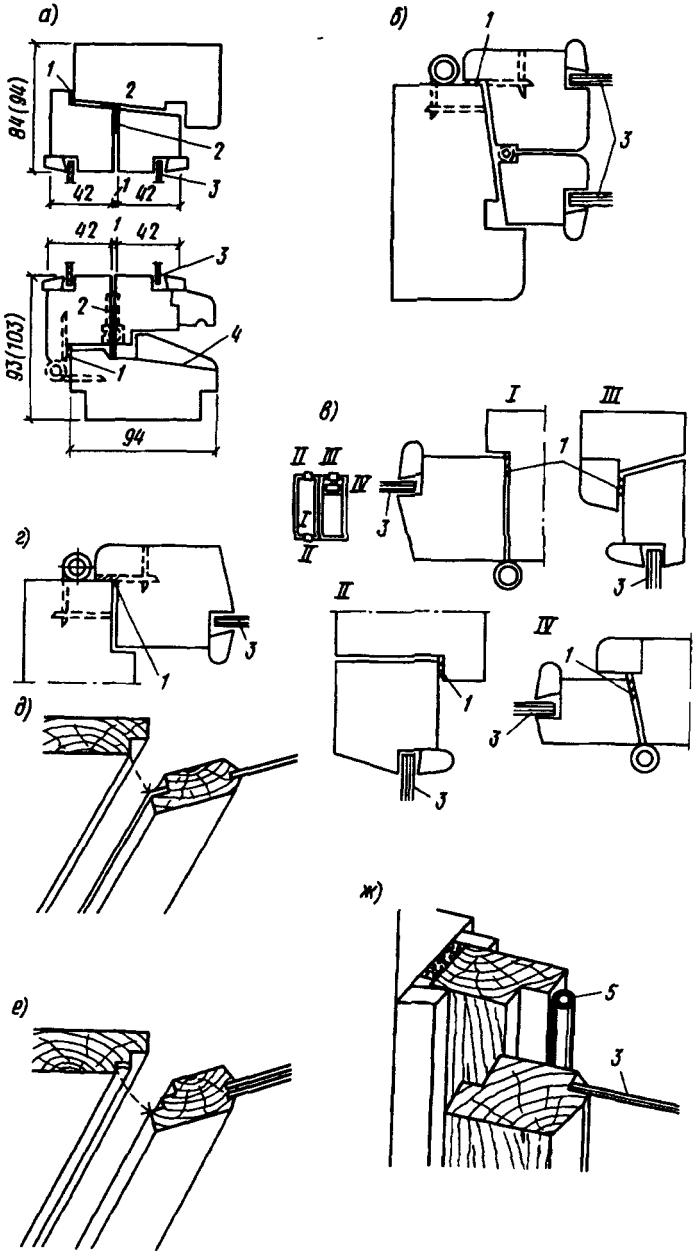
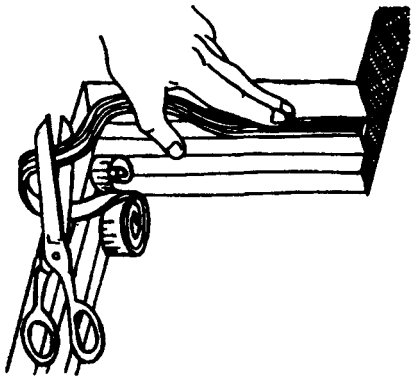

а)
84(94)
42
1
42
93(103)
94
б)
в)
I
II
III
IV
г)
д)
е)
ж)
5

Рис. 6.16. Установка самоклеющейся уплотняющей прокладки с защитной пленкой



Для уплотнения окон можно воспользоваться пенопластом, оставшимся от упаковки аппаратуры или техники. Являясь хорошим теплоизоляционным материалом, он легко уплотняется, не пропускает холодный воздух через щели, защищает от дополнительных теплопотерь и долго сохраняет белый цвет. Кусок пенопласта режут острым ножом или паяльником на полосы, шириной чуть больше ширины щели и укладывают прокладки в щель так, чтобы пенопласт входил в нее с "натягом".

Устройство уплотняющих прокладок позволяет снизить воздухопроницаемость окон, уменьшить загрязнение стекол и переплетов в межстекольном пространстве, повысить температуру на внутренней поверхности окна в среднем на 1,5—2°С, исключить возможность запотевания и образования конденсата на внутренней поверхности наружного стекла в межстекольном пространстве. В итоге уплотнение притворов позволяет повысить теплозащиту окон в среднем на 20%.

Рис. 6.15. Установка прокладок в окнах с двойным остеклением с наплавом [разрез по вертикали] (*а*); по горизонтали (*б*); в окнах без наплава (*в*); в окнах с одинарным остеклением (*г*); вид в аксонометрии (*е*); установка резиновой прокладки (*ж*)

1 — уплотняющая прокладка из пенополиуретана; *2* — дополнительная уплотняющая прокладка в зазоре между переплетом (полотном) и коробкой; *3* — стекло; *4* — прорезь шириной 16 мм для отвода воды, *5* — резиновая прокладка, I—IY — узлы

Считается, что при двойном остеклении прокладки следует устанавливать в притворах *внутренних* переплетов, чтобы уменьшить проникание в межстекольное пространство теплого воздуха из внутреннего помещения с большой влажностью и исключить возможность запотевания окон, в наружные переплеты уплотнять не нужно. Однако в нижних этажах жилых домов, особенно в многоэтажных зданиях, опасность образования конденсата на стеклах практически отсутствует. Это объясняется тем, что из-за разности температур внутреннего и наружного воздуха вытесняемый холодным и тяжелым теплый и легкий воздух поднимается вверх, в результате чего в нижних этажах дома (приблизительно до середины высоты здания) наблюдается интенсивная инфильтрация, а в верхних этажах — эксфильтрация. При инфильтрации теплый воздух из помещения не попадает в межстекольное пространство, потому что движение воздуха направлено снаружи внутрь помещения.

Из-за большого перепада давлений по сторонам ограждений инфильтрация через окна нижних этажей идет интенсивно, вызывая понижение температуры в помещении, сильное дутье из окон и требуя дополнительных затрат энергии на отопление. В связи с этим в нижних этажах целесообразно уплотнять оба оконных притвора — внутренний и наружный. Проведенные исследования показали, что в этом случае воздухопроницаемость окна снижается в среднем на 40% по сравнению с уплотнением только внутреннего переплета. Как видно, это достаточно простое мероприятие является очень эффективным.

С течением времени происходит старение материала прокладок, уменьшается их упругость, в результате чего воздухопроницаемость окон увеличивается. Поэтому для повышения теплозащиты целесообразно заменять прокладки через каждые 2—4 года.

Возможно уплотнять окна с помощью металлической ленты (рис. 6.17), которую устанавливают между оконной коробкой и переплетом. Ленту крепят, отступив 1—2 мм от края переплета, гвоздями через каждые 30—40 мм. Преимущество данного способа заключается в том, что металлическая лента со временем не теряет эластичности, обеспечивает хорошую воздухо- и шумозащиту и ею можно уплотнять зазоры различной толщины. За рубе-

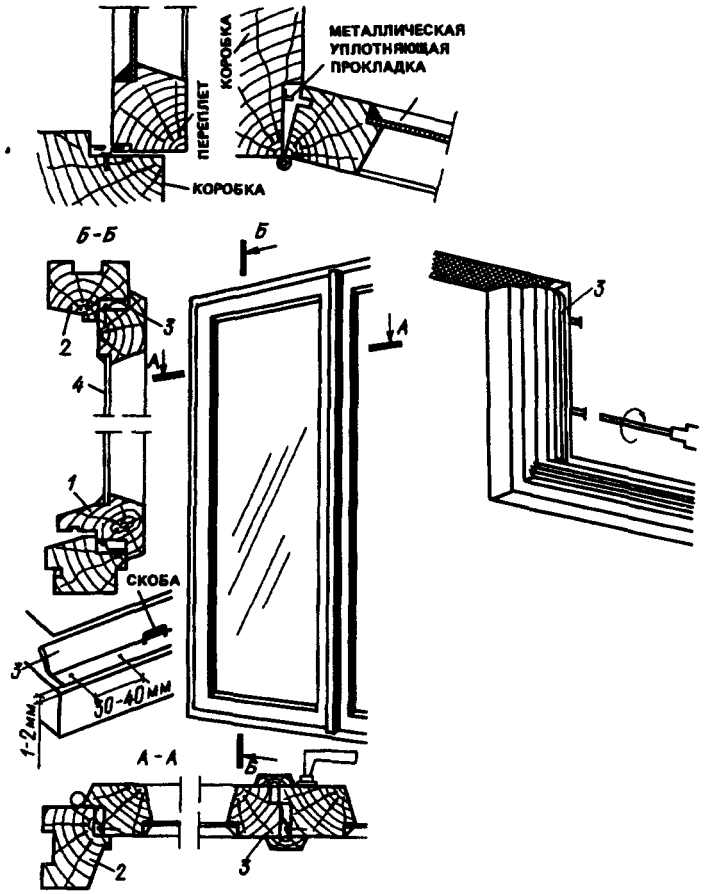


Рис. 6.17. Повышение герметичности окон установкой металлической ленты

1 — переплет; *2* — оконная коробка; *3* — металлическая лента; *4* — стекло

жом этот способ уплотнения окон получил широкое распространение.

Со временем в оконном блоке могут появляться щели между переплетом и оконной коробкой. Часто они возникают из-за оседания петель. В этом случае целесообразно переставить петли на новые места или, сняв створки с

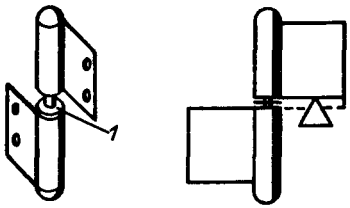


Рис. 6.18. Регулирование высоты подвески оконной рамы установкой на петле проволочного кольца

петель, навить на стержень петли проволоку, позволяющую регулировать створки по высоте (рис. 6.18).

Другой причиной, вызывающей неплотное примыкание рам к оконной коробке, является коробление части оконной рамы. В этом случае целесообразно рубанком снять места, мешающие плотному закрыванию окна.

6.3. УЛУЧШЕНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ОКОН РАЗЛИЧНЫМИ КОНСТРУКТИВНЫМИ МЕРОПРИЯТИЯМИ

Улучшить тепловой комфорт в помещении и ограничить потери теплоты через окна можно, уменьшив тепловой поток, проходящий через окна.

Одним из распространенных способов повышения теплозащиты окон является установка дополнительного остекления или переплета в оконный проем (рис. 6.19). Образовавшаяся между существующим и вставленным остеклением воздушная прослойка позволяет значительно повысить сопротивление теплопередаче окна и снизить теплопотери.

Зимние переплеты лучше вставлять в теплый сухой день. Если в окно светит солнце, то это благоприятно скажется на теплозащите окна, так как между переплетами будет закрыт сухой воздух и в холодное время переплеты не запотеют.

При установке зимней рамы сначала закрывают створы летних переплетов. На нижнюю заглушку желательно наложить вату, насыпать сухой песок, опилки или другой гигроскопичный материал, легко поглощающий влагу из воздуха в межстекольном пространстве. Предохранить окно от запотевания можно, поставив в межстекольное пространство банку или стакан с солью, хлористым кальцием,

которым засыпают банку на половину. Однако они быстро насыщаются влагой и больше ее не впитывают.

Поместив гигроскопический материал между стеклами, закрывают створки зимних переплетов и запирают шпингалеты или целые рамы крепят гвоздями к коробке. Швы между створками и места примыкания к коробке хорошо промазывают специальной замазкой или заклеивают бумагой.

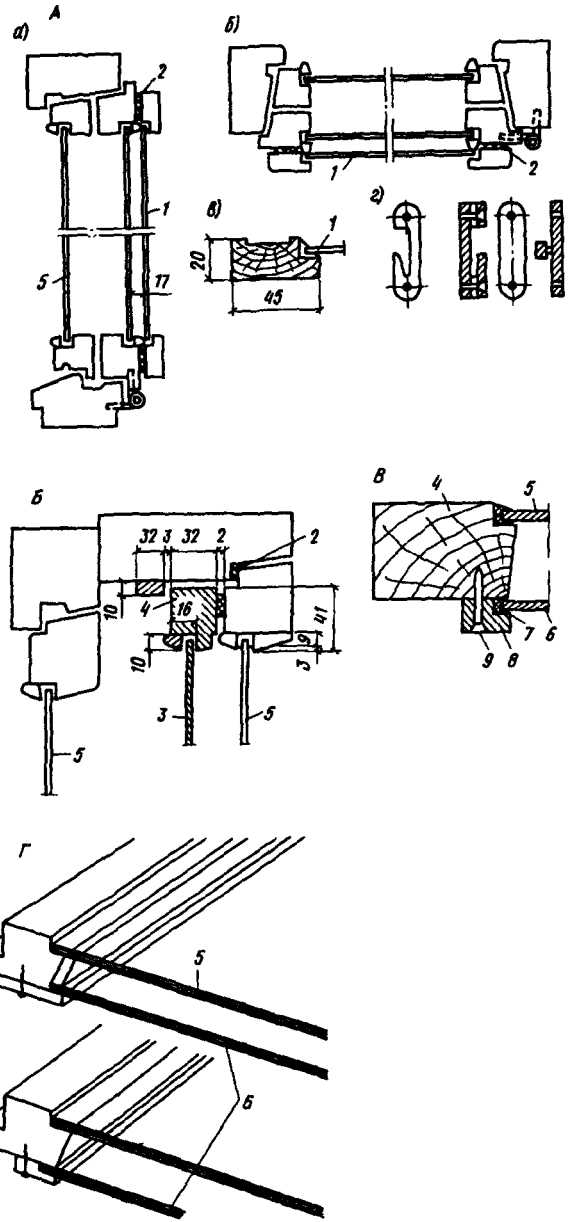
Замазку можно изготовить из муки и песка. Для этого 2 части муки заваривают кипятком и добавляют 1 часть мелкого песка. Образовавшаяся масса типа густого теста хорошо пристает к дереву, при высыхании не трескается и легко удаляется при смачивании водой. Вместо замазки можно использовать обычный пластилин, но его трудно удалять с поверхности окна.

Можно приготовить замазку из тавота, веретенного масла и мела. Для этого 6 частей (по массе) тавота или солидола нагревают на огне до жидкого состояния и вводят 14 частей веретенного или солярного масла. После охлаждения получается вязкая жидкость, которую смешивают с 80 частями мела.

Установить дополнительное остекление в окне можно следующим образом. По периметру горизонтально лежащего стекла кладут картонную полоску-прокладку, покрытую масляной краской. На полоску накладывают другое стекло. В результате получается самодельный стеклопакет, в котором два стекла разделены воздушной прослойкой, толщина которой соответствует толщине картонной полосы. Вместо картона в качестве прокладки можно использовать резину. Это самодельное стекло устанавливается в раму как обычное рис. 6.20.

Утеплить окна, особенно на время сильных морозов, можно куском полиэтиленовой прозрачной пленки. Большой кусок пленки вырезают по размеру окна и прикрепляют тонкими рейками или кнопками к раме. Сверху оставляют большой зазор 10—15 см для циркуляции воздуха. Благодаря слою светопроницаемой пленки двойное (одинарное) остекление по теплозащитным характеристикам приблизится к тройному (двойному) остеклению.

Другим способом, повышающим теплозащитные характеристики окон, является устройство металлизированной


А
а)
2
1
5
77
б)
1
2
в)
1
20
45
г)
Б
32 3 32 2
2
10
4
16
41
9
3
10
3
5
5
В
4
5
7
6
9
8
Г
5
6

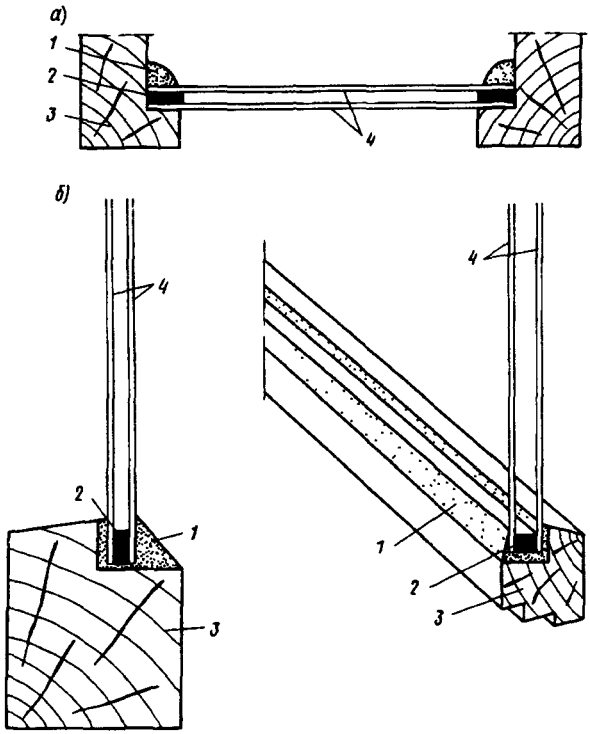


Рис. 6.20. Установка дополнительного стекла на картонную или резиновую прокладку

а — вид в плане; *б* — вид в разрезе; *в* — аксонометрия; *1* — замазка; *2* — резиновая или картонная прокладка, обмазаная краской; *3* — переплет; *4* — скрепленные между собой стекла

Рис. 6.19. Установка третьего остекления на существующем оконном блоке

А — со спаренными переплетами; *Б* — с дополнительной створкой при раздельных переплетах; *В* — с помощью реек (показано в разрезе по бруску); *Г* — двух дополнительных стекол; *а* — вертикальный разрез; *б* — горизонтальный разрез; *в* — брусок обвязки дополнительной створки; *г* — прибор-фиксатор створки; *1* — дополнительная остекленная створка (устанавливается со стороны помещения); *2* — герметизирующая прокладка; *3* — дополнительная створка с теплоотражающим стеклом (устанавливается в межрамном пространстве); *4* — брусок внутреннего раздельного переплета; *5* — существующее стекло; *6* — дополнительное третье стекло; *7* — замазка; *8* — деревянная рейка; *9* — винт

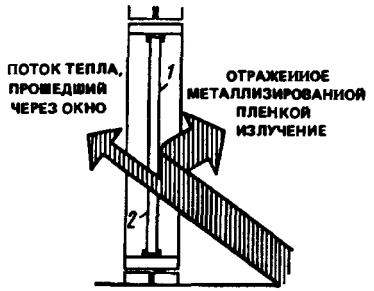


Рис. 6.21. Установка металлизированной пленки
1 — стекло, покрытое металлизированной пленкой; *2* — стекло из плеики

пленки (рис. 6.21). Благодаря блестящей поверхности пленки, установленной на внутренней поверхности остекления, происходит отражение внутрь помещения лучистой составляющей теплового потока. В результате уменьшаются суммарные теплопотери из помещения через оконную конструкцию.

Эффективно использование металлизированной пленки и в летнее время. Если зимой тепловой поток имеет направление из помещения наружу, то в летнее время направление теплового потока через освещенное солнцем остекление меняется на противоположное. Основной нагрев помещения в этом случае происходит за счет теплопоступлений излучением. Установленная на окне металлизированная пленка, отражающая часть теплового потока, уменьшает суммарный поток тепла и позволяет понизить температуру внутреннего воздуха, уменьшив тем самым затраты энергии на кондиционирование.

В настоящее время разработаны металлизированные полиэтилентерефталатные (ПЭТФ) пленки серебристого цвета и пленка ПЭТФ, модернизированная диацетилферроценом (ДАФ), с золотистым оттенком.

Замена в оконном блоке обыкновенного строительного стекла на теплоотражающее таким же образом повышает теплоизоляционные характеристики, как и металлизированная пленка. Однако замена стекол в оконном блоке более трудоемка, чем установка пленки.

Наиболее эффективно, как уже отмечалось, заменить остекление стеклопакетом с теплоотражающим стеклом. При этом целесообразно, чтобы поверхность стекла с теп-

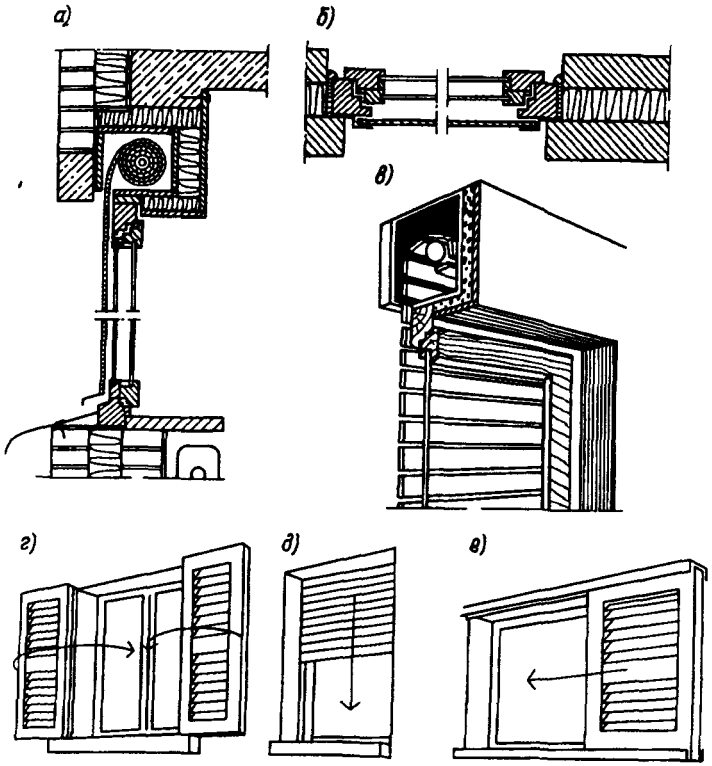


Рис. 6.22. Окна со свертывающимися экранами (*а* — вертикальный разрез; *б* — горизонтальный разрез; *в* — аксонометрия), закрывающимися ставнями (*г*); опускающимися жалюзями (*д*) и задвигающимися ставнями (*е*)

лоотражающим напылением была обращена в глубь стеклопакета.

Достаточно простой способ снижения теплопотерь — устройство с наружной стороны окна экрана, выполненного из непрозрачных пластин (рис. 6.22). Как известно, вечером происходит понижение температуры наружного воздуха и опущенный на ночь экран или закрывающиеся ставни позволят уменьшить поток тепла, излучаемый остеклением наружу, и создать дополнительную воздушную прослойку, являющуюся хорошей теплоизоляцией.

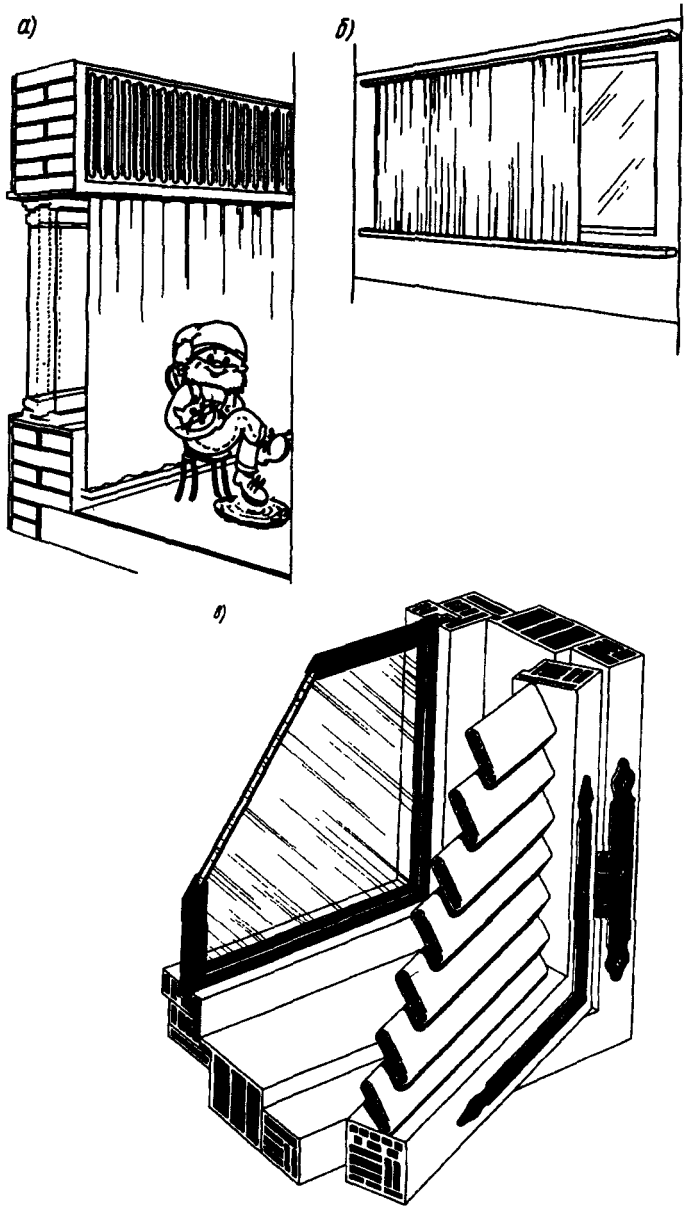


Рис. 6.23. Установка штор (*а, б*) и жалюзи (*в*) с внутренней стороны помещения

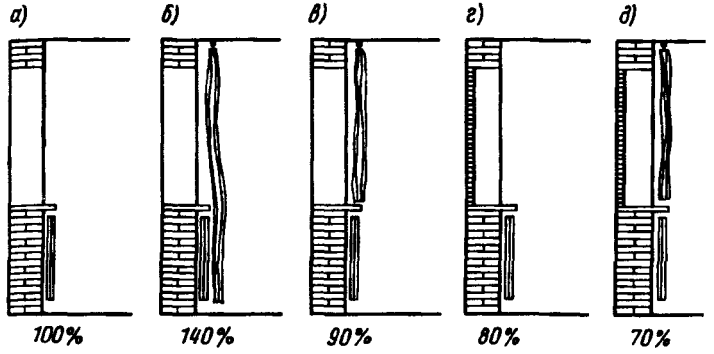


Рис. 6.24. Влияние зашторивания и экранирования окон на теплопотери, %
а — окно без занавесок; *б* — окно с длинными занавесками, закрывающими отопительный прибор; *в* — окно с короткими занавесками, не закрывающими отопительные прибор; *г* — окно с экраном с наружной стороны остекления; *д* — окно с короткими занавесками и наружным экраном

Повышенные на окно занавески и портьеры также позволяют улучшить теплозащиту окон за счет экранирования отрицательного излучения холодной поверхности стекла.

Одним из вариантов повышения теплозащиты окон является установка штор, жалюзи-экранов с внутренней стороны помещения (рис. 6.23). Шторы-экраны могут быть выполнены из непрозрачного или прозрачного материала типа полиэтиленовой пленки. Их устройство позволяет снизить теплопотери в помещении в результате уменьшения потока лучистого тепла. При этом не следует шторами закрывать поверхность отопительного прибора, находящегося под окном. Эффективность использования занавесок и экранов с внутренней стороны окна показана на рис. 6.24. Если штора, жалюзи или экран сделаны из непрозрачного материала, то их опускают на окно, когда начинает смеркаться. В этом случае теплозащита окон повысится на определенный период времени — на ночь, когда температура наружного воздуха понижается и используется искусственное освещение. Ниже показана эффективность использования штор, ставень, экранов, занавесок в зависимости от их расположения на окне.

Конструкция	Общее сопротивление теплопередаче, м2.оС/ВТ
Одинарное стекло	0,17
Двойное стекло	0,38
Тройное стекло	0,62
Двойное стекло + штора	0,46
То же + две шторы	0,55
То же + штора, покрытая алюминиевым лаком	0,53
Двойное стекло + штора, покрытая алюминиевым лаком	0,64
То же + деревянные ставни	0,52
Тройное стекло + штора	0,7
То же + две шторы	0,73
То же + штора, покрытая алюминиевым листом	0,88
о же + деревянные ставни	0,76
То же + ставни, покрытые алюминиевым лаком	0,83

Повысить теплозащиту окон можно размещением различных экранов в межстекольном пространстве (рис. 6.25). Этот метод основан на том, что при установке экрана уменьшается разность температур между близлежащими поверхностями и снижается интенсивность движения молекул воздуха и, следовательно, конвективного теплообмена. Помимо этого в некоторых случаях при создании узких воздушных прослоек скорость восходящих воздушных потоков тормозится нисходящими, что уменьшает теплопередачу конвекцией. Установленный в межстекольное пространство экран также снижает лучистую составляющую теплового потока.

Зашторивание светопроемов устройствами, размещаемыми между остеклением, позволяет не только сократить теплопотери через остекление в холодное время года, но и в некоторой степени отрегулировать освещенность. Широкое распространение получают шторы-жалюзи, экран которых представляет систему горизонтальных пластин, соединенных гибкими связями (рис. 6.26). Пластины, сделанные из алюминия и покрытые эмалями или лаком, могут поворачиваться вокруг собственной оси, изменяя количество солнечной радиации, поступающей через световые проемы, и улучшать показатели естественного освещения благодаря использованию света, отраженного пластинами. Выпускаемые шторы-жалюзи могут быть

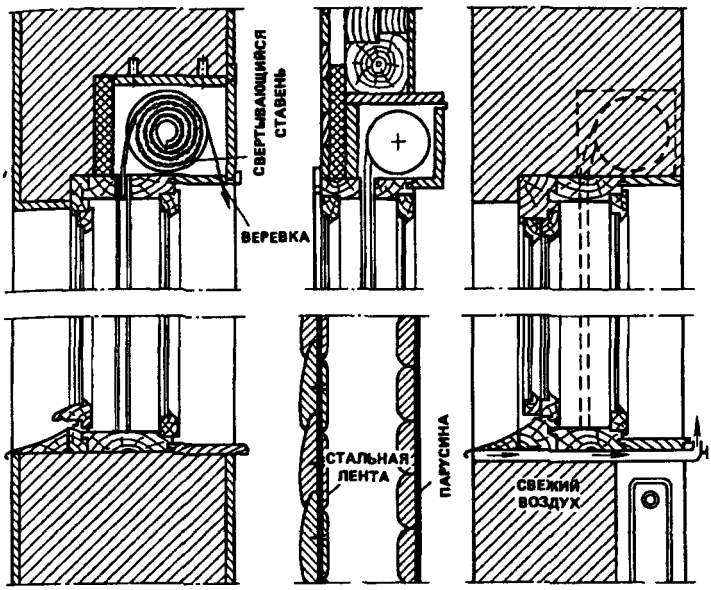


Рис. 6.25. Различные типы окон с экранами в межстекольном пространстве

использованы для стандартных окон со спаренными и разделенными переплетами.

Возможным вариантом повышения сопротивления теплопередаче окон является увеличение числа воздушных прослоек в окне за счет применения в межстекольном пространстве металлизированной пленки (рис. 6.27). Как уже отмечалось, ее поверхность имеет высокую отражательную способность, что приводит к уменьшению лучистой составляющей теплового потока, проходящего через окно, а за счет разделения межстекольного пространства на плоскости уменьшается и конвективная теплопередача.

Проведенные расчеты показали, что применение металлизированных пленок в межстекольном пространстве позволяет повысить температуру внутренней поверхности остекления на 3—3,5°С и увеличить сопротивление теплопередаче оконного блока в 1,2—1,25 раза. Таким образом, теплозащитные качества оконного блока с двойным остек-

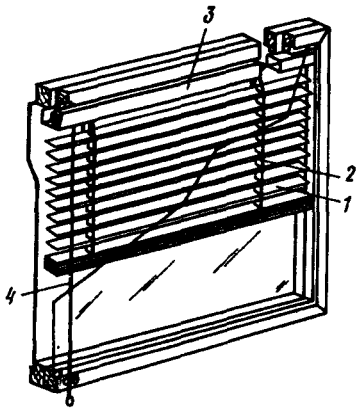


Рис. 6.26. Межстекольная штора-жалюзи
1 — алюминиевая пластина; *2* — гибкая связь; *3* — короб; *4* — шнур

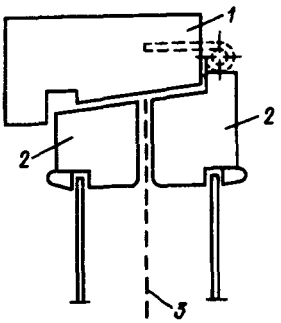


Рис. 6.27. Установка металлизированиой пленки в межстекольиом пространстве
1 — оконная коробка; *2* — переплет; *3* — теплоотражающая пленка

лением могут быть приближены к теплозащитным качествам окон с тройным остеклением путем установки металлизированной пленки, увеличивающей количество воздушных прослоек.

В межстекольном пространстве можно разместить и свертывающуюся штору, имеющую эластичный экран из стеклоткани, металлизированной пленки и других пленочных и тканевых материалов, который наматывается на барабан. На конце барабана размещается катушка со шнуром. Шнур должен наматываться в направлении, противоположном направлению намотки шторы. Конец шнура выпускают через отверстия в переплете внутрь помещения (рис. 6.28).

Определенный интерес представляет комбинированная штора, расположенная в межстекольном пространстве. Она состоит из двух соединенных между собой полотен. Каждое из полотен прикреплено к катушкам, одна из которых находится в верхней, а другая в нижней части светопроема (рис. 6.29). Одно из полотен делают из прозрачной ткани или металлизированной пленки, другое из светопроницаемого материала. Прозрачное полотно устанавливают в окне в дневное время, а темное — в вечернее или ночное.

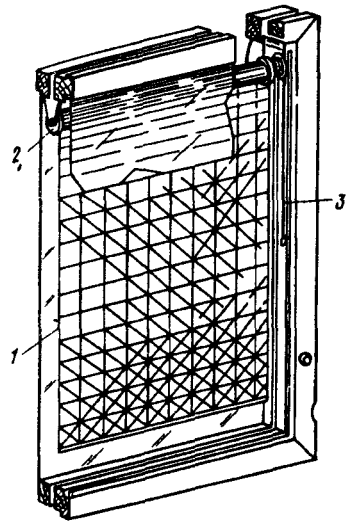


Рис. 6.28. Свертывающаяся штора
1 — экран; *2* — барабан; *3* — шнур

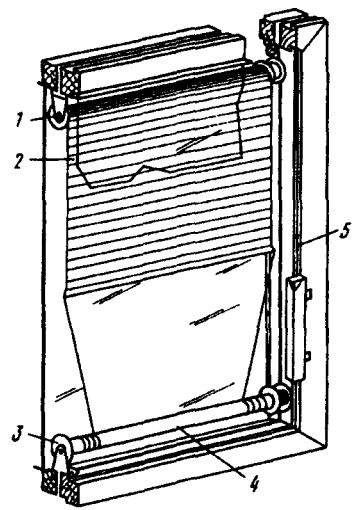


Рис. 6.29. Штора с комбинированным экраном
1 — верхний барабан; *2* — полотно из полупрозрачной ткани или металлизированной пленки; *3* — нижний барабан; *4* — непрозрачное темное полотно; *5* — шнур

Помимо уменьшения теплопотерь через окно в холодное время года комбинированная штора может использоваться и в летнее время в качестве солнцезащитного устройства (при установке полотна из металлизированной пленки).

Снизить потери тепла через окна можно с помощью расположенной между стеклами объемной шторы (рис. 6.30), имеющей экран из складчатых полотен. Полотна экрана выполняют из металлизированной пленки, а внутреннее полотно может быть сделано из прозрачной пленки. Экран у объемной шторы поднимают с помощью шнура, присоединенного рейкой к нижней кромке экрана, и собирают в пакет в верхней части окна.

Анализ теплозащитных характеристик конструкций экранов показал, что наиболее эффективна объемная штора, позволяющая снизить теплопотери на 38%. Установленные в межстекольное пространство шторы-жалюзи поз-

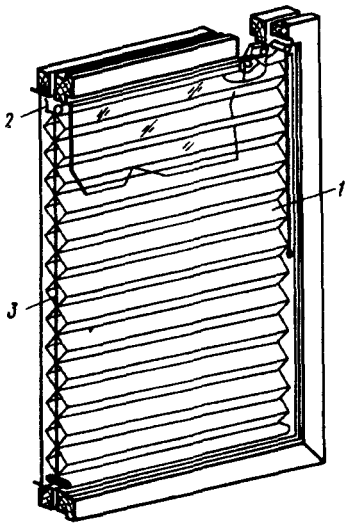


Рис. 6.30. Штора с объемным экраном
1 — экран из складчатых полотен; *2* — планка; *3* — шнур

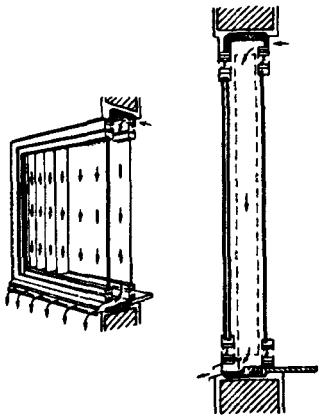


Рис. 6.31. Конструкция вентилируемого окна

воляют повысить теплоизоляционные способности окон на 17—19%, а свертывающиеся прозрачные шторы из полиэтиленовой пленки или ткани в среднем на 28%.

Один из путей снижения затрат тепловой энергии — применение вентилируемых окон, которые позволяют повысить температуру внутренней поверхности остекления и дать экономию энергии в результате обеспечения жилых домов свежим подогретым воздухом, необходимым для вентиляции помещения. В окнах такой конструкции делают дополнительные отверстия в нижней части наружного и в верхней части внутреннего переплетов (рис. 6.31).

Улучшить условия теплового комфорта и повысить температуру внутренней поверхности окна можно за счет обдува остекления теплым воздухом. Наиболее простым способом создания восходящих струй теплого воздуха является просверливание отверстий в подоконной доске, находящейся над отопительным прибором. Нагретый воздух, поднимаясь вверх, позволит не только повысить темпера-

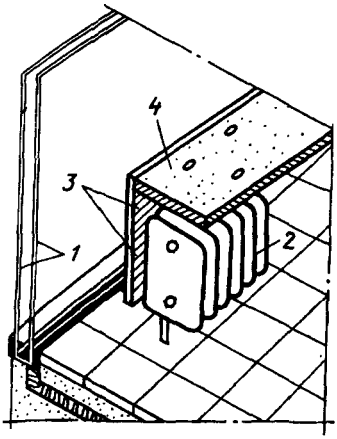


Рис. 6.32. Обдув стекла теплым воздухом, поднимающимся от радиатора, через отверстия в подоконной доске
1 — остекление; *2* — отопительный прибор; *3* — утеплитель; *4* — отверстия в подоконной доске

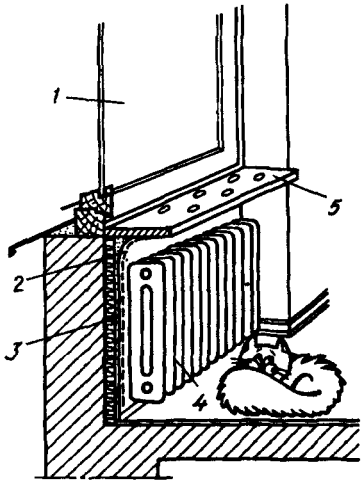


Рис. 6.33. Утепление зарадиаторной стенки с установкой отражающего экрана из алюминиевой фольги и обдув стекла поднимающимся от радиатора теплым воздухом через отверстия в подоконнике
1 — стекло; *2* — алюминиевая фольга; *3* — утеплитель; *4* — отопительный прибор; *5* — отверстия в подоконнике

туру остекления, но и уменьшить влияние инфильтрующего через окно холодного воздуха (рис. 6.32, 6.33).

Поверхность стены, находящуюся под окном за отопительным прибором, рекомендуется утеплить, а поверх теплоизоляции устроить экран из блестящей алюминиевой фольги, отражающий излучаемое батареей тепло внутрь комнаты (см. рис. 6.33).



ГЛАВА 7. СПОСОБЫ УТЕПЛЕНИЯ ПОКРЫТИЙ И КРЫШ ЖИЛЫХ ДОМОВ

Конструкция крыши с хорошими тепло-, гидроизоляционными свойствами в значительной степени определяют благоприятную тепловую обстановку в жилых помещениях. Поэтому при строительстве теплого дома необходимо выбрать такую конструкцию покрытия, которая на длительное время сохранила бы свои теплозащитные качества. Этого можно достичь, если при выборе той или иной конструкции крыши учесть все факторы, влияющие на ее температурно-влажностный режим.

Ограждающие конструкции крыш подвергаются в течение года различным атмосферным воздействиям: отрицательным и положительным температурам наружного воздуха, осадкам в виде дождя и снега, солнечной радиации, действию ветра и химических веществ (рис. 7.1). В связи с этим все виды конструкций крыш должны обладать хорошими теплозащитными и гидро-, пароизоляционными свойствами, отвечать требованиям прочности, устойчивости, долговечности и огнестойкости. Кроме того, они должны быть экономичными при строительстве и в эксплуатационных условиях.

Наиболее широкое применение в строительстве получили следующие конструктивные решения крыш: чердачные и совмещенные бесчердачные.

Влажностное состояние материалов крыш является одним из важнейших факторов, определяющих их долговечность и теплозащиту. Постоянным источником увлажнения является влага, поступающая в парообразном состоянии из воздуха помещений в холодный период года. Известно, что прохождение водяных паров через толщу утеплителя приводит к увлажнению материала и потере

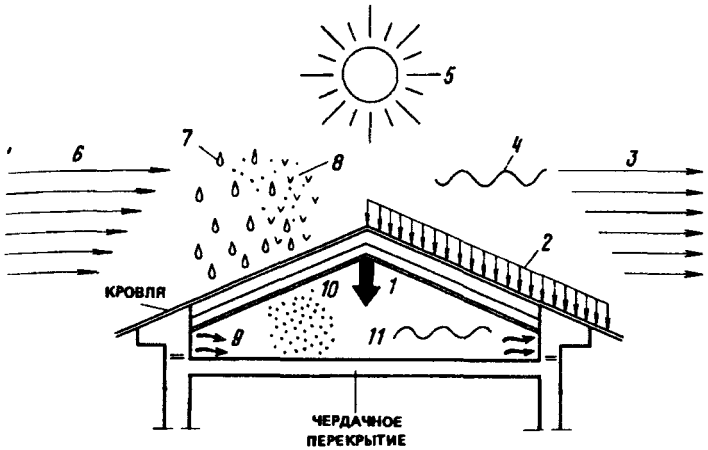


Рис. 7.1. Внешние воздействия на покрытие

1 — постоянная нагрузка (собственный вес); *2* — временные нагрузки (снег, эксплуатационные нагрузки); *3* — ветер (отсос); *4* — температура наружного воздуха; *5* — солнечная радиация; *6* — ветер (давление); *7* — атмосферные осадки; *8* — химические агрессивные вещества, содержащиеся в воздухе, *9* — движение воздушных потоков в чердачном пространстве; *10* — влага, содержащаяся в воздухе чердачного пространства; *11* — температура воздуха чердачного пространства

требуемых теплозащитных качеств конструкций. При устройстве достаточной внутренней пароизоляции и наличии свободного выхода влаги из конструкции увлажнения не происходит.

Необходимо отметить, что конструкция чердачного перекрытия по сравнению с совмещенной бесчердачной крышей находится в более благоприятных влажностных условиях. Влага, прошедшая через чердачное перекрытие, поступает в воздушное пространство чердачного помещения и через слуховые окна и приточно-вытяжные отверстия выходит наружу (рис. 7.2). Оптимальные размеры приточно-вытяжных отверстий приведены в табл. 7.1.

В бесчердачных покрытиях необходимо устройство внутреннего пароизоляционного слоя, предохраняющего утеплитель от увлажнения. Для удаления влаги, попавшей в толщу утеплителя, следует устраивать в ее верхней части вентилируемые воздушные прослойки в виде прямоуголь-

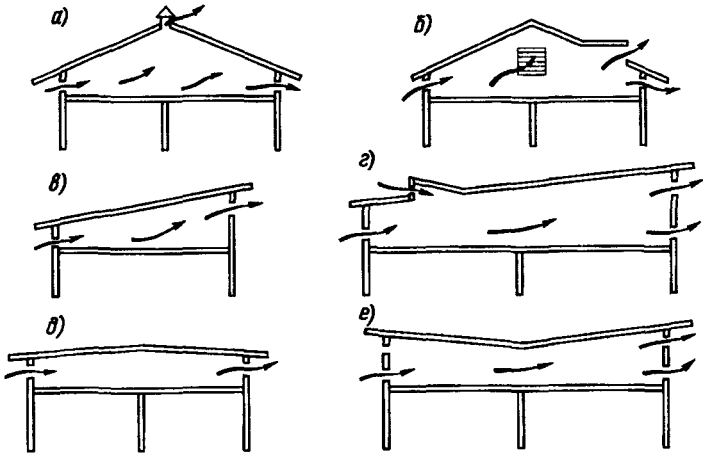


Рис. 7.2. Вентиляция чердачного пространства

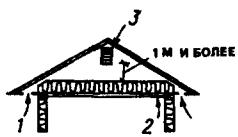
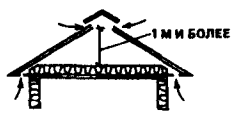
а — двухскатная чердачная кровля с вытяжным и приточно-вытяжными отверстиями; *б* — двухскатная чердачная кровля со слуховым окном, решетками-жалюзи и приточно-вытяжными отверстиями; *в* — односкатная кровля с приточно-вытяжными отверстиями; *г* — односкатная кровля со слуховым окном и приточно-вытяжными отверстиями; *д* — двухскатная кровля с приточно-вытяжными отверстиями; *е* — кровля с внутренним водостоком и приточно-вытяжными отверстиями

ных или цилиндрических каналов (рис. 7.3), по которым скопившая влага сможет уйти из совмещенного покрытия. Без этих вентиляционных каналов выход влаги значительно затруднен, и она скапливается под гидроизоляционным ковром в виде конденсата.

В зимнее время в период оттепели наблюдается резкий переход от минусовой к плюсовой температуре наружного воздуха. Скопившаяся под гидроизоляционным ковром влага при минусовых температурах замерзает и превращается в лед (рис. 7.4). При положительных температурах она оттаивает. Такое попеременное замораживание и оттаивание влаги в материале приводит к разрушению сцепления между гидроизоляционным ковром и цементно-песчаным слоем стяжки. Вследствие этих процессов разрушается кровля в совмещенном бесчердачном покрытии. Кроме того, повышение влажности теплоизоляционных материалов приводит к увеличению его коэффициента теп-

Таблица 71. **Приточно-вытяжные отверстия вентилируемого чердачного пространства**

Условие	Эскиз крыши	Наименование	Общая ширина потолка, м				
			5	6	7,5	8,5	9,5
Отверстия только снизу Непрерывные щели (1) или отверстия (2) между стропилами через 40 или 60 см		Ширина щели, см Площадь одного отверстия, см²	0,8 33 50	1 42 63	1,2 50 75	1,4 58 88	1,6 67 101
Отверстия только на коньке Непрерывные щели (1) с обеих сторон конька		Ширина щели, см	0,8	1	1,2	1,4	1,6
Отверстия только на фронтоне Жалюзи (3) на обоих фронтонах		Живое сечение жалюзи на каждом фронтоне, см²/м длины потолка	23	103	124	145	166

Условие	Эскиз крыши	Наименование	Общая ширина потолка, м				
			5	6	7,5	8,5	9,5
Отверстия снизу и жалюзи на фронтонах Непрерывные щели (1) или отверстия (2) между стропилами через 40 или 60 см Жалюзи (3) на каждом из двух фронтонов		Ширина щели, см Площадь одного отверстия, см^2 Живые сечения жалюзи на каждом фронтоне, см^2/м длины потолка	0,4 17 25 42	0,5 21 32 52	0,6 25 38 62	0,7 29 44 73	0,8 34 51 83
Отверстия снизу и на коньке Непрерывные щели на свесах и на обеих сторонах конька Отдельные отверстия между стропилами через 40 или 60 см		Ширина щели, см Площадь одного отверстия, см^2	0,4 17 25	0,5 21 32	0,6 25 38	0,7 29 44	0,8 34 51

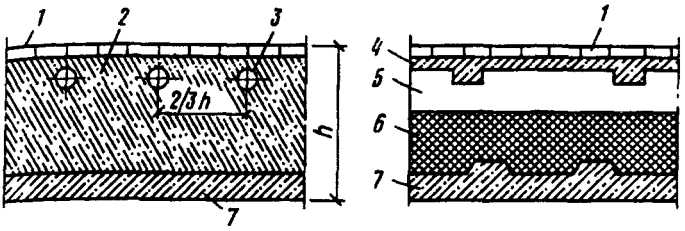


Рис. 7.3. Бесчердачные покрытия с вентилируемыми каналами
1 — кровля; *2* — легкий бетон; *3* — вентлнриуемые цилиндрические каналы, *4* — железобетонная плита; *5* — вентилируемая воздушная прослойка; *6* — утеплитель; *7* — несущая железобетонная плнта

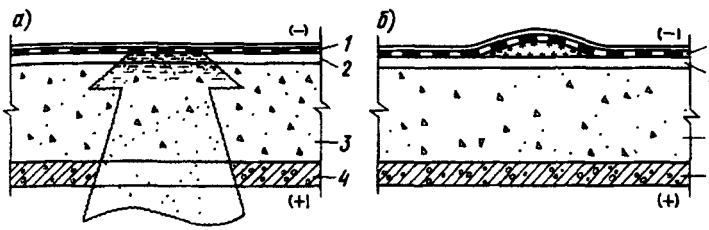


Рис. 7.4. Образование льда под кровельным ковром бесчердачного покрытия
а — проникновение водяных паров из внутреннего помещения через бесчердачное перекрытне и их конденсация под гидроизоляционным ковром; *б* — отрыв гидроизоляционного ковра от перекрытия в результате расширения замерзшей воды; *1* — кровля; *2* — стяжка; *3* — керамзитобетонные плиты; *4* — железобетонные плиты

лопроводности и снижению теплозащитных свойств совмещенного покрытия.

Конструкцию пароизоляционного слоя, устраиваемого под утеплителем, выбирают в зависимости от влажности воздуха в помещении в холодный период года (табл. 7.2).

В тех случаях, когда пароизоляция устраивается по монолитным железобетонным покрытиям и предназначена для защиты неорганических утеплителей, наклеиваемый слой рулонного материала может быть заменен битумным обмазочным слоем толщиной 1,5—2 мм, а двухслойная пароизоляция — однослойной. Пароизоляционный слой де-

Таблица 7.2. **Конструкция пароизоляционного слоя покрытий**

Влажностный режим помещения	Характеристика воздуха		Конструкция пароизоляционного слоя
	относительная влажность, %	абсолютная влажность, мм рт. ст.	
Сухой	Менее 10	Менее 8	Не устраивается
Нормальный	50–60	8–9,9	То же
Влажный	61–75	10–12,5	Оклеечная из одного слоя рулонного материала
Мокрый	Более 75	Более 12,5	Оклеечная из двух слоев рулонного материала

Таблица 7.3. **Типы пароизоляции**

Материал пароизоляции	Расчетные сопротивления паропроницанию, $м^2 \cdot ч \cdot мм$ рт.ст/г
1. Рубероид, наклеенный на горячем битуме и покрытый сверху битумом (для наклейки теплоизоляционных материалов)	12,3
2. Рубероид, наклеенный на горячем битуме	10,3
3. Рубероид, наклеенный на битумно-кукерсольной мастике и покрытый сверху этой же мастикой	16,4
4. Рубероид, наклеенный на битумно-кукерсольной мастике	13,1
5. Рубероид	8,3
6. Окраска горячим битумом 1 раз	2
7. Окраска битумно-кукерсольной мастикой 1 раз	4,8
8. То же, 2 раза	8,1
9. Окраска поливинилхлоридным лаком 2 раза	29
10. Окраска хлоркаучуковым лаком 2 раза	26
11. Полиэтиленовая пленка наклеенная на битумно-кукерсольной мастике	1000
12. Изол	40

Примечания: 1. Для пароизоляции предусматривается рубероид марок РКСМ-350Б, РКМ-350В. 2. При проектировании пароизоляции пп. 1–4 по бетонным поверхностям несущих железобетонных плит может предусматриваться затирка их цементно-песчаным раствором проектной марки 50 толщиной 5 мм.

лают сплошным (без разрывов) по всей поверхности покрытия. В табл. 7.3 приведены различные типы пароизоляционных материалов.

Железобетонные крыши проектируют чердачными и бесчердачными. Бесчердачные крыши применяют в зданиях

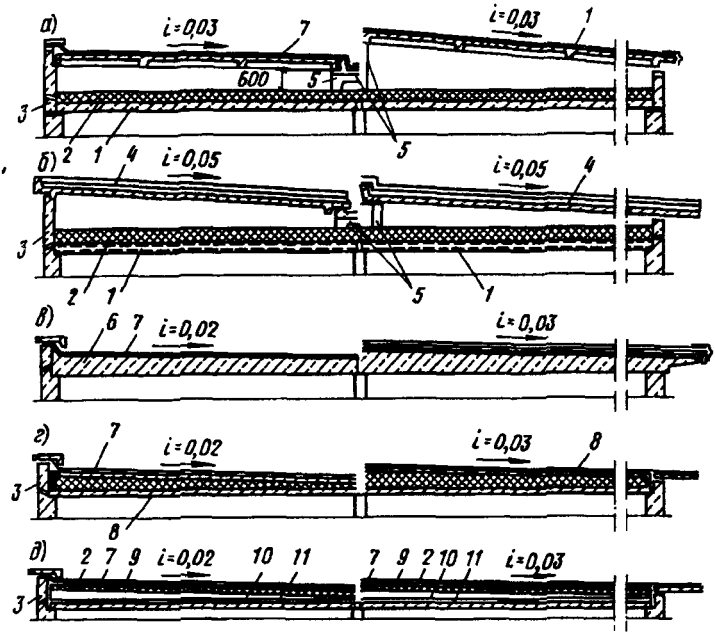


Рис. 7.5. Принципиальные схемы конструкций бесчердачных железобетонных крыш

а — раздельной конструкции с рулонной кровлей; *б* — раздельной конструкции (с безрулонной кровлей); *в* — совмещенной панельной однослойной конструкции; *г* — то же, трехслойной; *д* — то же, построечного изготовления; *1* — панель чердачного перекрытия; *2* — утеплитель; *3* — фризовая панель; *4* — кровельная панель безрулонной крыши; *5* — опорный элемент; *6* — однослойная легкобетонная кровельная панель; *7* — рулонный ковер; *8* — трехслойная кровельная панель; *9* — цементная стяжка; *10* — слой керамзита по уклону; *11* — слой прокладочного рубероида на мастике

высотой не более четырех этажей. Водоотвод с таких покрытий в основном устраивают с внутренним водостоком. Совмещенные крыши также могут иметь наружный водосток. На рис. 7.5 приведены различные конструкции чердачных и бесчердачных покрытий и их уклонов.

Узлы бесчердачной вентилируемой крыши с воздушной прослойкой представлены на рис. 7.6, с цилиндрическими воздушными прослойками — на рис. 7.7. Устройство чердачных и бесчердачных покрытий и деталей примыкания кровли показано на рис. 7.8, деформационного шва — на

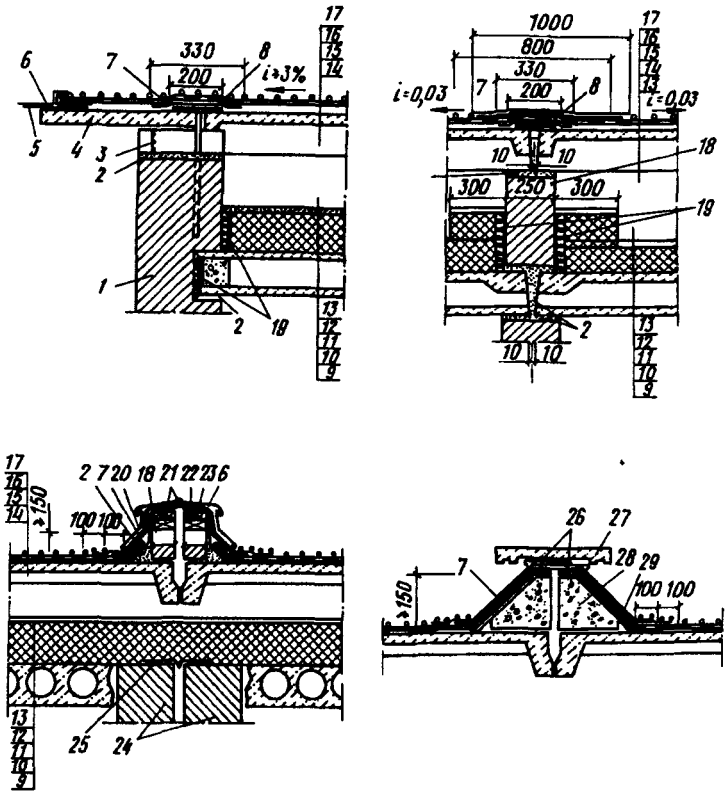


Рис. 7.6. Бесчердачная вентилируемая крыша

1 — наружная стена; *2* — цементно-песчанный раствор; *3* — решетка вентиляционного воздуха; *4* — карнизная плита; *5* — кровельный костыль; *6* — кровельная оцинкованная сталь; *7* — два дополнительных слоя рубероида; *8* — плоская асбестоцементная плита; *9* — многопустотная панель перекрытия; *10* — слой подкладочного рубероида; *11* — плитный утеплитель; *12* — известково-песчаная корка; *13* — вентилируемая воздушная прослойка; *14* — кровельная панель; *15* — три слоя подкладочного рубероида; *16* — слой кровельного рубероида; *17* — защитный слой гравия 20—25 мм; *18* — кирпичная стенка; *19* — минераловатный войлок; *20* — фартук из кровельной оцинкованной стали; *21* — антисептированная деревянная пробка; *22* — антисептированная деревянная доска сечением 120х50 мм; *23* — верхний компенсатор из кровельной оцинкованной стали; *24* — внутренние поперечные стены; *25* — нижний компенсатор из кровельной оцинкованной стали, пристрелянный дюбелями через 300 мм; *26* — дюбели; *27* — парапетная плита; *28* — бетонный бортовый камень; *29* — защитная покраска водоизоляционным составом

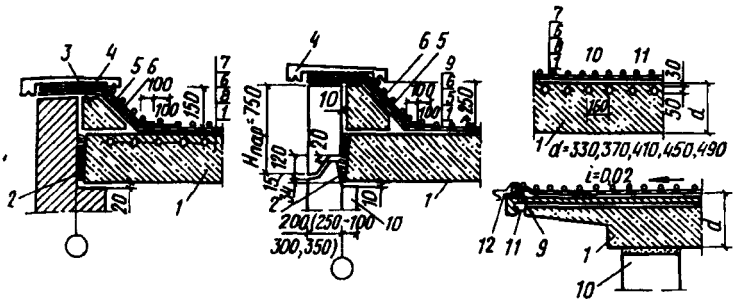


Рис. 7.7. Бесчердачная крыша из легкобетонных панелей

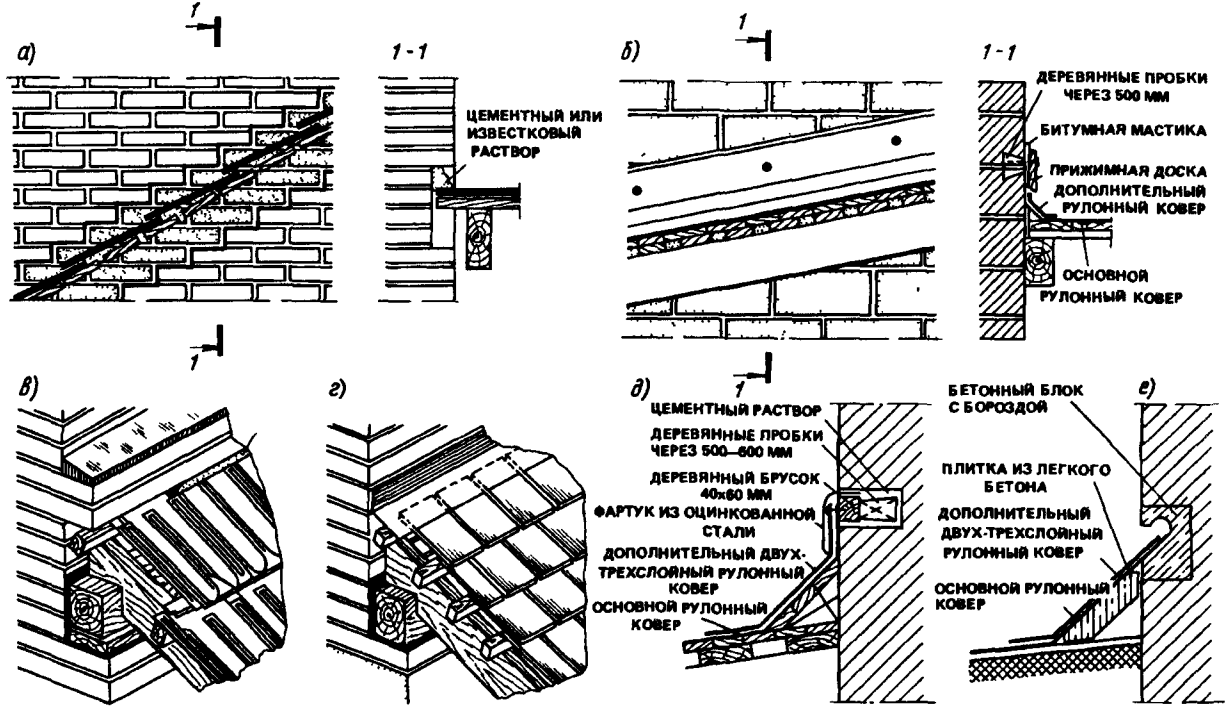
1 — легкобетонная панель покрытия; *2* — минераловатный войлок; *3* — бортовой бетонный камень; *4* — парапетная плита; *5* — два дополнительных слоя рубероида; *6* — слой кровельного рубероида; *7* — защитный слой мелкого гравия (20—25 мм); *8* — три слоя подкладочного рубероида; *9* — фартук из кровельной оцинкованной стали; *10* — наружная стена; *11* — вентиляционный канал; *12* — кровельная оцинкованная сталь

рис. 7.9, проход труб — на рис. 7.10, места установки водосточных воронок — на рис. 7.11.

Широкое распространение получили двускатные крыши в жилых зданиях (рис. 7.12). Для несущих конструкций чердачных крыш применяют деревянные стропила. Они могут быть наслойными или висячими. При наличии в зданиях внутренних опор используют наслойные стропила, включая стропильные ноги, подкосы и стойки. Нижние концы стропильных ног опираются на мауэрлаты (подстропильные брусья), располагаемые в верхней части наружной стены. Верхние концы стропил опираются на прогон (продольный брус). Концы стропильных ног соединяют шипами и врубкой взатяжку с креплением болтами. При больших пролетах устанавливают деревянные подкосы для поддержки стропильных ног. Варианты конструкций двускатных крыш приведены на рис. 7.13.

Геометрическая форма определяет название крыши. Они бывают односкатными, двускатными, мансардными и шатровыми. При устройстве крыши большое значение приобретает выбор кровельного материала (табл. 7.4), что в значительной степени определяет ее долговечность.

Кровля из рулонных материалов по деревянному основанию. На пологих скатах крыши, где другой материал


а)
1
1-1
ЦЕМЕНТНЫЙ ИЛИ ИЗВЕСТКОВЫЙ РАСТВОР
б)
1
1-1
ДЕРЕВЯННЫЕ ПРОБКИ ЧЕРЕЗ 500 ММ
БИТУМНАЯ МАСТИКА
ПРИЖИМНАЯ ДОСКА
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ РУЛОННЫЙ КОВЕР
ОСНОВНОЙ РУЛОННЫЙ КОВЕР
в)
1
г)
д)
1
ЦЕМЕНТНЫЙ РАСТВОР
ДЕРЕВЯННЫЕ ПРОБКИ ЧЕРЕЗ 500–600 ММ
ДЕРЕВЯННЫЙ БРУСОК 40х60 ММ
ФАРТУК ИЗ ОЦИНКОВАННОЙ СТАЛИ
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ДВУХ-ТРЕХСЛОЙНЫЙ РУЛОННЫЙ КОВЕР
ОСНОВНОЙ РУЛОННЫЙ КОВЕР
е)
БЕТОННЫЙ БЛОК С БОРОЗДОЙ
ПЛИТКА ИЗ ЛЕГКОГО БЕТОНА
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ДВУХ-ТРЕХСЛОЙНЫЙ РУЛОННЫЙ КОВЕР
ОСНОВНОЙ РУЛОННЫЙ КОВЕР

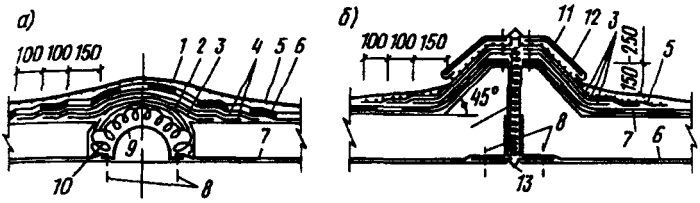


Рис. 7.9. Деформационных швов

а — при ширине шва до 60 мм с полукруглым компенсатором из оцинкованной стали (при ширине вставки 500—1000 мм коменсатор выполнять из листовой стали толщиной 3—4 мм); *б* — со стенками из сборных бетонных деталей, *1* — полотнище рубероида (насухо), *2* — выкружка из оцинкованной кровельной стали, *3* — полоса рубероида (насухо); *4* — слой дополнительного водоизоляцнонного ковра (в швах с полукруглыми компенсаторами выполнять из стеклоткани или стеклосетки); *5* — защитный слой; *6* — основной водонзоляционный ковер; *7* — пароизоляция; *8* — оси крепежных элементов, *9* — компенсатор радиусом 80 мм нз оцинкованной стали; *10* — несгораемый минераловатный утеплнтель; *11* — фартук нз оцинкованной стали; *12* — полосы из стали размером 4х40 мм через 600 мм; *13* — У-образный коменсатор

не подходит, применяют кровлю из рулонных материалов. Для нее требуется жесткое и ровное основание, состоящее из разреженного рабочего настила из досок толщиной 25 мм с зазором 10—14 мм. Под углом 45° по нему настилают сплошной распределительный настил из досок 12—18 мм (рис. 7.14). Кровельные работы следует выполнять в теплое время. В зависимости от уклона крыш устраивают два или четыре слоя рубероидного ковра. Для склеивания полотнищ пергамина, рубероида с мелкой односторонней и двухсторонней посыпкой, рубероида с чешуйчатой односторонней и двухсторонней посыпкой рубероида с крупнозернистой односторонней посыпкой используют горячие мастики. они слоем толщиной 2 мм не должны течь на уклоне 45° при температуре 60—70°С. При склеивании двух полос рубероида разрыв должен произойти по рулонному материалу.

Рис. 7.8. Примыкание кровли к стенам

а — с устройством наклонной штрабы; *б* — с прижимной доской, *в* — с устройством выступа; *г* — с фартуком, *д* — с заделкой деревянного бруска и фартуком, *е* — с заделкой в бетонный блок

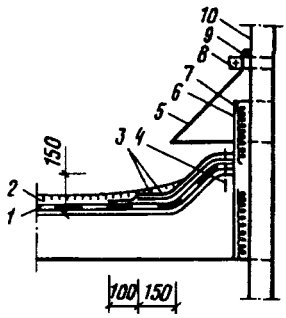


Рис. 7.10. Пропуски труб
1 — основной водоизоляционный ковер; *2* — защитный слой; *3* — слои дополнительного водоизоляционного ковра; *4* — ось крепежных элемеитов; *5* — зонт из оцинкованной кровельной стали; *6* — круглый или прямоугольный стальной патрубок с фланцем; *7* — просмоленная пакля; *8* — зажимной хомут; *9* — герметизирующая мастика; *10* — пропускаемая труба

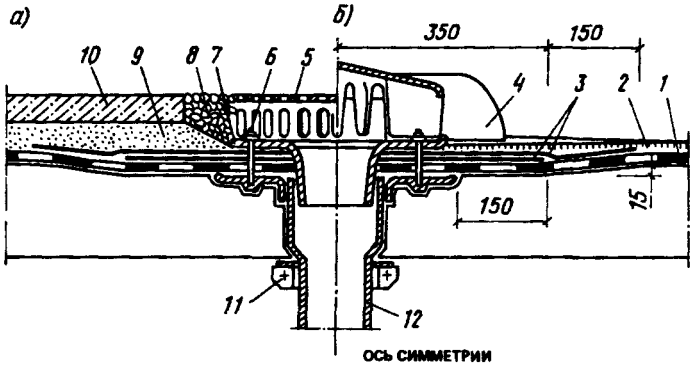


Рис. 7.11. Кровля в местах установки водосточных воронок
а — в покрытиях с железобетонными плитами при эксплуатируемой кровле; *б* — то же, при неэксплуатируемой кровле; *1* — основной водоизоляционный ковер; *2* — защитный слой; *3* — слои дополнительного водоизоляционного ковра из мастик, армированных стеклосеткой или стеклотканью; *4* — струевыпрямитель колпака водоприемной воронки; *5* — съемная крышка водоприемного колпака; *6* — накидная гайка с шайбой; *7* — прижимное кольцо; *8* — гравий фракцией не менее 15 мм; *9* — цементно-песчаный раствор или кварцевый песок; *10* — бетонные или армоцементные плитки; *11* — зажимной хомут; *12* — чаша водоприемной воронки

Перед началом кровельных работ деревянное основание грунтуют. Для этого битум растворяют в керосине, бензине или солярном масле. После высыхания грунтованного деревянного основания укладывают рубероидный ковер.

Кровля из стальных листов. Кровельные листы толщиной 0,5—1 мм, шириной 700 мм и длиной 1400 мм

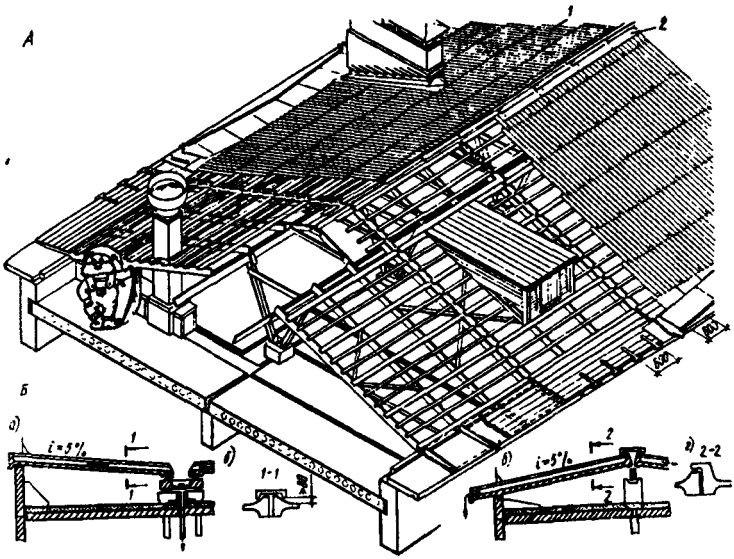
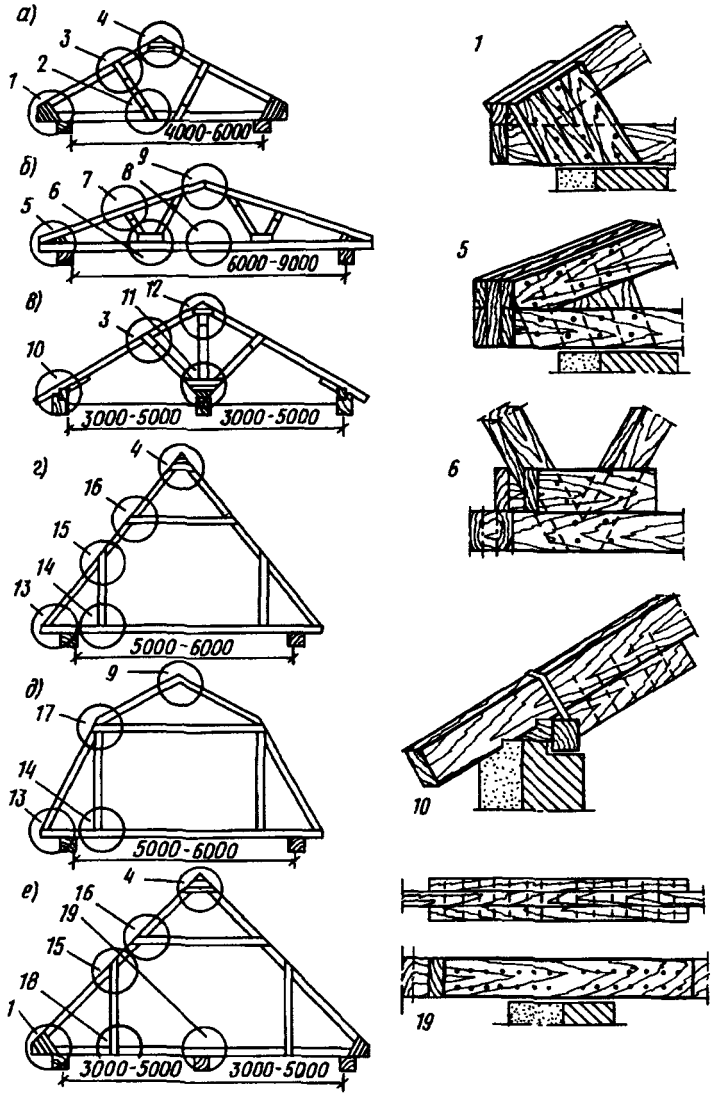


Рис. 7.12. Чердачные крыши

I — общий вид двускатной крыши с кровлей из асбестоцементных листов: *1* — скат; *2* — коиек; *II* — безрулонные чердачные крыши: *а* — с внутренним водоотводом; *б* — продольный стык кровельных панелей перекрыт нащельником; *в* — с наружным водоотводом; *г* — продольный стык кровельных панелей, выполненный внахлестку

изготовляют из мягкой отожженной стали. Масса одного листа может колебаться от 4 до 8 кг. Оцинкованные листы имеют двухстороннее покрытие цинком. Их используют без предварительной подготовки. Металлические листы из черного металла очищают от ржавчины и покрывают с двух сторон за два раза олифой.

Для стальной кровли основанием служит обрешетка из брусков сечением 50х50 мм или доски толщиной 25 мм. Расстояние между брусками или досками не должно превышать 200 мм. Для повышения долговечности кровля из стальных листов под нее на обрешетку укладывают слой рубероида. Он предохраняет стальные листы от попадания на них водяных паров из помещения, благодаря чему на внутренней поверхности листов конденсат не образуется и увеличивается срок эксплуатации. Если кровлю из черного


а)
4
3
2
1
4000-6000
б)
9
8
7
6
5
6000-9000
в)
12
11
3
10
3000-5000
3000-5000
г)
4
16
15
14
13
5000-6000
д)
9
17
14
13
5000-6000
е)
4
16
19
15
18
1
3000-5000
3000-5000
1
5
6
10
19

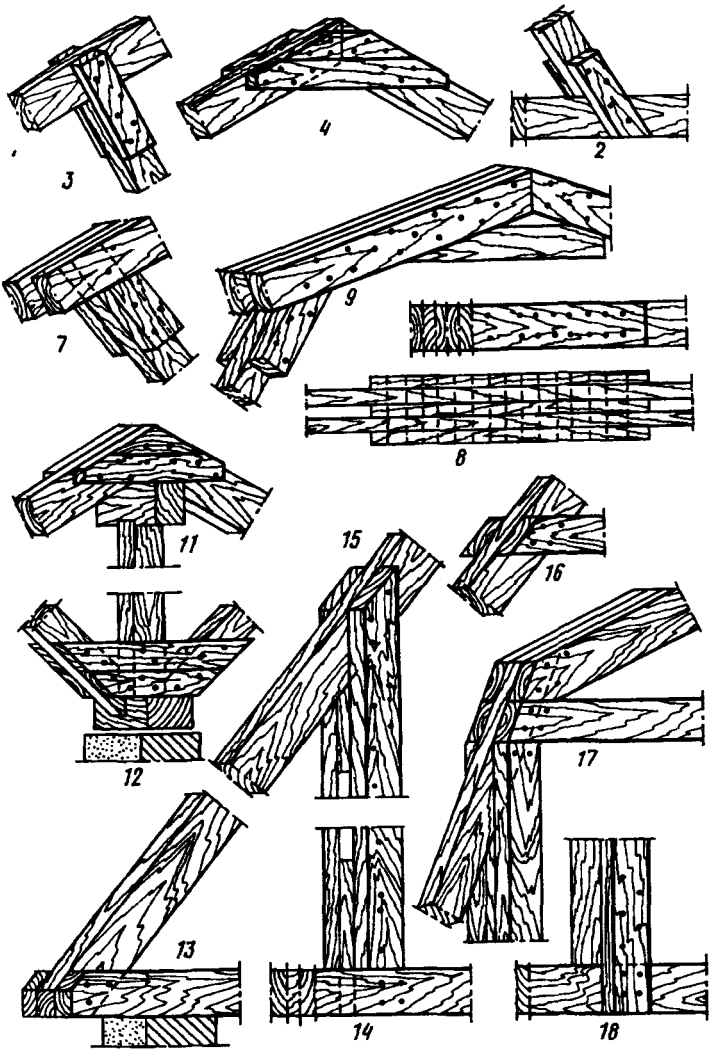


Рис. 7.13. Конструктивные схемы двухскатных дощатых крыш
а, б — висячие стропила (фермы) для одноэтажных однопролетных зданий; *в* — наклонные стропила для одноэтажных двухпролетных зданий; *г* — висячие стропила (фермы) для мансардных однопролетных зданий; *д* — то же, с "ломаной крышей"; *е* — то же, для мансардных двухпролетных зданий; *1—19* — конструктивные решения узлов

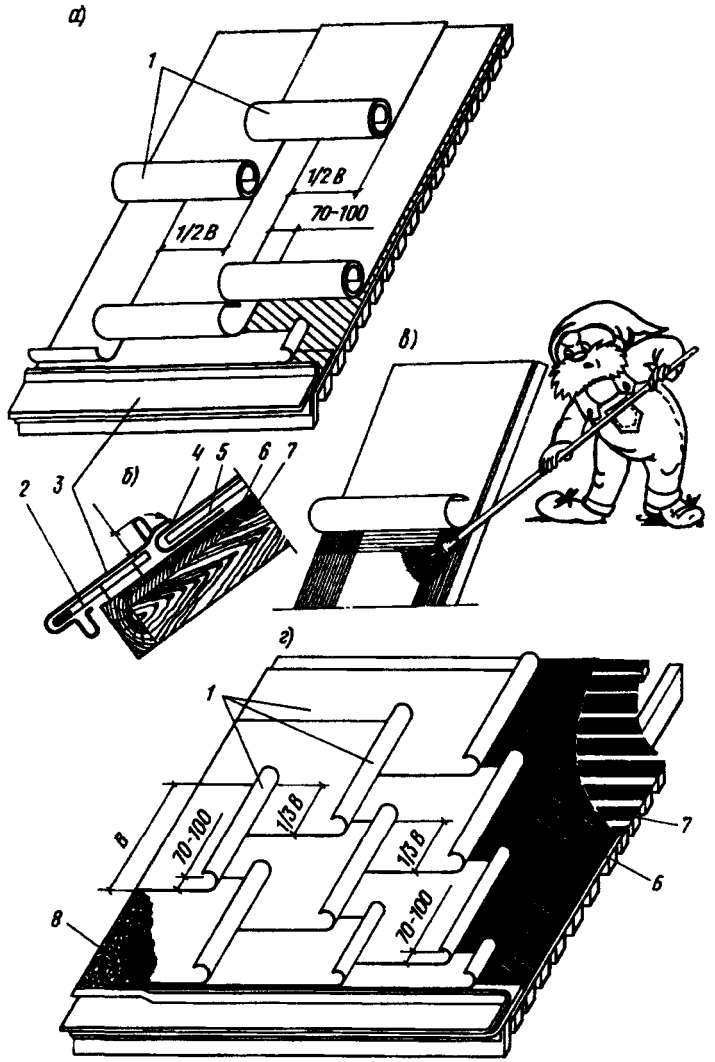


Рис. 7.14. Кровля нз рулонных материалов

а — двухслойный ковер прн уклоне ската не более 15°; *б* — карнизный свес; *в* — наклейка покрытня; *г* — трехслойный ковер прн уклоне ската менее 15°; *1* — рулонные полотнища; *2* — костыль; *3* — слнв нз кровельной стали; *4* — бортик для креплення ковра; *5* — рулонное покрытне; *6* — выравнивающнй настил; *7* — рабочнй настил; *8* — верхнее защнтное покрытне

Таблица 7.4. **Технико-экономическне показатели кровель**

Кровля	Рекомендуемый уклон, град	Первоначальная стоимость, %	Масса 1 м крыши в горизонтальной проекции, кг	Долговечность, лет	Уход за кровлей
Рулонная четырехслойная	2–14	80	40–60	10–25	Покрытие битумом через три–пять лет
То же, двухслойная	8–14	70	30–50	5–15	
Кровельная сталь черная	14–60	240	20–30	20–20	Покраска через три–пять лет
То же, оцинкованная	14–60	260	20–30	25–40	Первая покраска через десять лет
Асбестоцементные листы	14–60	100	30–50	30–40	Ухода не требуется
Тесовая	30–60	80	30–50	10–15	То же
Драночная четырехслойная	30–60	110	30–50	10–50	”
Черепичная ленточная	30–60	150	70–100	50–80	”

Таблица 7.5. **Крупноразмерные волокнистые асбестоцемеитные листы**

Листы	Марка листа	Длина листа, мм	Ширина листа, мм	Ширина листа в покрытии, мм
Волнистые усиленного профиля	ВУ-1	2800	994	8,35
	ВУ-2	2300	994	8,35
Волнистые унифицированного профиля	УВ-6	1750	1125	1000
	УВ-7,5	1750	1125	1000
Средневолнистые	СВ-175	1750	1130	1050
	СВ-250	2500	1130	1050

Продолжение табл. 7.5

Листы	Толщина листа, мм	Высота волны, мм	Шаг волны, мм	Масса листа, кг
Волнистые усиленного профиля	8	50	167	44
	8	50	167	36
Волнистые унифицированного профиля	6	54	200	26
	7,5	54	200	33
Средневолнистые	5,8	40	150	22
	5,8	40	150	31,7

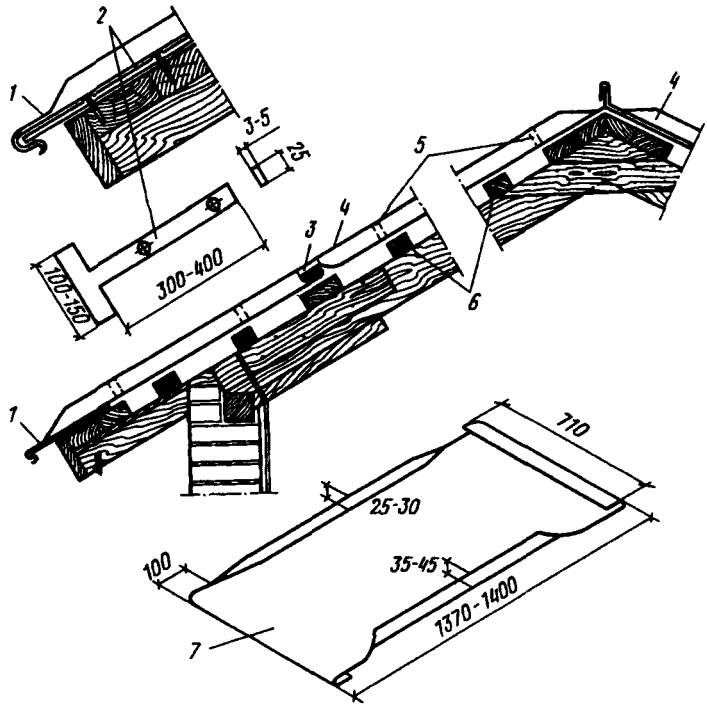


Рис. 7.15. Детали кровли из стальных листов
1 — карнизный свес; *2* — костыль; *3* — лежачий фальц; *4* — стоячий фальц; *5* — кляммеры; *6* — обрешетка; *7* — лист-заготовка

металла устраивают без основания из рубероида, то для предохранения от коррозии ее перед укладкой целесообразно снизу окрасить масляной краской. Конструкции стальной кровли показаны на рис. 7.15.

Кровля из волнистых асбестоцементных листов. Для асбестоцементной кровли из волнистых листов используют мелкоразмерные и укрупненные листы. Первые имеют размер 680х1200 мм и массу примерно 9 кг. Один лист волнистой асбестоцементной кровли перекрывает 0,6 м^2 площади крыши. Технические характеристики укрупненных волнистых асбестоцементных листов приведены в табл. 7.5.

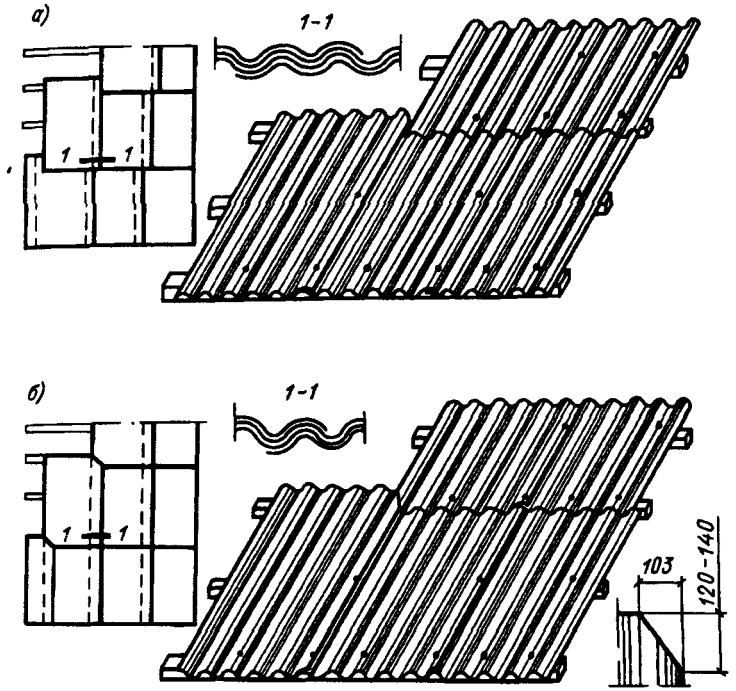


Рис. 7.16. Покрытие крыши
а — со смещением листов на одну волну в каждом последующем ряду; *б* — со срезкой примыкающих углов

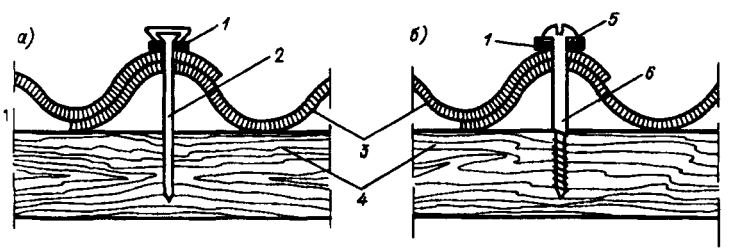
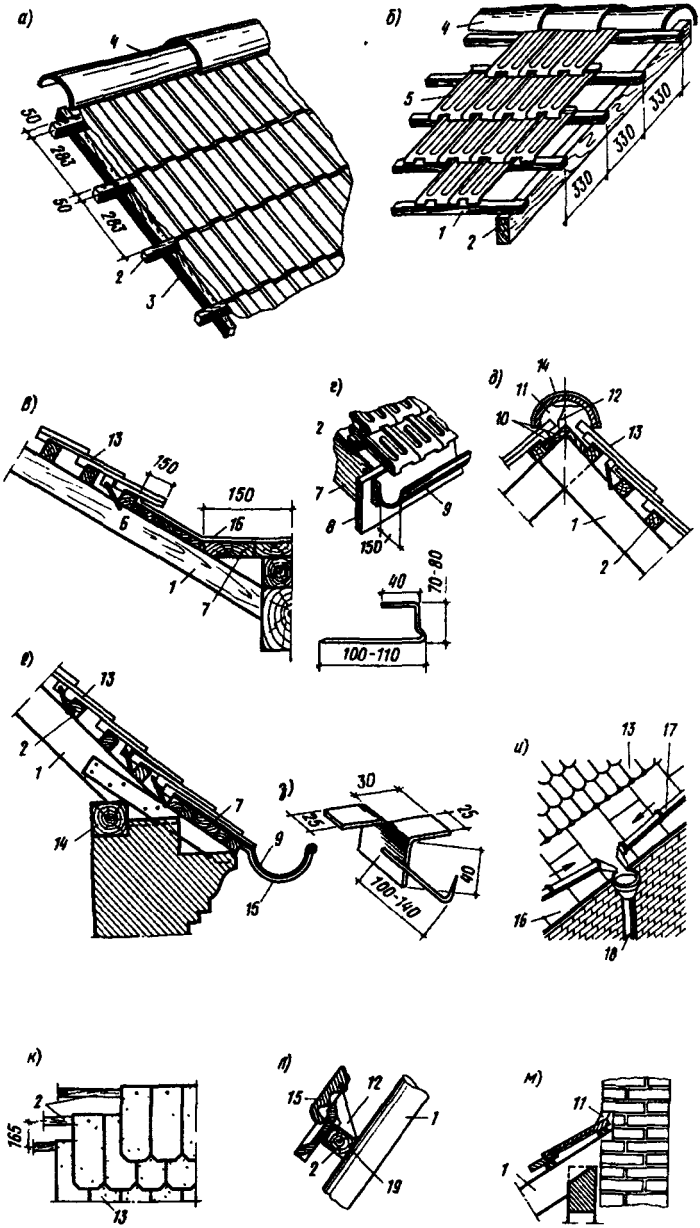


Рис. 7.17. Крепление волнистых асбестоцементных листов к обрешетке
а — гвоздями (4—5)х(80—100) мм со шляпкой, покрытой оцинкованной сталью; *б* — шурупами (6—8)х(80—100) мм; *1* — мягкая прокладка; *2* — гвоздь; *3* — волнистый асбестоцементный лист; *4* — обрешетка; *5* — шайба; 6 — шуруп


а)
4
60
260
60
260
2
3
б)
4
5
330
330
330
1
2
в)
13
150
150
16
6
1
7
г)
2
7
8
9
150
40
70-80
100-110
д)
14
11
12
10
13
1
2
е)
13
2
1
7
14
9
15
ж)
30
25
25
40
100-140
з)
13
17
16
18
к)
2
165
13
л)
15
12
1
2
19
м)
11
1

Преимущество применения укрупненных волнистых асбестоцементных листов по сравнению с мелкоразмерными листами состоит в том, что они покрывают 1,5 м^2 крыши и имеют в два раза меньше стыковых соединений.

Обрешетку для мелкоразмерных асбестоцементных листов выполняют из деревянных брусков размером не менее 50х50 мм, для укрупненных — размером не менее 75х75 мм.

Плотное прилегание асбестоцементных листов друг к другу достигается, если при их установке делать смещение листов на одну волну в каждом последующем ряду (рис. 7.16,*а*) или со срезкой примыкающих углов при смещении продольных кромок во всех вышеуказанных листах (рис. 7.16,*б*).

Часто при установке волнистых листов допускается ошибка, когда их укладывают с четырехкратным перехлестом угловых стыков. В таких стыковых соединения образуются щели и на чердак проникает снег и дождевая вода.

К деревянной обрешетке волнистые асбестоцементные листы крепят гвоздями или шурупами (рис. 7.17) с мягкими прокладками, что позволяет герметизировать отверстия и уменьшить деформационные напряжения. Рекомендуется перед началом работ открытые шляпки гвоздей и головка шурупов покрыть олифой, масляной краской или эпоксидной смолой.

Кровля из черепицы. Одним из лучших кровельных материалов является черепица, которая не получила широкого распространения в строительстве из-за тяжело-

---

Рис. 7.18. Конструкция и детали черепичных кровель

а — из пазовой ленточной черепицы; *б* — из пазовой штампованной черепицы; *в* — покрытие разжелобка; *г* — карнизный свес с подвесными желобами; *д* — покрытие конька; *е* — карнизный свес с подвесными желобами; *ж* — кляммеры для крепления плоской ленточной черепицы за верхнюю кромку; *з* — закладываемые в шов каммеры для крепления плоской ленточной черепицы; *и* — чешуйчатое покрытие из плоской ленточной черепицы с настенными желобами; *к* — двуслойное покрытие из плоской ленточной черепицы; *л* — крепление черепицы путем привязки проволок к обрешетке; *м* — примыкание к стене: *1* — стропила; *2* — обрешетка; *3* — пазовая ленточная черепица; *4* — коньковая черепица; *5* — пазовая штампованная черепица; *6* — уравнительная рейка; *7* — доски опалубки (в разжелобках и на карнизном свесе); *8* — карнизная доска; *9* — подвесной желоб; *10* — коньковые доски; *11* — цементный раствор; *12* — оцинкованная проволока; *13* — плоская ленточная черепица; *14* — опорный брус; *15* — крюк; *16* — оцинкованная листовая сталь; *17* — настенный желоб; *18* — водосточная труба; *19* — гвозди

весной ии большой трудоемкости при установке. Она долговечна, не требует ухода и имеет высокие архитектурные качества. При этом установка ее по обрешетке должна выполняться особенно тщательно.

Основанием для черепичной кровли служит обрешетка из деревянных брусков, прибиваемая гвоздями поперек стропил. Крепления различных видов черепицы к основанию обрешетки показаны на рис. 7.18. Пазовую ленточную (рис. 7.18,*а*), пазовую штампованную (рис. 7.18,*б*) и плоскую ленточную (рис. 7.18,*в, е, и, к*) черепицы закрепляют (навешивают) шипами за бруски обрешетки. При уклонах кровли более 50% черепицу, кроме того, привязывают к обрешетке через один ряд оцинкованной проволокой, пропускаемой через отверстия в шипах (рис. 7.18,*л*), плоскую черепицу закрепляют кляммерами (рис. 7.18,*ж, з*). На карнизных свесах (7.18,*г, е*) и фронтонах (в двух рядах), а также при покрытии разжелобков привязывают все черепицы.

Разжелобки черепичных кровель покрывают оцинкованной листовой сталью (рис. 7.18,*в*). Напуск черепицы на стальную обделку делают не менее 150 мм, ширину разжелобка по низу — не менее 300 мм. При плоской ленточной черепице разжелобки можно покрывать двухслойным способом (рис. 7.18,*к*), ширина разжелобка в этом случае должна быть не менее двойной ширины черепицы.

Коньки и ребра черепичных кровель покрывают фасадной (коньковой) черепицей, как показано на рис. 7.18,*а, б, д, к*, с привязкой ее на коньках через одну (а на ребрах — каждую) проволокой к гвоздям, вбитым в стропила или обрешетку.

Места примыканий к стенам и дымовым трубам покрывают, как показано на рис. 7.18,м с запуском черепицы в выдру или паз не менее чем на 65 мм.



ГЛАВА 8.

ПЕРЕКРЫТИЯ И ПОЛЫ ЖИЛЫХ ДОМОВ

8.1. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ

Делая дом теплым, стараются обеспечить необходимую теплоизоляцию стен, по мере возможности повысить теплозащитные качества окон, используют современные эффективные материалы и конструкции для уменьшения потерь тепла через крышу. Для того чтобы в помещении всегда было тепло и уютно и из-за постоянно холодного пола не приходилось надевать шерстяные носки или валенки, необходимо правильно возвести перекрытие и настелить полы с учетом особенностей их эксплуатации.

Поверхность пола является единственной ограждающей комнату конструкцией, с которой человек соприкасается постоянно, наступая на него ногами в обуви или босыми. Поэтому конструкция перекрытия и материалы покрытия пола должны быть такими, чтобы не происходило переохлаждения ног. В связи с этим к поверхностям полов жилых помещений и к конструкциям перекрытий первых этажей над холодными подпольями и подвалами, помимо требований прочности и звукоизоляции, предъявляются и теплотехнические требования.

Для теплозащиты полов первых этажей в перекрытии устраивают слой теплоизоляции. При этом необходимо учитывать, что потери тепла происходят из внутреннего помещения в холодное подполье или подвал, т.е. тепловой поток направлен сверху вниз. Теплозащита перекрытия должна быть такой, чтобы температура на поверхности пола была близка к температуре внутреннего воздуха и не опускалась ниже ее более чем на $2^{\circ}C$. Кроме того, надо учитывать, что через перекрытие, как и через на-

ружные стены, происходит диффузия водяных паров из теплых внутренних помещений наружу.

Поскольку холодное подполье расположено под перекрытием первого этажа, то направление движения водяных паров будет сверху вниз. Поэтому для защиты слоя утеплителя от увлажнения пароизоляционный слой (из пергамина) следует располагать над теплоизоляцией. Помимо этого пол должен плохо усваивать тепло — теплоусвоение его поверхности должно быть не более 12 Вт/(м^{0}С). Это объясняется тем, что, находясь в помещении, человек постоянно касается пола ногой (босой или в обуви).

Различные покрытия полов по-разному усваивают тепло. Например, при наступании на бетонный, мраморный или цементный пол холод ощущается сильнее, чем при ступании на паркет. Это происходит потому, что бетонный (мраморный, цементный) пол интенсивнее усваивает тепло, имея показатель теплоусвоения в три раза больший, чем деревянный.

В связи с этим при устройстве перекрытий над холодными подпольями, непосредственно по грунту в жилых комнатах, коридорах и прихожих в качестве покрытия пола используют деревянные доски, паркет, половые древесностружечные плиты, линолеумы с теплозвукоизоляционным слоем и безосновные, а также плитки из полимерных материалов, т.е. те материалы, у которых небольшой показатель теплоусвоения.

В зависимости от конструкции перекрытия могут быть балочными и плитными. В *балочном перекрытии* (рис. 8.1—8.3) все нагрузки воспринимают балки и передают их на несущие стены. *Плитное перекрытие* представляет собой уложенные вплотную друг к другу плиты, выполняющие несущие и ограждающие функции (рис. 8.4).

Индивидуальные и малоэтажные жилые дома чаще возводят с *деревянными балочными перекрытиями.* Они состоят из несущей деревянной балки, пола, межбалочного заполнения, являющегося тепло- и звукоизоляцией, и отдельного слоя (1потолка). Нижняя часть межбалочного заполнения называется накатом и представляет собой настил, поддерживающий слой тепло-, звукоизоляции верхней части межбалочного перекрытия (рис. 8.5).

Деревянные балки перекрытия первого этажа укладывают на кирпичные столбы, на цоколь здания или врубают

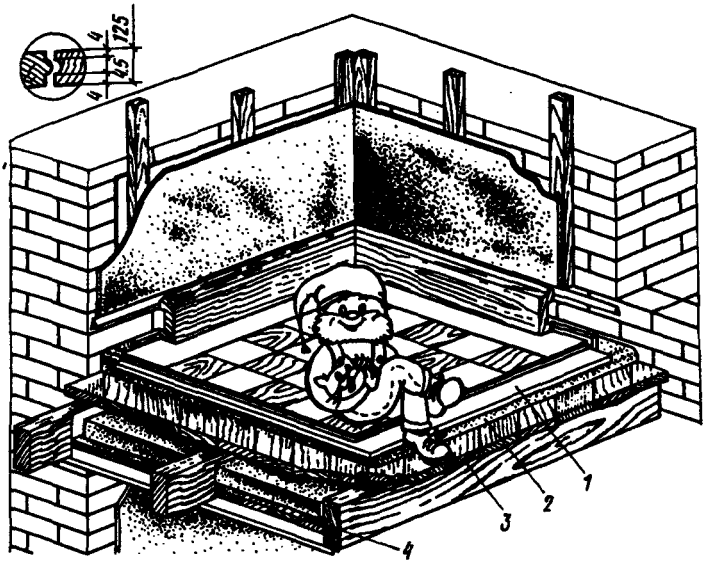


Рис. 8.1. Общий вид балочиого перекрытия по деревянным балкам
1 - - мастика; *2* — строительная бумага; *3* — дощатый настил; *4* — несущие деревянные балки

сковороднем между первым и вторым венцом. Иногда целесообразно врубать перекрытия между вторым и третьим венцом. Это делается для того, чтобы окладной венец, воспринимающий нагрузку от стен, не был ослаблен врубкой перекрытия. При опирании на кирпичную кладку в ней делают специальные гнезда для балок. Деревянные балки укладывают на расстоянии 0,6—1 м друг

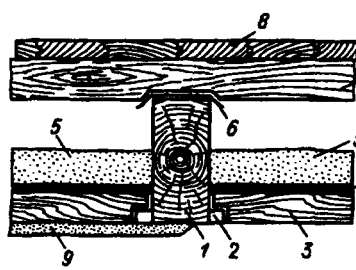


Рис. 8.2. Коиструкция балочиого перекрытия по деревяниым балкам с накатом
1 — балка; *2* — черепные бруски; *3* — щиты из досок; *4* — известковая или глиняная смазка; *5* — песок для усиления изоляции воздушного шума; *6* — прокладка из толя или картона; *7* — лага; *8* — пол по лагам; *9* — штукатурка

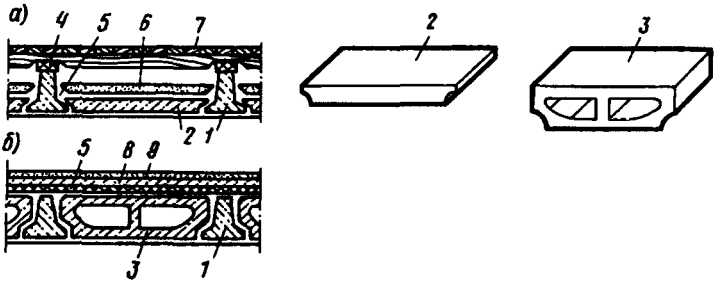


Рис. 8.3. Конструкция балочного перекрытия по железобетонным балкам
а — с заполнением из плит; *б* — с заполнением из пустотелых блоков; *1* — балки; *2* — плиты; *3* — пустотелые блоки; *4* — изоляция ударного шума (упругие прокладки); *5* — промазка щелей раствором или подстилка толя; *6* — усиление изоляции воздушного шума (песок); *7* — пол по лагам; *8* — изоляция воздушного и ударного шумов; *9* — пол по стяжке

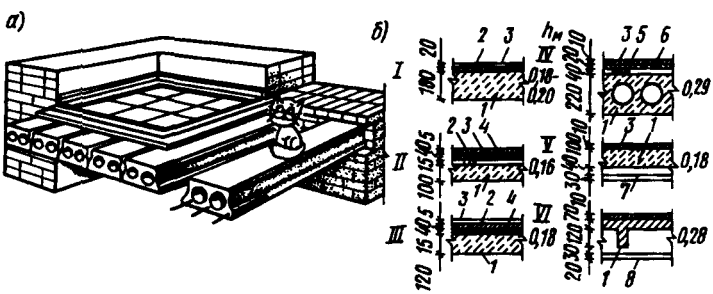


Рис. 8.4. Конструкция плитного перекрытия
а — общий вид плитного перекрытия; *б* — конструктивные схемы плитных перекрытий; *1* — панель перекрытия; *2* — упругая прокладка; *3* — пол; *4* — железобетонная или бетонная плита пола; *5* — лаги; *6* — черный пол; *7* — потолок самонесущий; *8* — потолок подвесной: *I—YI* — варианты плитных покрытий

от друга, которое зависит от конструкции перекрытия. Если по балкам настилают пол из досок (толщиной 28 мм), то оно не должно быть больше 50 см. Если же перекрытие состоит из балок большего сечения, на которые укладывают лаги, а потом половые доски, то балки можно укладывать с шагом 1 м. Деревянными балками перекрывают пролеты

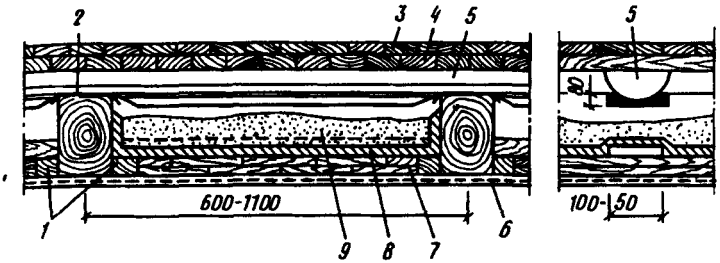


Рис. 8.5. Перекрытие по брусчатым балкам
1 — черепные бруски; *2* — толь или картон; *3* — паркет; *4* — черный пол; *5* — лага; *6* — штукатурка; *7* — накат; *8* — смазка глиной; *9* — засыпка

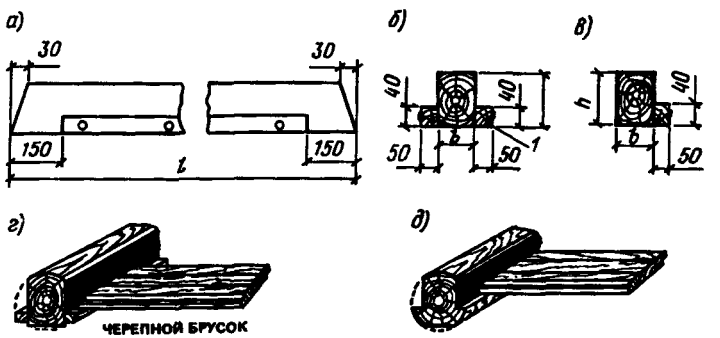


Рис. 8.6. Деревянная балка с черепными брусками
а — общий вид; *б, в* — поперечные сечения балок; *г, д* — балка с черепом

до 4—4,5 м. При больших пролетах рекомендуется использовать железобетонные балки.

Чаще всего в качестве балок используют деревянные брусья из хвойных пород дерева, прямоугольного сечения с прибитыми к ним брусками сечением 4х4—5х5 см, которые называются черепными брусками. Они предназначены для опирания наката из деревянных щитов (рис. 8.6,*а—г*). Кроме того, можно использовать бревна с частично вырубленными в них сторонами для опирания досок (рис. 8.6,*д*).

Высота балки зависит от величины пролета и должна быть не менее $^1/_{24}$ его длины. Ширина сечения зависит от высоты балки. Оптимальное соотношение размеров сечения 7:5. Вместо брусьев можно использовать толстые доски: общее сечение двух досок должно быть равно сечению бруса. Применяют и обыкновенные толстые доски, поставленные на ребро с шагом, в три раза меньшим, чем брусья.

При устройстве перекрытия первую и последнюю балку нельзя укладывать так, чтобы она соприкасалась со стеной. Между ними необходимо сделать зазор шириной около 3 см. Балки опирают на несущие стены, заглубляя концы на 15—20 см. На балки накладывают накат из обрезных досок толщиной 24 мм, уложенных плотно друг к другу. Чтобы в швы между досками не просыпалась утепляющая и звукоизолирующая засыпка, на них накладывают деревянные планки сечением 3х5 см или полосы из толя или рубероида. На накате устраивают насыпку толщиной около 8 см, поверх которой укладывают лаги, к которым прибивают пол обычно из шпунтованных досок. Снизу к балкам прибивают подшивку из тонких досок толщиной 1,2—1,8 мм.

В качестве материала для покрытия пола часто используют сухие шпунтованные доски толщиной 4-6 см. Ширина досок должна быть 15 см. Доски большей ширины брать не рекомендуется во избежание сильного коробления. Помимо шпунтованных досок можно использовать обрезные доски.

Для хорошей теплоизоляции пола доски должны укладываться сухими. Использование материала с повышенной влажностью приводит к тому, что со временем доски усыхают, между ними образуются щели, через которые в помещение поступает холодный воздух. Если все-таки в качестве покрытия пола использованы влажные доски, то их крепят не окончательно, частично прибивая гвоздями, а приблизительно через год их перестилают.

Половые доски крепят к балкам, если последние лежат ровно, и доски между ними не прогибаются. Поверх балок перпендикулярно им можно уложить лаги из досок толщиной 4 см и на них настилать строганые половые доски. Желательно изолировать лаги от балок 2—3 слоями рубероида или толя. Кроме того, в перекрытиях пер-

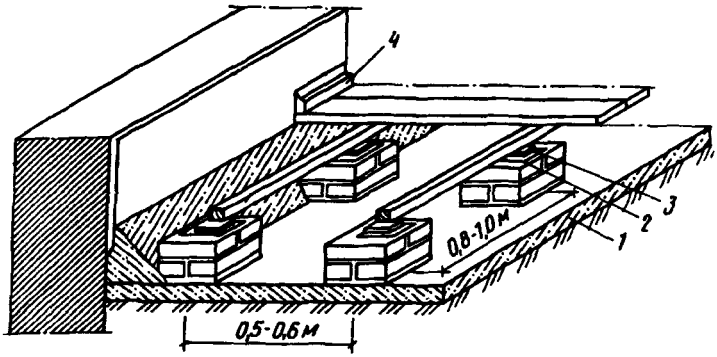


Рис. 8.7. Дощатый пол по кирпичным столбикам
1 — бетонная подготовка; *2* — два слоя рубероида или толя; *3* — осмоленная подкладка; *4* — плинтус

вых этажей лаги можно укладывать на кирпичные столбики, возведенные на грунте размером 25х15 см и высотой в несколько кирпичей. В последнем случае поверх столбиков кладут два слоя рубероида или толя, просмоленную деревянную прокладку, на которую укладывают деревянную лагу (рис. 8.7).

Доски укладывают перпендикулярно лагам так, чтобы годичные слои древесины были направлены в разные стороны. Если в качестве покрытия используют обрезную доску, то ее край должен быть остроган с небольшим уклоном внутрь или под угольник (рис. 8.8).

Однослойные дощатые полы имеют невысокие теплозащитные свойства и их обычно устраивают в индивидуальных или дачных домах, в которых живут не круглогодично, а преимущественно в теплое время.

Значительно более высокой теплоизоляционной способностью обладают *двухслойные или утепленные полы.* Они



Рис. 8.8. Укладка половых досок

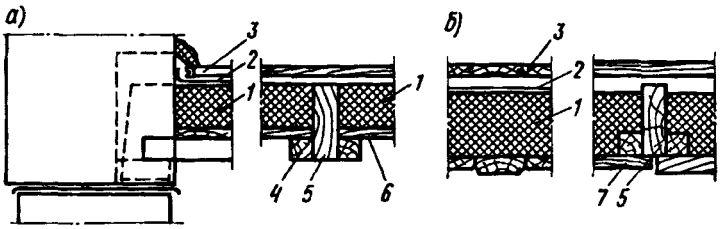


Рис. 8.9. Цокольное перекрытие с черным полом, уложенным по черепным брускам (*а*) и с черным полом, подшитым снизу балками (*б*)
1 — утеплитель; *2* — пароизоляция; *3* — доски пола; *4* — черепной брусок; *5* — балки; *6* — черный пол; *7* — подшивка

состоят из двух настилов — черного пола, или подбора, и чистого пола. Черный пол выполняют из нестроганых досок толщиной 2,5—6 см или горбылей, которые не прибивают к балкам, а укладывают в сделанные в балке шпунты или на черепные бруски (рис. 8.9).

Уложенный черный пол можно промазать глиной. Его просушивают и засыпают сухим песком и мелким шлаком, повышая тем самым изоляционную способность перекрытия. Сверху песок можно залить жидким известковым раствором. Чистый пол настилают только после полной просушки нижней части перекрытия. Во избежание отсыревания черного пола и засыпки по углам комнаты необходимо устроить *вентиляционные отверстия* (по 3-4 отверстия диаметром 1,5—2 см) и закрыть их решетками или по периметру комнаты сделать щелевые плинтусы (рис. 8.10). В небольших комнатах достаточно сделать два отверстия по диагонали помещения, а в больших целесообразно устраивать их в каждом углу.

Наиболее эффективной считается вентиляция через *щелевые плинтусы*, обеспечивающая почти в 15 раз больший воздухообмен, чем половые решетки, имеющие меньшую площадь отверстий по сравнению с площадью щелей. При устройстве в доме центрального отопления вентиляция подполья с помощью решеток становится наименее эффективной, потому что затрудняется перемещение воздуха от внутренних стен к нагретым радиатором наружным.

В верхней части балок или лаг, на которые настилаются половые доски, следует сделать несколько неглубоких

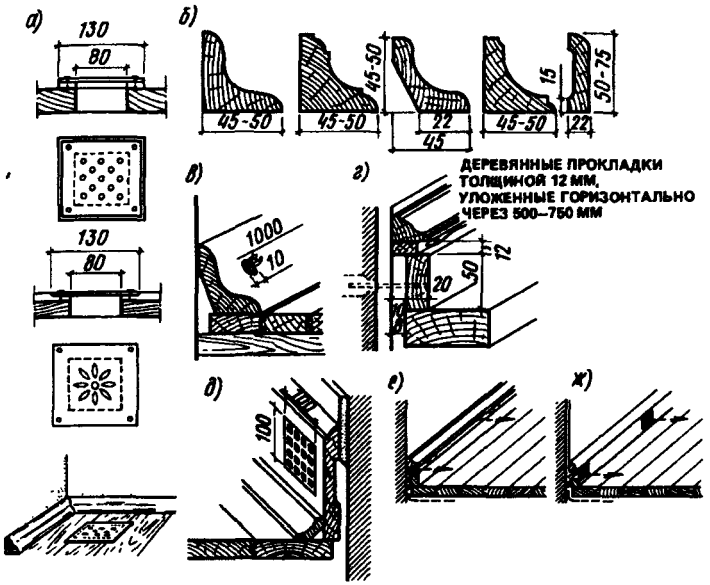


Рис. 8.10. Устройства для проветривания подполья

а — половые решетки; *б* — различные формы плинтусов; *в* — плинтус с отверстием для проветриваиия подполья; *г* — щелевой плинтус; *д* — установка решетки на плинтусе; *е* — проветривание подполья через зазор в плинтусе; *ж* — вентиляция через отверстия в плинтусе, перекрытые решетками

вырезов (не более 2 см). Эти вырезы также будут обеспечивать циркуляцию воздуха.

Вопросу циркуляции воздуха в междуэтажном перекрытии следует уделить особое внимание. Дело в том, что существует много путей проникновения влаги в перекрытие: при мытье пола, вместе с недостаточно хорошо просушенным строительным материалом-утеплителем, деревянными балками и досками и пр. При отсутствии воздухообмена в толще конструкции образуются застойные зоны с сырым воздухом, в которых грибы и плесень будут быстро размножаться и разрушать деревянные элементы — балки, доски, паркет. Предотвратить этот процесс можно созданием условий для циркуляции воздуха внутри перекрытия.

Благодаря отверстиям и щелям воздух в толще перекрытия не сможет застаиваться и при постоянном возду-

хообмене проникшая в толщу утеплителя влага будет испаряться, не давая отсыревать утеплителю. Кроме того, при сухом вентилируемом перекрытии не будет условий для развития микроорганизмов и загнивания древесины — балок, лаг и половых досок. Все это позволит обеспечить хорошую теплоизоляцию и долговечность перекрытия первого этажа.

Устройство лаг по балкам позволяет создать под полами всех помещений воздушную прослойку. Несмотря на то, что лаги увеличивают толщину перекрытия и уменьшают высоту этажа, они часто устраиваются в перекрытиях, так как позволяют повысить теплозащитные и звукоизоляционные качества этих конструкций.

Одним из конструктивных решений, обеспечивающих хороший воздухообмен в перекрытии, является создание в нем вентилируемых полостей путем автономного крепления потолка и пола по смежно расположенным балкам. Балки перекрытия располагают парами, потолок нижнего этажа крепят к одной из парных балок, а пол верхнего этажа к другой. В результате пол и потолок имеют каждый по своей системе несущих балок, не зависящих друг от друга. Между ними образуется полость с зазором 3—5 см. При хождении по полу его поверхность прогибается, а потом выравнивается, в результате чего воздух из подпольного пространства через вентиляционные отверстия и щели в плинтусах будет выжиматься и засасываться. Таким образом происходит вентиляция, и конструкция будет как бы "дышать", а замкнутое пространство под полом будет периодически вентилироваться. Это создаст благоприятные условия для сохранности древесины и долговечности конструкции, не будет резких перепадов температуры, влажности и затхлого запаха в помещении.

При устройстве полов первого этажа на деревянных лагах на столбиках по грунту надо учитывать, что температура воздуха в пространстве под полом дома всегда значительно ниже, чем в помещении, а влажность воздуха в подполье обычно выше из-за капиллярного подсоса грунта, особенно при высоком расположении уровня грунтовых вод.

Чтобы в комнатах первых этажей полы не отсыревали а деревянные балки и перекрытия не загнивали, следует обеспечить хорошую вентиляцию подполья. Это легче

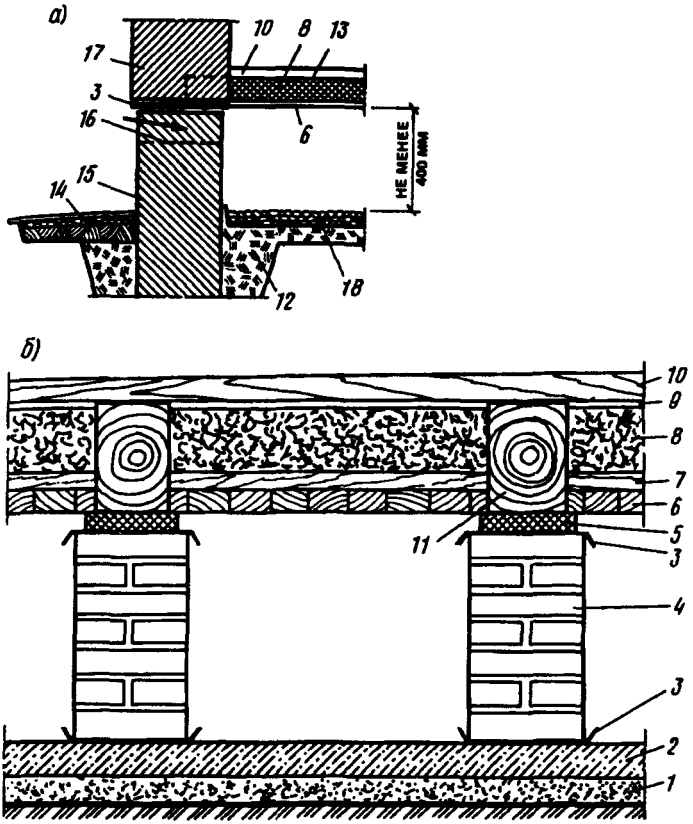


Рис. 8.11. Конструкция холодного подполья

а — холодное проветриваемое подполье с утепленным цокольным перекрытием; *б* — вариант конструкции теплого пола с холодным подпольем; *1* — утрамбованный песок; *2* — бетоиная подготовка; *3* — гидроизоляция из рулонных материалов; *4* — кирпичный столбик; *5* — деревянная антисептированиая прокладка; *6* — обшивка из антисептированных досок; *7* — дощатый настил; *8* — теплоизоляция; *9* — воздушная прослойка; *10* — пол; *11* — иесущая балка; *12* — грунт; *13* — пароизоляция; *14* — отмостка; *15* — цоколь; *16* — продух; *17* — стена; *18* — щебень или гравий

всего сделать при столбчатом фундаменте и легком цоколе, например из досок. При ленточном фундаменте и каменном цоколе в последнем предусматривают специальные продухи, сделанные под слоем горизонтальной

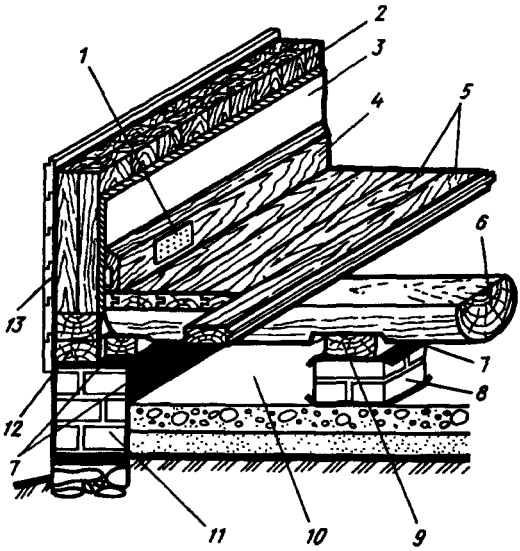


Рис. 8.12. Цокольные перекрытия при кирпичном цоколе и деревянных наружных стенах из досок

1 — металлическая пластина с отверстиями для вентиляции подполья; *2* — наружная стена; *3* — штукатурка; *4* — плинтус; *5* — дощатый пол; *6* — лага; *7* — гидроизоляция из рубероида; *8* — кирпичный столбик из двух кирпичей, уложенных плашмя на цементно-песчаном растворе; *9* — антисептированная деревянная прокладка; *10* — подполье; *11* — цоколь; *12* — нижняя обвязка; *13* — наружная обшивка шпунтованными досками

гидроизоляции цоколя. Кроме того грунт основания под домом надо покрыть слоем песка толщиной 15—20 см (при сухих грунтах). Помимо этого для уменьшения воздействия почвенной влаги, особенно при оттаивании грунта, его можно прикрыть слоем рубероида и пригрузить сверху щебнем (рис. 8.11).

При цокольном перекрытии по лагам, опирающимся на столбики на грунте, можно сделать теплое подполье (рис. 8.12 и 8.13). Его высота должна быть 15—25 см. При меньшей ухудшается его вентиляция, при большей возрастают теплопотери. Цоколь. утепляют по периметру внутренней стороны минеральной ватой, керамзитом, шлаком. Такую конструкцию подполья нельзя сделать в неотапливаемых в зимнее время домах, так как зимой грунт будет промерзать и деформироваться вместе с полом. В

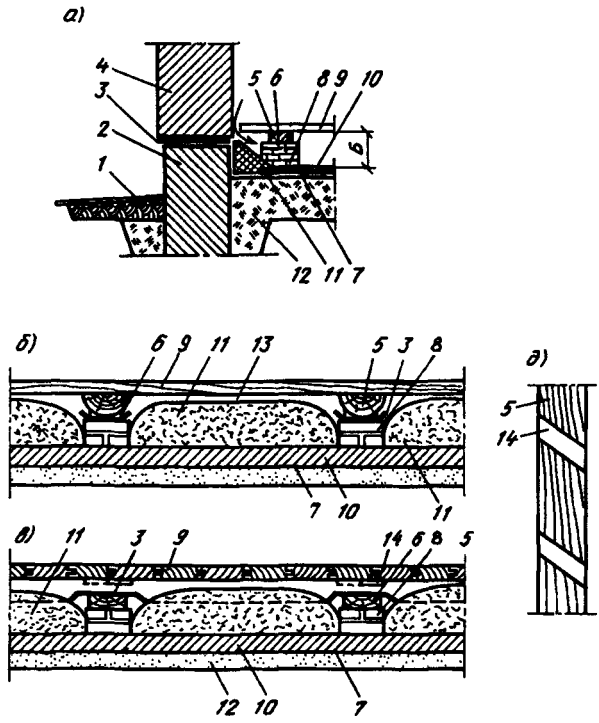


Рис. 8.13. Конструкции перекрытий над теплым подпольем
а — разрез цокольного перекрытия с полом по грунту на лагах; *б* — вариант конструкции перекрытия при разрезе поперек лаг; *в* — то же, вдоль лаг; *1* — отмостка; *2* — цоколь; *3* — гидроизоляция из рубероида; *4* — наружная стена; *5* — лага; *6* — антисептированная деревянная прокладка; *7* — рубероид; *8* — кирпичный столбик из двух кирпичей, уложенных плашмя на цементно-песчаном растворе; *9* — дощатый пол; *10* — щебень, гравий или щебенка, пропитанные известковым или цементным молоком; *11* — утеплитель; *12* — грунт; *13* — воздушная прослойка; *14* — канал на поверхности лаги для проветривания подполья

средней полосе подполье должно проветриваться круглосуточно. Вариант теплого цокольного перекрытия по деревянным балкам приведен на рис. 8.14. В качестве утеплителя использован термолит. Можно утеплить пол первого этажа армопенобетонными плитами, позволяющими уменьшить трудоемкость возведения перекрытия.

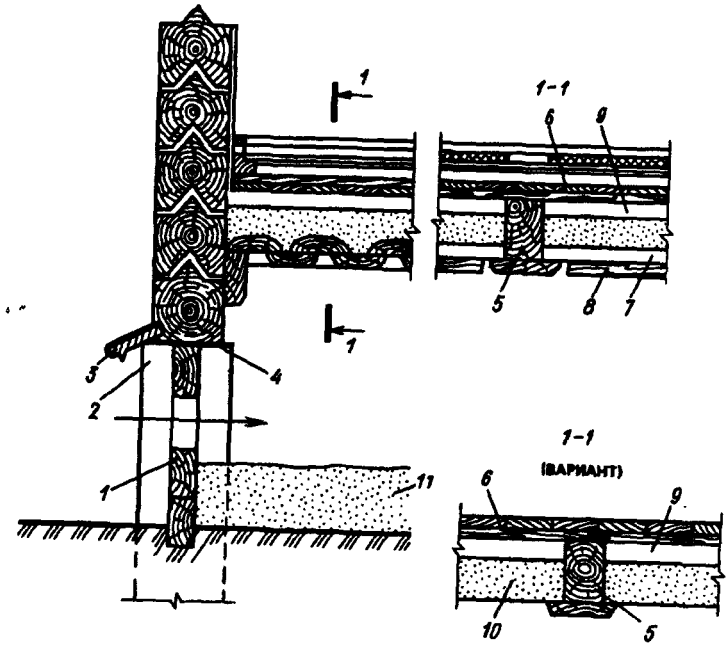


Рис. 8.14. Конструкция утепленного цокольного перекрытия с проветриваемым подпольем

1 — забирка; *2* — железобетоиный стул; *3* — сливиая доска; *4* — толь или рубероид; *5* — балка; *6* — двухслойный щит с прокладкой из битумокартоиа; *7* — термолит; *8* — двухслойный щит канала; *9* — воздушиая прослойка; *10* — армопеиобетоиная плита

Увлажнение конденсатом наиболее опасно для деревянных конструкций, в частности для деревянных балок, опирающихся на каменные стены. Поэтому наиболее подходящими перекрытиями с деревянными несущими балками являются те, у которых имеется воздушная прослойка между накатом и подшивкой.

Часто в домах делают подвалы. Их стены совмещают с ленточными фундаментами, а потолки с цокольными перекрытиями. Стены подвала выкладывают из бутового камня, кирпича, бутобетона, а при влагонасыщенных грунтах из монолитного бетона и железобетона.

Стены подвала должны иметь хорошую теплозащиту и надежную гидроизоляцию. При проектировании тепло-

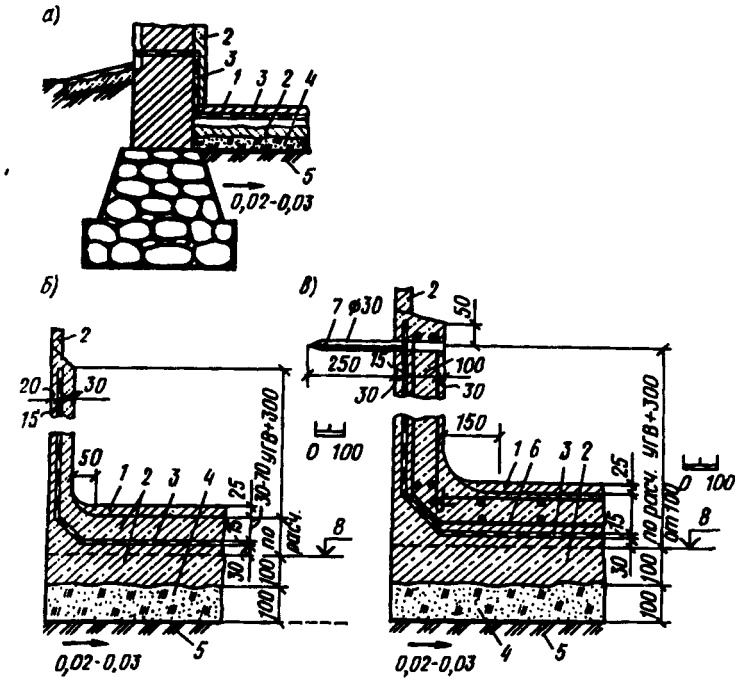


Рис. 8.15. Гидроизоляция помещений, заглубленных в землю

а — при отсутствии напориых грунтовых вод; *б* — при уровне груитовых вод до 0,5 м и выше пола; *в* — то же, выше 0,5 м: *1* — конструкция пола; *2* — бетои; *3* — гидроизоляциоиный слой; *4* — щебеиочная подготовка; *5* — сплаиированный и утрамбованный грунт; *6* — противонапорная железобетониая плита; *7* — штыри через 0,3—0,5 м; *8* — уровень имеющегося пола

защиты подвала учитывается, что на глубине 1,5—2 м от поверхности земли температура грунта составляет около 5—10°С. Такая температура в подвале при хорошей теплоизоляции стен может сохраняться круглый год.

Наиболее эффективной считается теплоизоляция при расположении утепляющего слоя снаружи, лучше всего утеплять подвал снаружи пенопластом. Обладая низким коэффициентом теплопроводности [= 0,05 Вт/(м·°С)], он имеет малое водопоглощение, а плохая огнестойкость в этом случае значения не имеет.

Гидроизоляцию стен подвала выполняют всегда (рис. 8.15, 8.16). Обычно для горизонтальной гидроизо-

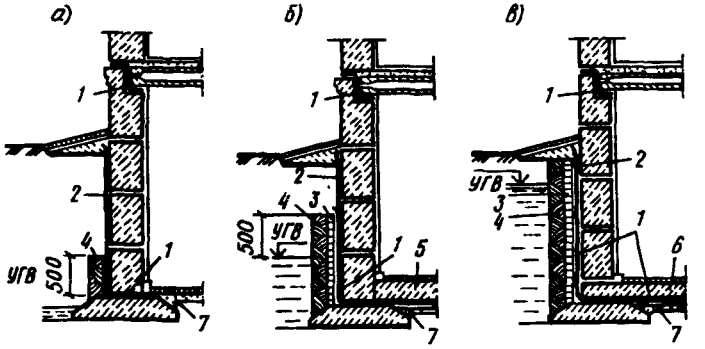


Рис. 8.16. Гидроизоляция подвалов

а — при уровне грунтовых вод (УГВ) ниже отметки пола подвала; *б* — то же, выше отметки пола подвала до 500 мм; *в* — то же, более 500 мм: *1* — рулонная гидроизоляция; *2* — двойной слой битума; *3* — кладка из кирпича-железняка на цементном растворе 120 мм; *4* — мятая жирная глина 250 мм; *5* — слой нагрузочного бетона; *6* — железобетонная плита; *7* — бетонная подготовка (глиняный замок делают редко)

ляции берут цементный раствор состава 1:2. Первый ряд располагают на уровне пола подвала. Второй ряд горизонтальной гидроизоляции устраивают в цоколе наружных стен на высоте 15—20 см. С наружной стороны стен подвалок устраивают вертикальную обмазочную гидроизоляцию, покрывая поверхности, соприкасающиеся с грунтом, горячим битумом два раза. На сильно увлажненных грунтах выполняют оклеечную гидроизоляцию рубероидом или полиэтиленовой пленкой. В этом случае делают и замок из уплотненной мятой жирной глины.

При высоко расположенном уровне грунтовых вод вертикальную гидроизоляцию делают из рулонных материалов. На цементный раствор наклеивают на битумной мастике 3—4 слоя рубероида или полиэтиленовой пленки. Гидроизоляцию поднимают на 0,5 м выше уровня грунтовых вод и защищают стенкой в $^1/_2$ кирпича, уложенной на цементном растворе (см. рис. 8.16,*б*,*в*; 8.17). Около кирпичной стенки делают глиняный "замок".

Горизонтальную гидроизоляцию делают по полу подвала из 3—4 слоев изола, гидроизола, которые пропускают под стеной подвала и заводят на наружную поверхность. В месте примыкания пола к стене подвала делают складку

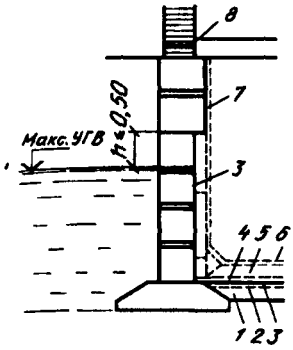


Рис. 8.17. Гидроизоляция подвала при больших напорах грунтовых вод, устраиваемая по внутренней поверхности стен
1 — бетонная подготовка; *2* — цементная стяжка; *3* — рулонная изоляция; *4* — цементный слой; *5* — железобетонная коробчатая конструкция; *6* — чистый пол; *7* — цементная штукатурка по битумной обмазке; *8* — гидроизоляция

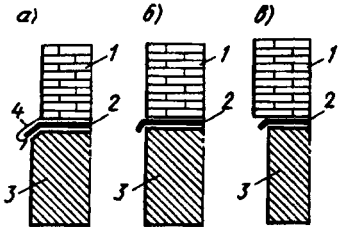


Рис. 8.18. Различные формы цоколя
а — выступающий; *б* — в одной плоскости со стеной; *в* — западающий; *1* — наружная стена; *2* — гидроизоляция; *3* — цоколь; *4* — слив

из рулонного материала. Необходимость этого вызвана тем, чтобы при осадке здания гидроизоляционный ковер не разорвался. Второй слой горизонтальной гидроизоляции делают ниже уровня пола первого этажа.

Для теплозащиты стен и защиты их от отсыревания следует обратить внимание на нижнюю часть наружной стены — цоколь, находящийся непосредственно над поверхностью земли. При ленточном фундаменте цоколем служит его верхняя часть, находящаяся над землей, при столбчатом — устраиваемая между столбиками стена, называемая забиркой, или находящаяся над столбиками стена.

Существуют различные формы цоколя — западающий, выступающий и находящийся в одной плоскости со стеной (рис. 8.18). Традиционным является *выступающий цоколь*, требующий защитного слива на выступающей за наружную стену части. Его устраивают в домах с тонкими наружными стенами (например, из легких каменных материалов), при устройстве теплого подполья.

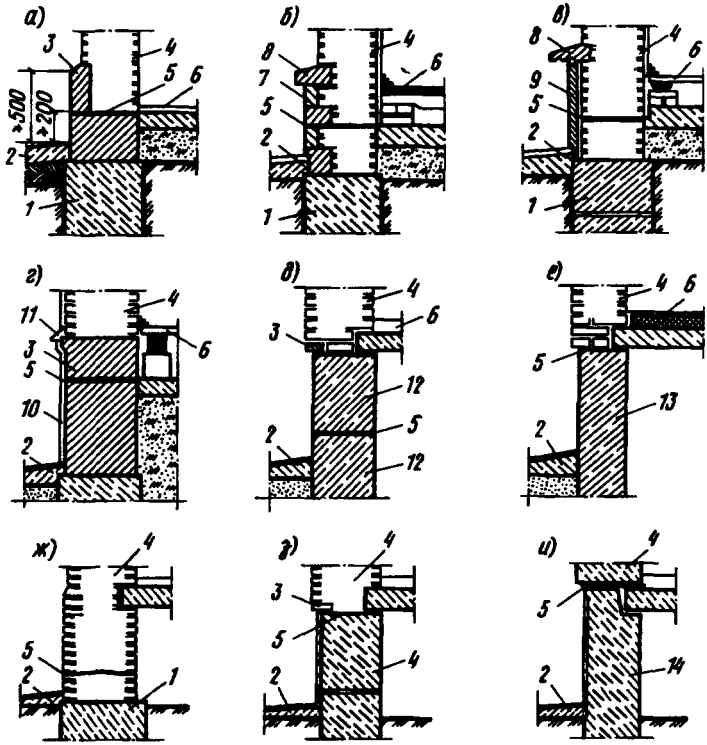


Рис. 8.19. Конструкция цоколя

а — облицованный кирпичом; *б* — облицованный каменнымн блоками; *в* — то же, плитами; *г* — оштукатуренный; *д* — из бетонных блоков вподрезку; *е* — из железобетонных панелей вподрезку; *ж* — из кнрпича; *д* — из бетонных блоков вподрезку, облицованных прислонными керамическими плитками на растворе; *и* — из цокольной панелн, облицованной в заводских условиях; *1* — фундамент; *2* — отмостка; *3* — обожженный кирпич; *4* — стена; *5* — гидроизоляция; *6* — конструкция пола первого этажа; *7* — цокольные каменные блоки; *8* — бортовой цокольный камень; *9* — облицовочные плиты; *10* — штукатурка; *11* — кровельиая сталь; *12* — бетонный блок; *13* — панель фундаментной стены; *14* — цокольиая панель

Западающий цоколь является наиболее совершенной конструкцией. Он позволяет укрыть гидроизоляционный слой от атмосферных и механических воздействий, обеспечивает сток воды при косых дождях, требует меньшего расхода строительных материалов (меньшая

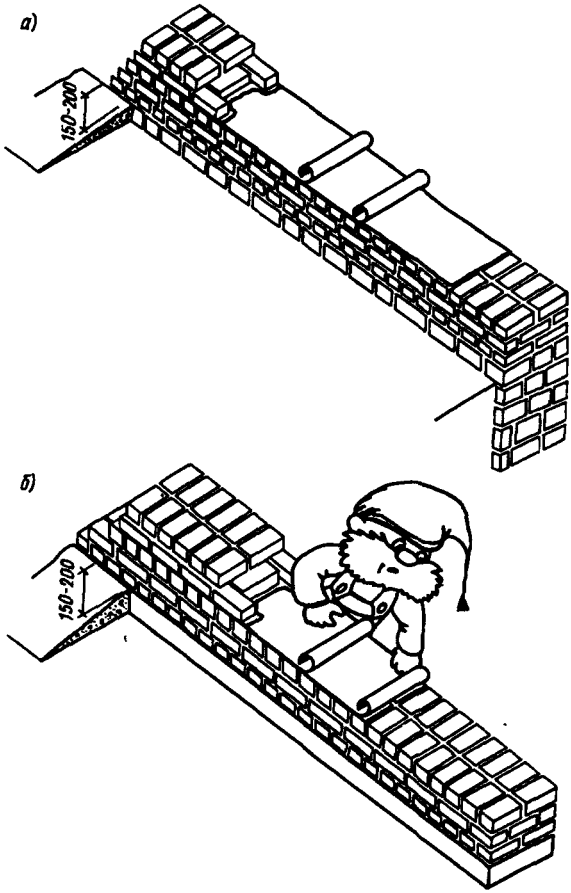


Рис. 8.20. Устройство гидроизоляции из двух слоев рубероида на битумной мастике (*а*) и двух слоев толя, уложенного насухо (*б*)

толщина, отсутствие слива) и наиболее архитектурно выразителен.

Наименее удачна *конструкция цоколя, выполненная в единой плоскости со стеной*. В этом случае гидроизоляционный слой остается открытым и не защищенным от действия атмосферы. С архитектурной точки зрения он наименее эстетичен.

Цоколь возводят из хорошо обожженного полнотелого глиняного кирпича, бетонных фундаментных блоков и др. (рис. 8.19). На высоте около 20 см от отмостки в толще кладки цоколя размещают горизонтальную гидроизоляцию - два слоя рубероида или гидроизола, наклеенного битумной мастикой на выровненное основание или слой цементного раствора составом 1:2 толщиной 2—3 см. Можно использовать толь, уложенный насухо по цементной стяжке (рис. 8.20). Помимо этого в верхней части цоколя на уровне цокольного перекрытия можно устроить ряд горизонтальной гидроизоляции (см. рис. 8.19,*а, е, з, и*).

Необходимость гидроизоляции вызвана тем, что нижняя часть стены — цоколь — сильно подвержена воздействию влаги, находящейся в грунте, которая проникает в тело фундамента и попадает на цоколь в виде брызг от упавших на землю капель дождя. В результате капиллярного подсасывания эта влага через цоколь может подниматься вверх, вызывая увеличение влажности стены на первых двух этажах. Как известно, повышенная влажность материала приводит к снижению его теплоизоляционных качеств. Поэтому устройство гидроизоляционного слоя в нижней части цоколя является необходимым условием хорошей теплозащиты дома.

С наружной стороны цоколи облицовывают естественным камнем (рис. 8.19,*б*), керамическими плитками (рис. 8.19,*з*), лицевым кирпичом (рис. 8.19,*а*) или оштукатуривают цементным раствором (рис. 8.19,*г*).

Для защиты стен нижних и подвальных этажей и перекрытий от отсыревания в результате попадания под дом дождевых или талых вод, вызывающих просадку фундамента, по периметру здания устраивают *отмостку*. Существуют различные варианты отмосток. Их ширину принимают в зависимости от типа грунта в месте строительства дома и ширины свеса крыши. Целесообразно делать отмостку на 20 см шире карнизного свеса, но не уже 60 см (на обычных грунтах). Если грунты просадочные, то отмостку делают шириной около 1 м. Отмостка должна иметь уклон 3—10%, обеспечивающий отток воды от дома.

Для устройства отмостки по периметру дома на ширину 0,5—1 м выкапывают землю. Вдоль внешнего края отмостки устанавливают бордюрный камень, а углубление между ним и стеной засыпают слоем щебня на толщину

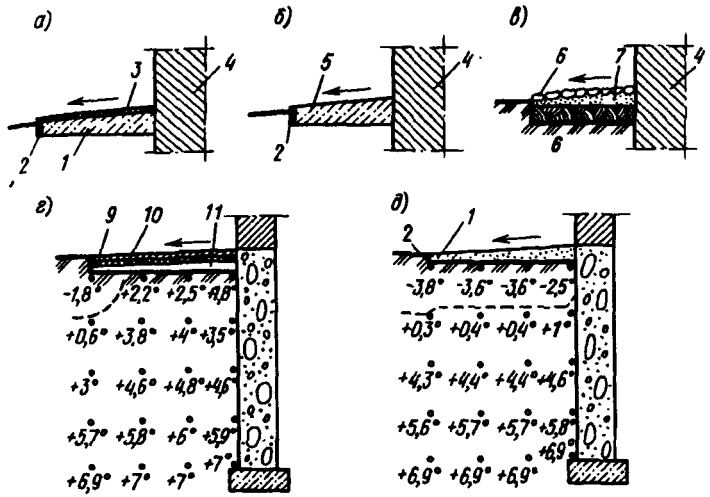


Рис. 8.21. Отмостки

а — асфальтовая; *б* — бетонная; *в* — булыжная; *г, д* — распределение температур в грунте под утепляющей и асфальтовой отмостками: *1* — гравий или щебень; *2* — бордюрный камень; *3* — асфальт; *4* — участок стены; *5* — бетон; *6* — булыжник, втопленный в песок; *7* — песок; *8* — мятая глина; *9* — железобетонная плита толщиной 6 см; *10* — утепленный пенопласт; *11* — воздушная прослойка толщиной 15 см

15 см. Сверху устраивают асфальтовое покрытие толщиной 3 см, обеспечивая при этом необходимый уклон отмостки (рис. 8.21,*а*).

Отмостку можно сделать из бетона. Для этого необходимо выкопать землю вокруг дома, установить бордюрный камень и залить бетон (рис. 8.21,*б*). Толщина слоя бетона должна составлять около 15 см. Для усиления бетонного слоя во избежание раскалывания отмостки и появления в ней трещин бетон армируют скальными стержнями или стальной сеткой. Бордюрный камень устанавливают с внешней стороны отмостки, чтобы предохранить край бетонного покрытия от скалывания и разрушения, например в случае, когда на него наступают.

Бетонную отмостку можно сделать и другим способом. Выкопав грунт, на него надо уложить мятую глину слоем 10—20 см, поверх насыпать гравий или щебень толщиной

3—6 см и залить бетоном. Бетон должен быть толщиной 4—6 см (рис. 8.21,*в*). Для отмостки используются и железобетонные плиты, уложенные на песчаную подсыпку толщиной 4 см и слой мятой глины 10—20 см (рис. 8.21,*г*).

Можно отмостку сделать из мятой глины, уложенной на глубину 25 см слоем толщиной 15 см, поверх неё насыпать 10 см песка. Сверху отмостку покрыть булыжным камнем, втопленным в песок (рис. 8.21,*д*). Вместо булыжного камня используют щебень или гравий, уложенный слоем 4—6 см по мятой глине толщиной 10—20 см (рис. 8.21,*е*).

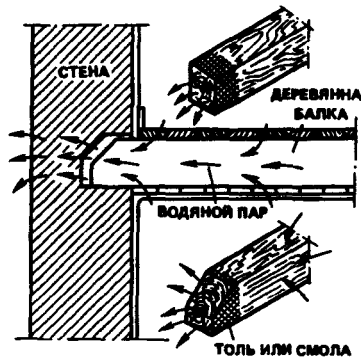
Определенный интерес представляет утепляющая отмостка, улучшающая температурный режим в околофундаментной зоне. Отмостку в виде железобетонной плиты с утеплителем устраивают по контуру здания так, что под ней образуется воздушная прослойка (рис. 8.21,*ж*). Благодаря этому нулевая изотерма поднимается к поверхности земли. На рис. 8.21,*ж, з* показаны картины распределения температур в грунте около фундамента под утепляющей отмосткой и асфальтовой. При этом следует отметить, что вспучивание грунта под утепляющей отмосткой происходит менее интенсивно. Однако ее повреждение вызывает увеличение глубины промерзания грунта.

В междуэтажных перекрытиях существуют зоны, где создаются условия для образования конденсата. Обычно это места примыкания перекрытий к наружным стенам, где возможно промерзание и продувание конструкций. Для предотвращения этих явлений стыки перекрытий с наружными стенами должны быть выполнены с учетом достаточной теплозащиты и воздухонепроницаемости.

При опирании деревянной балки на каменную стену необходимо защитить полость стыка от проникания в него влажного воздуха из помещений (рис. 8.22). Необходимость это вызвана тем, что при проникании теплого воздуха, содержащийся в нем водяной пар при соприкосновении с холодными каменными стенами в стыке будет конденсироваться и увлажнять конец балки, заделанный в гнезде стены. Поэтому опирающиеся на стену концы балок следует антисептировать (3%-ным раствором фтористого натрия), их поверхность оклеить двумя слоями толя на смоле. Торцы балок оклеивать толем не рекомендуется.

Балки опирают на стену на глубину 12—15 см (рис. 8.23). Однако гнезда делают глубиной 18 см. Бла-

Рис. 8.22. Диффузия водяных паров в деревянной балке перекрытия



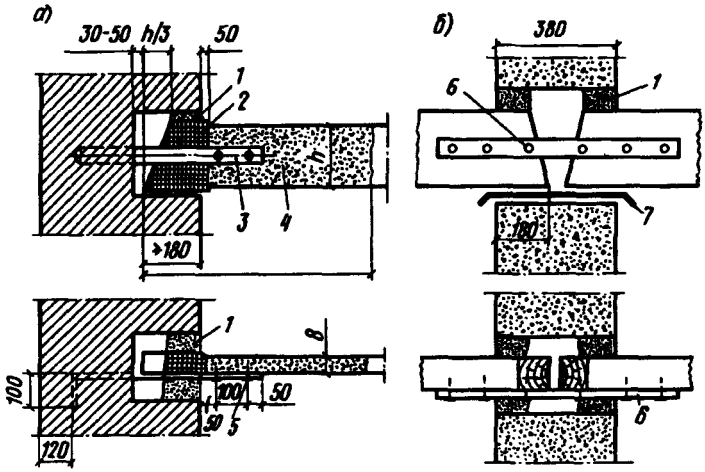


Рис. 8.23. Опирание деревянных балок на каменные стены
а — одной балки; *б* — двух балок: *1* — заделка раствором; *2* — два слоя толя на смоле; *3* — анкер; *4* — антисептированная часть балки; *5* — гвоздь; *6* — стальная накладка размером 50х6 мм; *7* — два слоя толя

годаря зазору толщиной не менее 3 см деревянная балка не соприкасается с кладкой, а водяные пары через ее торец, не оклеенный толем, выходят наружу через кладку.

Размер гнезд следует также делать на 2—3 см больше сечения балки. После установки балки их заделывают

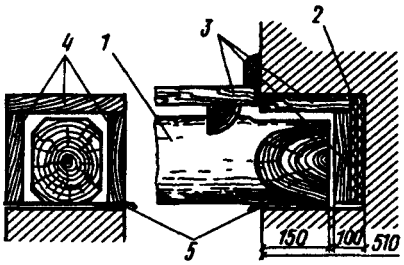


Рис. 8.24. Открытая заделка концов балки в стену толщиной 0,51 см
1 — балка; *2* — утеплитель; *3* — деревяниая доска; *4* — деревянный короб; *5* — прокладка из толя в один-два слоя

раствором, предохраняя тем самым стык от проникания в него внутреннего воздуха и отсыревания.

Для обеспечения жесткости балки через одну укрепляют. Для этого в кладке устанавливают стальной анкер. Его конец должен не доходить до наружной поверхности стены на 12 см (во избежание образования мостиков холода), другой конец должен выступать внутрь помещения на 20 см. Анкер прикрепляют к деревянной балке с помощью стальной накладки сечением 50х6 мм и гвоздей диаметром 5—6 мм.

Иногда делают открытую заделку концов балки (рис. 8.24, 8.25), однако это возможно в помещениях с нормальной влажностью (меньше 60%) при хорошей вентиляции перекрытия (при щелевых плинтусах) и достаточной теплоизоляционной способности задней стенки гнезда. При кирпичной стене толщина стенки гнезда должна быть не менее 46 см. При меньшей толщине необходимо делать утепление гнезда, обеспечивая при этом в средней полосе сопротивление теплопередаче 0,57 $м^2 \cdot С/Вт$.

При толщине стены в два кирпича (0,51 м) узел опирания деревянной балки на стену решают следующим способом. В стене делают гнездо глубиной 25 см (1 кирпич). У вертикальной стенки гнезда устраивают слой теплоизоляционного материала — антисептированного или минерального войлока (см. рис. 8.24). На нижнюю поверхность гнезда укладывают два слоя толя, а затем в гнездо устанавливают деревяннй короб из антисептированной (например, просмоленной) древесины, прижав им минеральный войлок. Балку перекрытия опирают на нижнюю поверхность короба на глубину 15 см таким образом, чтобы между его поверхностями и балкой образовалась воз-

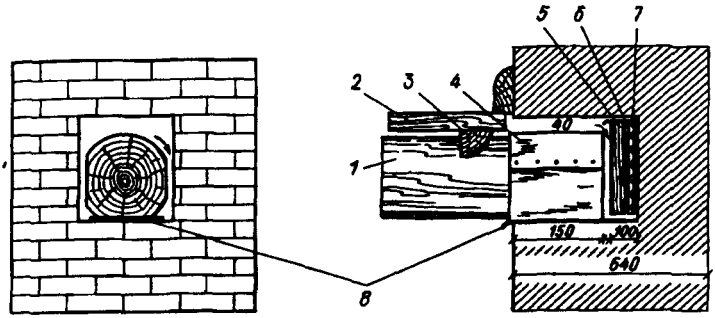


Рис. 8.25. Заделка концов балки в стену толщиной 0,64 см и более
1 — балка; *2* — пол; *3* — лага; *4* — обернутый двумя слоями толя или рубероида конец балки; *5* — доска толщиной 25 мм; *6* — толь; *7* — утеплитель — один слой войлока; *8* — толь или рубероид в один-два слоя

душная прослойка. Одним из вариантов этого узла является установка деревянного короба, имеющего три вертикальных стороны и одну горизонтальную верхнюю поверхность, но без нижней горизонтальной. В этом случае антисептированный конец балки будет опираться в гнезде на два-три слоя рубероида. По бокам, сверху и с торца балки будут находиться деревянные доски.

При толщине стен в $2^1/_2$ кирпича и больше балку опирают в гнездо глубиной 25 см. В нижней части его покрывают битумом, по которому кладут два слоя толя или рубероида, верхние и боковые поверхности также покрывают толем. Затем около задней поверхности гнезда устраивают теплоизоляционный слой из минерального войлока, который прижимают к стенке деревянной доской толщиной 2,5 см. балку перекрытия укладывают в гнезде так, чтобы между ней и стенками была воздушная прослойка толщиной около 4 см (см. рис. 8.25).

В настоящее время в строительстве жилых одноэтажных домов получили распространение *перекрытия по железобетонным балкам* (рис. 8.26). Преимущество таких конструкций перед деревянными — их долговечность (не подвержены гниению и др.) и огнестойкость, однако для их возведения необходимо использование кранов небольшой грузоподъемности (масса балки составляет 300—350 кг).

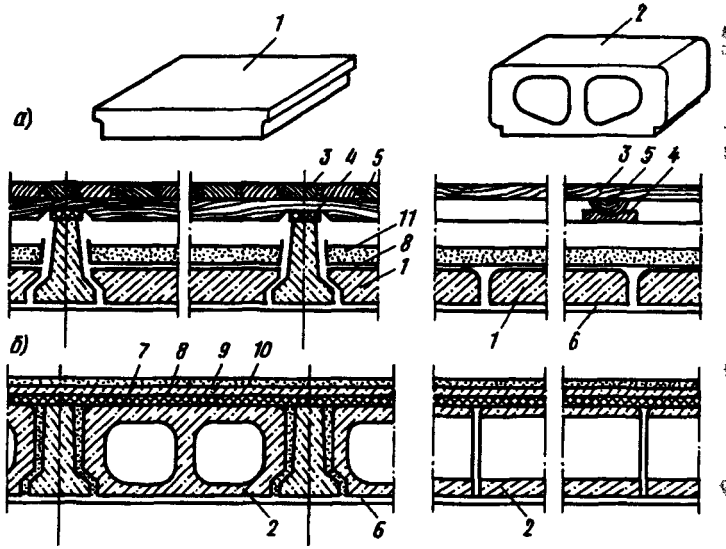


Рис. 8.26. Перекрытия по сборным железобетонным балкам с накатом из сплошных плит (*а*) и с заполнением двухпустотными вкладышами (*б*)
1 — гипсобетониая плита; *2* — легкобетонный вкладыш; *3* — дощатый пол; *4* — звукоизоляциоииая прокладка; *5* — лага; *6* — затирка; *7* — оргалит; *8* — толь; *9* — легкий бетои; *10* — чистый пол; *11* — засыпка (из шлака)

Железобетонные балки опирают на стены. Каждая балка имеет полку для опирания на нее плиты перекрытия (рис. 8.26,*а*). Железобетонные плиты перекрытия могут быть сплошными. В этом случае швы между балкой и плитой промазывают раствором или укладывают слой толя. Поверх него для обеспечения звукоизоляции насыпают слой песка. По железобетонным балкам укладывают упругие прокладки, на которые опирают лаги. Затем настилают пол.

Вместо сплошной плиты в качестве заполнения междуэтажного перекрытия используют пустотелые блоки (рис. 8.26,*б*). Наличие пустот в блоке позволяет улучшить теплозащитные (звукоизоляционные) качества перекрытия. Стыки между балками и блоками заливают цементным раствором, поверх перекрытия устраивают звукоизоляционную прокладку из минераловатных плит на синтетическом связующем или мягких древесно-волокнистых плит, а затем по стяжке настилают пол.

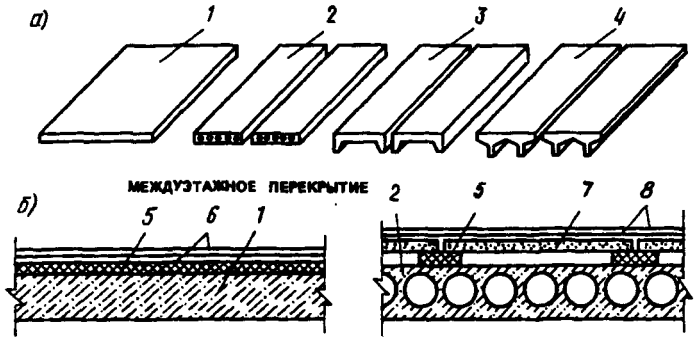


Рис. 8.27. Перекрытия по железобетонным плитам
а — виды несущих плит; *б* — конструкции перекрытия; *1* — сплошная плита; *2* — круглопустотная плита; *3* — ребристая плита; *4* — плита типа ТТ; *5* — изоляция от ударного шума (минераловатные плиты на синтетическом связующем, мягкие древесно-волокнистые плиты); *6* — пол по стяжке; *7* — гипсобетонные плиты по лагам для звукоизоляции; *8* — пол

Наибольшее распространение в жилых домах получили *перекрытия из железобетонных плит*. Плиты бывают размером на комнату, а также ограниченной ширины, опирающиеся двумя или тремя сторонами на несущие стены (или балки). Плиты перекрытия могут быть сплошными и с пустотами, ребристыми и типа ТТ (рис. 8.27,*а*). По плитам устраивают слои звукоизоляции и настилают полы по стяжке (рис. 8.27,*б*). Преимущество плитных перекрытий — их долговечность, огнестойкость и меньшая трудоемкость установки (по сравнению с балочными). Однако их установка требует использования подъемных кранов.

В зависимости от несущей части перекрытия, а также материала покрытия пола возможны различные конструктивные решения перекрытий.

По деревянным лагам обычно устраивают дощатые полы, полы из древесно-стружечных плит марки ПТП-3, из паркетных досок и щитов (рис. 8.28).

Если *плиты перекрытия имеют ровную поверхность*, то на них можно уложить лаги (рис. 8.28,*а*) или под лаги положить звукоизоляционную ленточную прокладку из минераловатных матов плотностью 100—150 кг/м^3 на синтетической связке толщиной 30—40 мм или прошитых в бумаге толщиной 40—50 мм. Также мож-

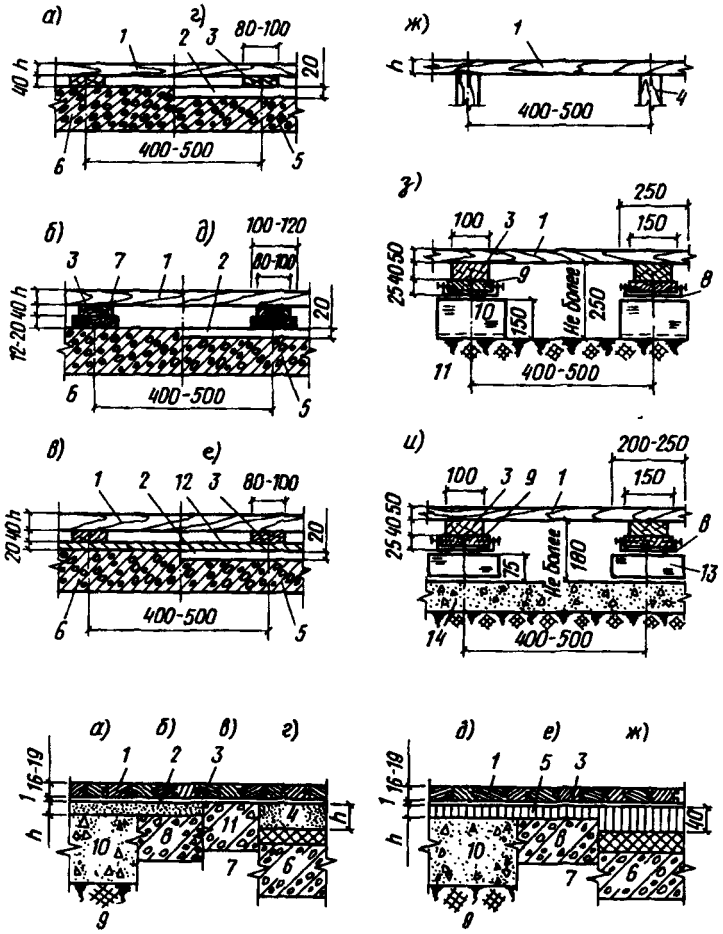


Рис. 8.28. Конструкции деревянных полов из досок или паркетных досок и щитов или древесно-стружечных плит для полов

а—в — при плитах перекрытий с ровной поверхностью; *г—е* — при плитах перекрытий с неровной поверхностью; *ж* — деревянное покрытие по балкам; *з* — полы на столбиках по грунту: *1* — покрытие; *2* — лага; *3* — звукоизоляционные прокладки; *4* — звукоизоляционная засыпка; *5* — плита перекрытия с ровной поверхностью; *6* — плита перекрытия с неровной поверхностью; *7* — цементно-песчаная стяжка толщиной 20 мм; *8* — балка перекрытия; *9* — прокладка; *10* — два слоя толя; *11* — бетонный или кирпичный столбик на цементно-песчаном растворе; *12* — бетонная или кирпичная подкладка на цементно-песчаном растворе; *13* — подстилающий слой; *14* — грунт

но использовать стеганые стекловолокнистые маты плотностью 100—150 кг/м^3 толщиной 30—40 мм или минераловатные и стекловолокнистые плиты на синтетической связке плотностью 50—150 кг/м^3 толщиной 40—55 мм (рис. 8.28,*б*). После устройства полов эти материалы уплотняются и в обжатом состоянии имеют толщину 15—20 мм. Вместо прокладок можно сделать звукоизоляционную засыпку из песка или шлака (рис. 8.28,*в*). Уложив лаги, на них настилают одно из вышеперечисленных перекрытий.

Если *поверхность перекрытия имеет неровную поверхность*, то по ней необходимо устроить стяжку толщиной 20 мм из цементно-песчаного раствора. Поверх стяжки укладывают лаги (рис. 8.28,*г*) или под лагами для звукоизоляции устраивают прокладки (рис. 8.28,*д*) или засыпку (рис. 8.28,*е*). Поверх лаг настилают пол.

Покрытие можно устраивать непосредственно по деревянным балкам перекрытия (рис. 8.28,ж). Однако эти перекрытия имеют плохие звукоизоляционные характеристики.

При устройстве *полов первых этажей по грунту чаще* всего на основании возводят бетонные или кирпичные столбики на цементно-песчаном растворе. Если основание выполнено из грунта (рис. 8.28,*з*), то столбики делают высотой около 15 см, если по грунту устраивают подстилающий слой из бетона, то высоту столбиков уменьшают до 7,5 см (рис. 8.28,*и*). Поверх столбиков укладывают два слоя толя или рубероида и деревянную прокладку толщиной 2,5 см и длиной 20—25 см. На прокладку кладут лаги, по которым устраивают покрытие пола.

Полы из штучного паркета укладывают по холодной водостойкой мастике на плиту перекрытия с ровной поверхностью (рис. 8.29,*в*). При неровной поверхности у плиты перекрытия мастику наносят на цементно-песчаную выравнивающую стяжку (рис. 8.29,*б*). При устройстве полов в зимнее время вместо цементно-песчаной делают стяжку из литого асфальтобетона (рис. 8.29,*е*). Если на плиту укладывают слой тепло-, звукоизоляции, то поверх него необходимо уложить стяжку из бетона, цементно-песчаного раствора или асфальтобетона (рис. 8.29,*г, ж*).

При устройстве паркетного пола на первом этаже здания на грунт основания укладывают подстилающий слой

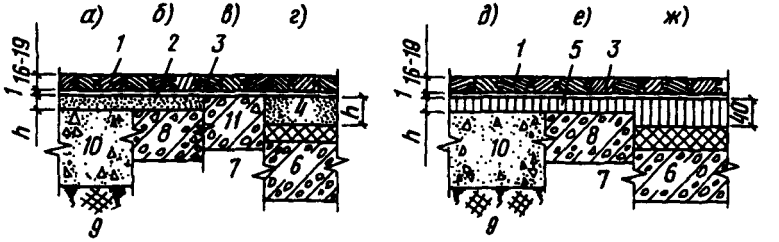


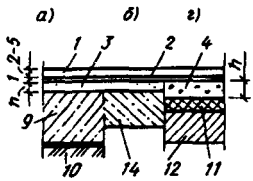
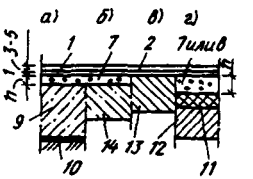
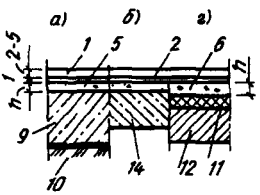
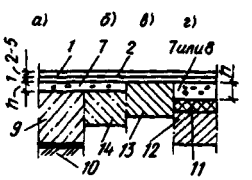
Рис. 8.29. Конструкции полов из штучного и иабориого паркета
а, д — по грунтовому осиованию; *б* — по цементно-песчаной стяжке; *в* — по плите перекрытия; *г, ж* — с устройством тепло-, звукоизоляции; *е* — по стяжке из литого асфальтобетона; *1* — покрытие; *2* — цементно-песчаная стяжка; *3* — холодная водостойкая мастика; *4* — бетонная или цементно-песчаная стяжка; *5* — стяжка из лнтого асфальтобетона; *6* — плита перекрытия; *7* — тепло-, звукоизоляциоиный слой; *8* — плита перекрытия с неровной поверхиостью; *9* — грунт осиования; *10* — бетонный подстилающий слой; *11* — плита перекрытия с ровной поверхиостью

из бетона, по которому устраивают цементно-песчаную или асфальто-бетонную стяжку и паркет на холодном мастике.

Помимо паркета полы настилают из поливинилхлоридных плит и рулонных материалов. Наибольшее распространение получили полиэфирные линолеумы на тканевой основе, поливинилхлоридный однослойный и многослойный линолеум на тканевой основе и безосновный, безосновный нитролинолеум, релин резиновый, двухслойный линолеум.

Рулонные материалы укладывают на гладкие ровные поверхности, например бетонные. В качестве подстилающих материалов можно использовать различные тепло- и звукоизоляционные материалы типа древесно-волокнистых плит, матов из минеральной ваты. На них обязательно надо укладывать гидроизоляцию из одного слоя рубероида или толя, по которой устраивают цементную стяжку. Для теплых полов плотность раствора цементной стяжки должна быть не более 1400 кг/м^3. Неровности, трещины, впадины заделывают шпатлевкой из цементно-песчаного раствора, затворенного 10%-ной эмульсией ПВА. После этого можно укладывать рулонный материал.

Резать линолеум следует острым ножом с учетом, что он укорачивается на 0,2—0,3%. Поэтому его не надо приклеивать сразу после нарезки. Чтобы на его поверх-

Тип покрытия	Эскиз	Элемент пола
Из линолеума Из линолеума на синтетическом каучуке Из поливинилхлоридных плит		
Из линолеума с теплозвукоизоляционным слоем Ковро́вое (синтетическое ворсовое)		*1* – покрытие; *2* – прослойка из холодной мастики на водостойких вяжущих; *3–8* – стяжки; *9* – бетонный подстилающий слой; *10* – грунт основания; *11* – тепло- или звукоизоляционный слой; *12* – плита перекрытий; *13* – плита перекрытия с ровной поверхностью; *14* – плита перекрытия с неровной поверхностью; *а* – по грунту; *б* – по плите перекрытия с неровной и ровной (*в*) поверхностями; *г* – с тепло- или звукоизоляционным слоем
Из линолеума Из линолеума на синтетическом каучуке Из поливинилхлоридных плит Из поливинилхлоридного пластиката Из кумароновых плит		
Из линолеума Из линолеума на синтетическом каучуке Из поливинилхлоридных плит Из поливинилхлоридного пластика Из кумароновых плит		

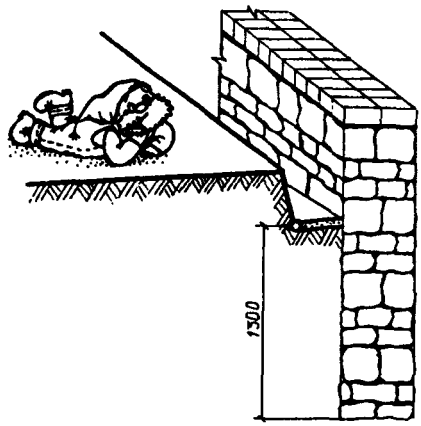
ности не появлялись "волны", его следует раскроить и дать полежать разложенным в течение 2—3 сут. После этого полосы линолеума нужно прирезать еще раз и приклеивать на битумных, казеиновых мастиках, а также на основе синтетических смол. При приклеивании линолеума между полотнами по ширине оставляют шов 4—6 мм, поскольку первые 2—4 дня после наклейки он расширяется (таблица).

8.2. ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ТЕПЛОЗАЩИТЫ

Существуют различные варианты повышения теплозащиты стен подвалов, перекрытий первых этажей. Одним из возможных путей является уменьшение влажности материала, приводящее к снижению теплопроводности материала и, следовательно, к повышению теплозащитных качеств. Следует отметить, что стены подвалов, цоколи и перекрытия первых этажей больше, чем другие конструкции дома, подвержены постоянному воздействию влаги. Поэтому в первую очередь рассматриваются мероприятия, позволяющие сделать существующие стены более сухими, улучшить тем самым температурно-влажностный режим дома.

Одним из самых простых и старых способов снижения влажности цоколей стен первых этажей и подвалов и улучшения влажностного режима конструкций является устройство вокруг наружных стен дома канавы (рис. 8.30). Канаву надо прокопать на такую глубину, чтобы в зимнее время почва под фундаментом не промерзала: промерзшая земля при оттаивании начинает пучиться, что приводит к деформациии стен, образованию трещин и перекосов дома. Для районов средней полосы не рекомендуется делать канаву глубокой и оставлять менее 1,3 м от дна канавы до подошвы фундамента. Дно делают с уклоном. Уклон по длине и ширине канавы необходим для обеспечения стока воды. Поверхность дна следует залить цементным раствором. В глинистых грунтах в самом низком месте водоотводной канавы можно пробурить землю до слоя песка и вставить в скважину асбестоцементную трубу, через которую вода из канавы будет стекать. Водоотводную канаву, вырытую по периметру стен, нельзя использовать для отвода воды с крыши. Она должна отводиться по желобу

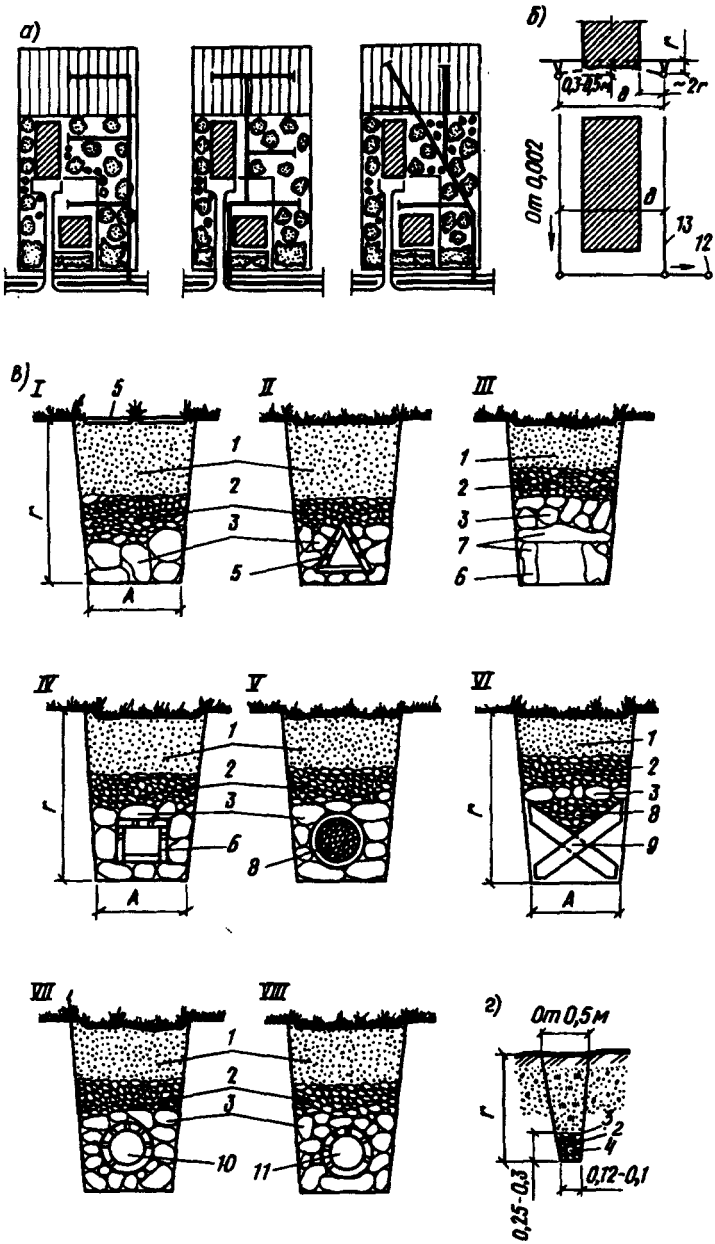
Рис. 8.30. Устройство водоотводной канавы вокруг дома



вдоль крыши и по водосточным трубам удаляться за пределы канавы.

Удалить воду из водоотводной канавы можно устройством дренажа (рис. 8.31). Для этого необходимо вдоль наружных стен дома вырыть канаву, дно которой должно находиться на уровне подошвы фундамента. Чуть ниже основания фундамента укладывают дренажные трубки параллельно стенам фундамента. Возможные варианты дренажной системы на дачном участке, дренажа вокруг здания и конструкции дрен приведены на рис. 8.31. Если фундамент выполнен из кирпича, то нижнюю часть штукатурят цементно-извесковым раствором. Дно канавы бетонируют, а затем забрасывают щебнем, гравием или другим дренажным материалом.

Если рядом со стеной дома проходит дорожка или дом расположен так, что около него нельзя выкопать канаву с наклонной стеной, то делают водоотводную канаву с опорной стеной (рис. 8.32), которая также обеспечивает отвод воды от фундамента. В этом случае около дома выкапывают канаву, на обнаженный фундамент наносят слой цементно-известкового раствора. На расстоянии от стены делают опорную стенку, заглубленную ниже дна вырытой канавы. Опорную стенку выполняют из камня на цементном или глиняном растворе. Ее выводят до уровня земли или несколько выше. Верхнюю часть стенки, выступающую над землей, можно выполнить из кирпича или


а)
б)
r
0,3-0,5м
в
2r
От 0,002
I
II
III
IV
V
VI
VII
VIII
г)
От 0,5м
0,25-0,3
0,12-0,1
A

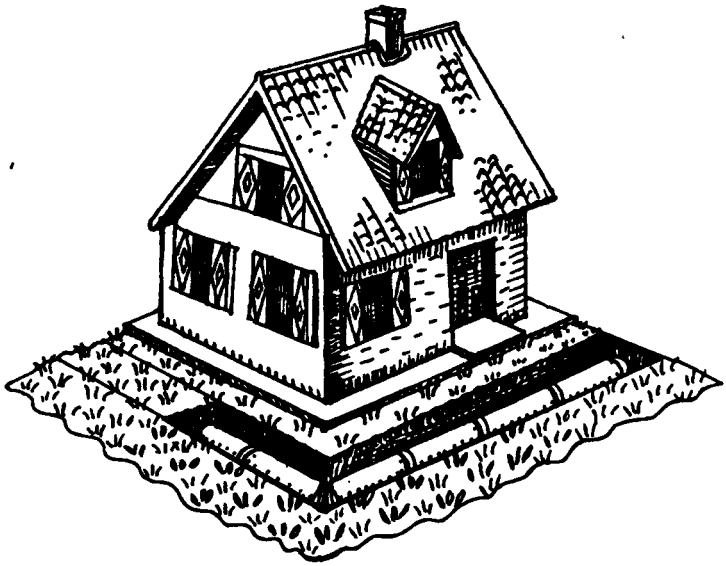


Рис. 8.31. Устройство дренажа

а — план дренажной системы земельного участка; *б* — план и разрез здания с расположением дрен вокруг дома; *в* — конструкции дрен; *г* — размеры дрен; *I* — дорожка-дренаж; *II* — дренаж с деревянным лотком; *III* — дренаж с лотком из крупных камней; *IY* — дренаж с лотком из деревянных досок; *Y* — фашинный дренаж-связка кустарника; *YI* — фашинный дренаж; *YII* — лоток из перфорированной асбестоцементной трубы; *YIII* — лоток-керамическая труба; *1* — песок; *2* — мелкий щебень или галька; *3* — крупный щебень; *4* — дрена; *5* — железобетонные плиты; *6* — антисептированные перфорированные доски; *7* — крупные камни; *8* — фашина; *9* — "козлы" из брусков; *10* — асбестоцементная труба; *11* — керамическая труба; *А, г* — ширина основания и глубина дрены; *12* — водосточный колодец; *13* — расположение дрен вокруг дома

другого материала или на нее поставить перила, поскольку глубина канавы достаточно большая.

Для отвода воды иногда устраивают вдоль дома кольцевой дренаж (рис. 8.33). Это значительно более трудоемкий путь, однако им приходится пользоваться при необходимости осушить дом в случае, когда почему-либо нельзя около дома вырыть канаву. Для устройства дренажа вдоль стен дома выкапывают яму, дно которой располагают ниже пола подвала. Подземную часть стены оштукатуривают слоем цементной штукатурки на 15—

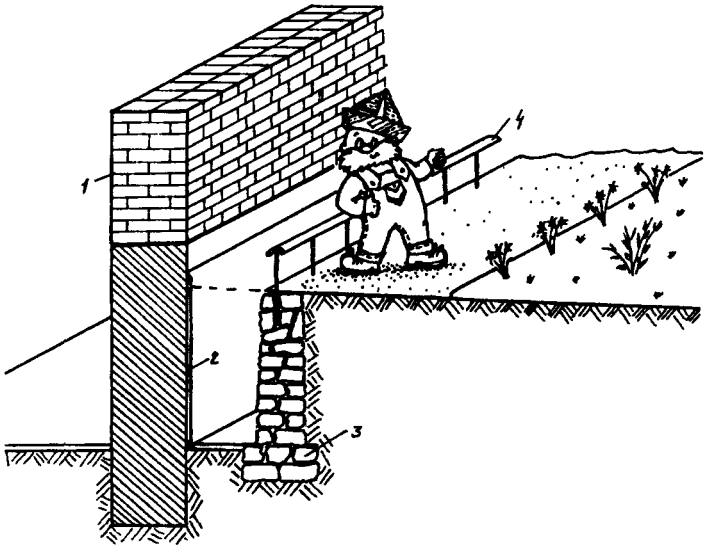


Рис. 8.32. Устройство водоотводной канавы с опорной стенкой
1 — стена; *2* — цементный раствор; *3* — опорная стенка; *4* — перила

20 см выше уровня земли. Затем около существующей стенки дома устраивают своего рода глиняный замок — слой глины толщиной 30—40 см, идущий от низа ямы до уровня поверхности земли. На дно канавы укладывают дренаж, а оставшееся пространство ямы засыпают также до поверхности земли. Сверху канаву вымащивают на всю ширину.

Уменьшить влажность материала стен подвальных помещений и, следовательно, повысить их теплозащиту можно путем устройства в стенах подвалов вентилируемых воздушных прослоек, полостей или каналов. Этот способ является достаточно эффективным, но требует больших затрат труда и времени.

Для устройства вентилируемой воздушной полости, осушающей подземную часть стены, вдоль всего дома или стены дома вырывают канаву, дно которой находится на 15 см ниже уровня пола подвала (рис. 8.34). На дне ямы делают фундамент из слоя бетона для опорной стены.

На расстоянии 15—20 см от наружной стены возводят опорную стенку толщиной 30 см, которая в нескольких

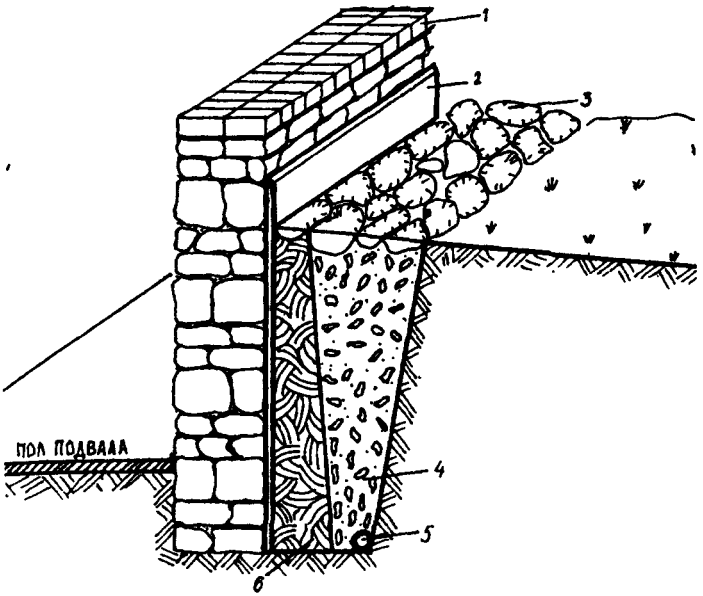


Рис. 8.33. Дренаж вдоль дома
1 — стена; *2* — цементный раствор; *3* — булыжник или бетонные плитки; *4* — гравий или щебень; *5* — дренаж; *6* — глина

местах опирается на фундамент. В кладке стены пробивают канал шириной 12—15 см и глубиной 15—20 см. Канал начинается на 5-10 см выше уровня фундамента и заканчивается около карниза. На другом конце кладки выбирают канал, который начинается под уровнем почвы и заканчивается на 40—50 см над уровнем почвы. В оба канала вставляют дренажные трубы. Обнаженная кладка должна быть очищена и оштукатурена цементно-известковым раствором. Воздушную полость между изоляционной стенкой и фундаментом перекрывают плитами.

Понизить влажность внутри помещения можно устройством внутренней воздушной прослойки (рис. 8.35). При этом сначала с поверхности старой стены отбивают штукатурку, затем ее зачищают стальной щеткой. Потом для новой стены устраивают бетонный фундамент шириной 15—30 см. Чтобы влага не проникала в новую сухую стенку, на фундамент укладывают гидроизоляцию из двух слоев

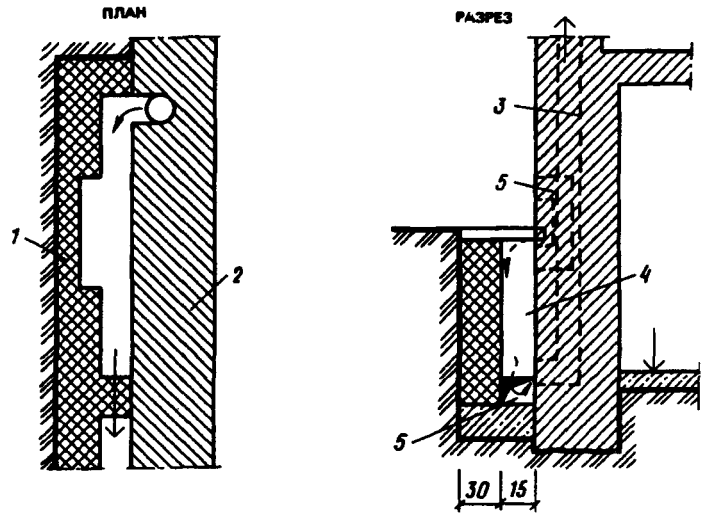


Рис. 8.34. Осушение подземной части стены путем устройства вентилируемой воздушной полости

1 — опорная стенка; *2* — осушаемая стена; *3* — вентиляционный канал; *4* — воздушная прослойка; *5* — вентиляционное отверстие

рубероида или толя, асфальта или мастики. Затем на расстоянии 5—10 см от старой влажной стены возводят новую кирпичную стену толщиной в $^1/_4$ или $^1/_2$ кирпича. Если стену делают в $^1/_4$ кирпича, то ее закрепляют кирпичами через каждые 0,9—1,2 м. Эти кирпичи укладывают перпендикулярно старой стене. В стыках между старой мокрой стеной и новой должна быть сделана гидроизоляция из асфальта, битума или мастики.

Для обеспечения постоянного проветривания воздушной прослойки между стенками в углах новой стены около пола делают специальные вентиляционные отверстия, имеющие размеры 8х8 см — 15х15 см. В старой стене устраивают вентиляционный канал, начинающийся у внутренней поверхности старой стены в верхней части воздушной прослойки и имеющий выход на наружной стороне стены под крышей. В вентиляционные отверстия устанавливают проволочную оцинкованную сетку.

Повысить теплозащитную способность влажных, мокрых стен подвальных этажей можно устройством каналов,

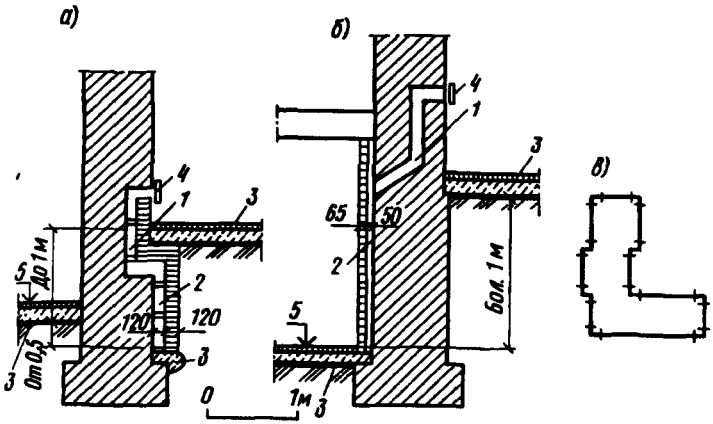


Рис. 8.35. Устройство вентилируемой полости с внутренней стороны подвала

а — при заглублении до 1 м; *б* — при большем заглублении; *в* — расположение вентиляционных решеток по контуру здания; *1* — канал, пробиваемый в стене; *2* — воздушная щель; *3* — бетонное основание; *4* — вентиляционная решетка; *5* — отметка пола аэрируемого этажа; *б* — расположение вентиляционных решеток по контуру здания

осушающих стену. Их выбивают с наружной стороны стены под углом 10—15° к поверхности пола (рис. 8.36). Каналы размещают в шахматном порядке на расстоянии 0,8—1 м друг от друга. Их можно пробить отбойным молотком, долотом или пробойником снаружи, не доходя до поверхности стены на 20 см. В пробитые отверстия заподлицо с наружной штукатуркой или поверхностью устанавливают дренажные трубки диаметром 5—6 см. Снаружи отверстия можно закрыть проволочной сеткой. Осушение происходит наружным воздухом, проникающим в канал. Насыщаясь влагой и охлаждаясь, воздух становится более "тяжелым" и "стекает" по дренажной трубке наружу, в то время ак его место занимает более легкий сухой наружный воздух, поднимающийся вверх по наклонному каналу.

Для осушения кладки можно использовать и другую систему, состоящую из горизонтально пробитых с внутренней стороны маленьких каналов — дренажных отверстий, соединенных одним наклонным ломаным каналом. Маленькие каналы пробивают с внутренней стороны на

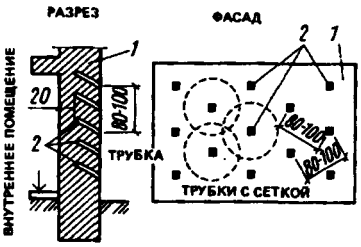


Рис. 8.36. Устройство осушающих каналов в стене с наружной стороны
1 — осушаемая стена; *2* — каналы

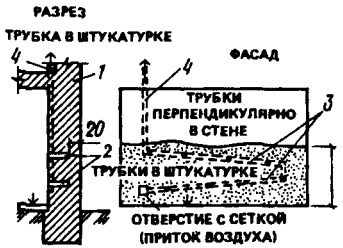


Рис. 8.37. Устройство осушающих каналов в стене с внутренней стороны
1 — осушаемая стена; *2* — дренажные отверстия; *3* — ломаный канал; *4* — вертикальный отводной канал

глубину стены, не доходя 20 см до наружной поверхности. Их делают диаметром 5—6,5 см и располагают в шахматном порядке на расстоянии 0,6—1 м друг от друга (рис. 8.37).

Перед пробивкой каналов на внутреннюю поверхность стены наносят контуры ломаного канала и местоположение дренажных отверстий. Ломаный канал должен начинаться около одного угла стены на высоте 20 см от пола и постоянно подниматься к другому углу стены на высоту 30—60 см, идти вертикально вверх и опять плавно подниматься по поверхности стены и т.д. Канал должен заканчиваться под желобом или на крыше. Затем на разметке выбивают канал глубиной 7—10 см и отверстия, в которые вкладывают дренажные трубки. Канал оштукатуривают известковым раствором, обеспечивая плотный стык трубок. Выходящий наружу конец канала должен быть закрыт проволочной сеткой. Если он выходит на крышу, то его защищают от проникания дождя.

Описанная система дренажа может иметь один или несколько вертикальных отводных каналов, количество которых зависит от влажности стены: чем она мокрее, тем больше каналов надо делать.

Повысить теплозащитные качества ограждающих конструкций подвала — стен и цокольных перекрытий — можно не только их осушением, но и устройством дополнительного слоя утеплителя. Как уже отмечалось, для теплоизоляции стен подвалов лучше всего подходит пенопласт, имеющий малый коэффициент теплопроводности и

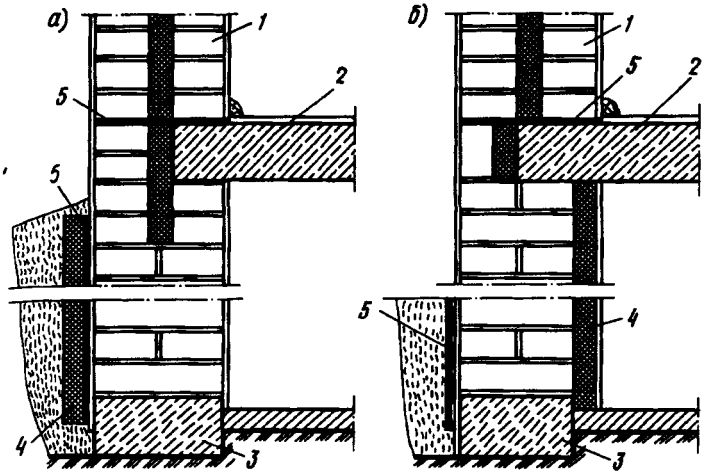


Рис. 8.38. Утепление стен подвалов пенопластом с наружной (*а*) и внутренней стороны (*б*)
1 — стена; *2* — фундамент; *3* — перекрытие; *4* — гидроизоляция; *5* — слой пенопласта

плохо поглощающий воду. Благодаря этому его можно использовать для повышения теплозащиты в сырых местах, для утепления подвалов с наружной и внутренней стороны (рис. 8.38).

Утеплить цокольное перекрытие можно плитами из пенопласта или минеральной ваты, а также устройством засыпки (рис. 8.39, 8.40). При дощатых полах по деревянным лагам засыпку керамзитового гравия, шлака или укладку минераловатных плит делают в пространстве между лагами. Толщина слоя утеплителя должна быть такой, чтобы над ним образовалась небольшая воздушная прослойка, вентиляция которой осуществляется через щелевые плинтусы. Плиты из пенопласта можно установить на плиту перекрытия (см. рис. 8.40). В этом случае поверх пенопласта необходимо сделать стяжку из цементного раствора, защищающую утеплитель и выравнивающую поверхность, на которую затем настилают полы. При расположении утеплителя под плитой перекрытий (см. рис. 3.40,*б*) достаточно только оштукатурить его поверхность со стороны подвала.

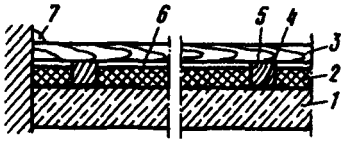


Рис. 8.39. Утепление перекрытий с дощатыми полами по деревянным лагам, засыпным утеплителем или минеральной ватой

1 — плита перекрытия; *2* — минераловатные плиты или насыпной утеплитель (керамзитовый гравий шлак и др.); *3* — дощатый пол; *4* — прокладка из толя или рубероида; *5* — деревянная лага; *6* — воздушная полость; *7* — щелевой плинтус

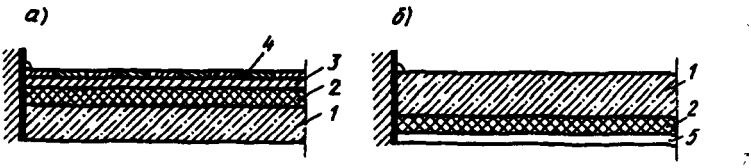


Рис. 8.40. Утепление перекрытия плитами из пенопласта

1 — плита перекрытия; *2* — плиты из пенопласта; *3* — цементная стяжка; *4* — покрытие пола; *5* — штукатурка

Особое внимание следует обратить на выполнение узла опирания балки на стену. Большинство стен, защищающих помещения от холода, выполняют из материалов, имеющих меньший коэффициент теплопроводности, чем железобетонные несущие балки перекрытий [у кирпичной стены $\lambda = 0{,}81$ Вт/(м·°С), у керамзитобетонной панели $\lambda = 0{,}65$ Вт/(м·°С), у железобетона $\lambda = 2{,}04$ Вт/(м·°С)]. Поэтому в месте опирания балки теплозащитные качества стены резко ухудшаются, а количество тепла, поступающего по теплопроводной балке, у железобетона увеличивается (рис. 8.41). Это вызывает понижение температуры стены, потолка, пола в углах помещения, увеличивается вероятность выпадения конденсата и отсыревания помещений. В связи с этим возникает необходимость в утеплении стыка.

Пространство между наружной стенкой и железобетонной балкой утепляют кусками пенопласта (рис. 8.42,*а*). Если позволяет конструкция стеновой панели или стенового блока, все пространство от наружной поверхности стены

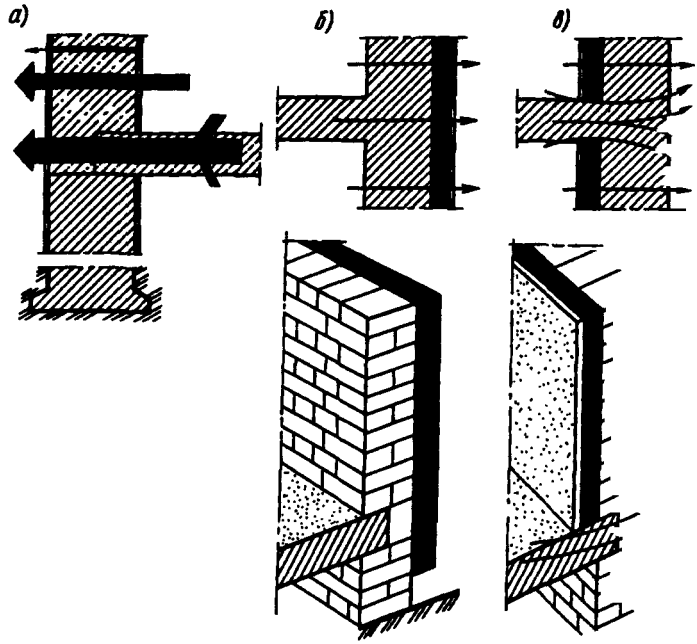


Рис. 8.41. Теплопотери, происходящие через стену и через узел сопряжения балки перекрытия со стеной
а — без утепления; *б* — при утеплении снаружи; *в* — при утеплении изнутри

нужно заполнить пористым материалом типа пенопласта, а затем выполнить штукатурку стены по сетке (рис. 8.42,*б*). Можно также утеплить стык кусками пенопласта или минеральной ватой, а с наружной поверхности стык отделать керамическими камнями с пустотами (рис. 8.42,*в*).

На рис. 8.43 приведена схема утепления узла сопряжения цокольного перекрытия со стеной, позволяющая максимально повысить теплозащиту подвального помещения утеплением перекрытия над подвалом теплоизоляционными плитами, полости стыка — кусками пенопласта, а участок подвальной стены в зоне опирания балки — блоками из керамзитобетона.

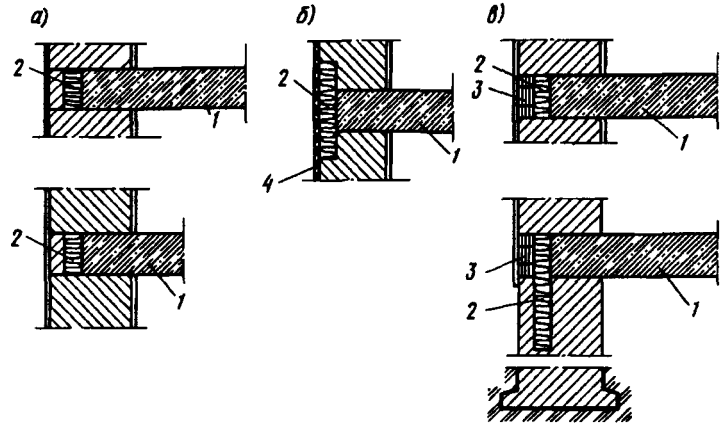


Рис. 8.42. Утепление узла сопряжеиия железобетонной балки с иаружной стеной

а — пенопластом внутри стыка; *б* — пенопластом с наружной стороны стыка; *в* — минеральной ватой или пенопластом с облицовкой керамическимн камнями; *1* — железобетонная балка; *2* — утеплитель; *3* — керамическне камни; *4* — штукатурка по сетке

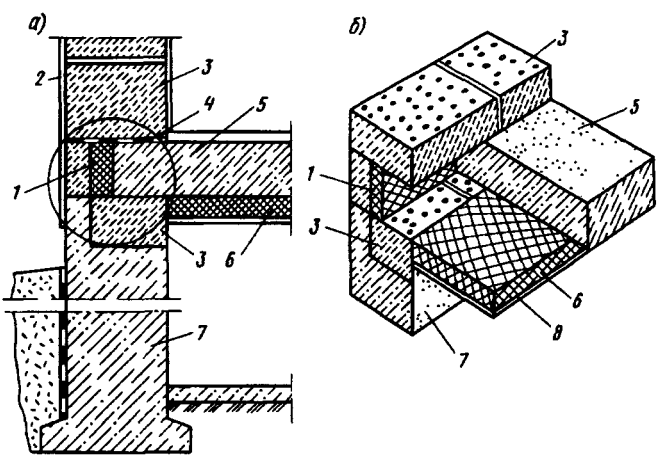


Рис. 8.43. Утепление цокольного перекрытия над подвалом

а — разрез; *б* — фрагмент узла; *1* — утепление пенопластом; *2* — наружный отделочный слой; *3* — стеновой блок из керамзитобетона; *4* — гидроизоляция (цементный раствор); *5* — железобетонное перекрытие; *6* — плитиый утеплитель (пенопласт); *7* — бетонная стена подвала; *8* — штукатурка



ГЛАВА 9. СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ В ЖИЛЫХ ДОМАХ

Если все конструкции дома — стены, пол, окна, крыша — сделаны надлежащим образом и обладают хорошими теплозащитными качествами, то при любой системе отопления в доме будет долго держаться тепло.

Существуют различные способы отопления индивидуальных домов. В малоэтажных зданиях наиболее распространено *печное отопление.* Печи бывают большой (топка 1 раз в сутки), средней (топка 2 раза в сутки) и малой (требуется непрерывная топка) теплоемкости. Печи большой и средней теплоемкости чаще всего выкладывают из керамического кирпича и делают прямоугольными, круглыми или к вадратными. Важно, чтобы кирпич был правильной формы и нормально обожжен. Наружные поверхности печи отделывают изразцами или оштукатуривают. К печам малой теплоемкости относятся чугунные времянки и камины. Иногда наряду с керамическим (красным) кирпичом применяют листы кровельной стали, в них печь находится, как в футляре.

В зависимости от системы устройства дымооборотов печи делятся на одноканальные, многоканальные и бесканальные.

Равномерный прогрев наружной поверхности по всему периметру обеспечивают печи с одним восходящим и несколькими нисходящими каналами, в которые продукты горения поступают одновременно из горизонтального распределительного канала.

Общая длина прохождения газов по дымооборотам не должна превышать 6 м. Для увеличения теплоотдающей поверхности рекомендуется между основанием и топкой в поперечном направлении печи устраивать шанцы (сквозные

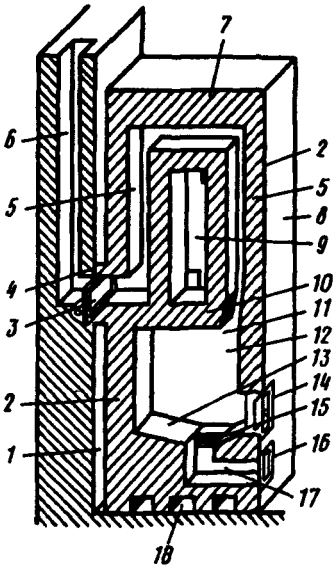


Рис. 9.1. Отопительная печь
1 — отступка; *2* — тепловоспринимающая поверхность; *3* — задвижка; *4* — патрубок; *5* — дымообороты; *6* — дымоход; *7* — перекрышка; *8* — теплоотдающая поверхность; *9* — тепловоздушная камера; *10* — свод печи; *11* — хайло; *12* — топочное пространство; *13* — под; *14* — топочная дверца; *15* — колосниковая решетка; *16* — поддувальная дверца; *17* — поддувало; *18* — шанцы

отверстия) размером 13х13 или 18х13 см, а перекрышу выполнять на расстоянии 35—50 см от перекрытия (рис. 9.1). Очень важно расположение печи: ее следует поставить так, чтобы она отапливала две или три комнаты и могла использоваться для приготовления пищи. Печи массой до 700 кг и кухонные очаги часто устанавливают прямо на полу, но при этом необходима защита деревянных перекрытий от возгорания. Фундамент под печь должен быть отделен от фундамента дома и расположен на расстоянии не менее 5 см от фундамента стены здания. Пространство между фундаментами следует засыпать песком и покрыть двумя слоями толя или рубероидом на мастике. Ширина и длина фундамента под печь должна быть на а5—10 см больше ее размеров. При примыкании печи к стене здания между стеной и печью следует оставлять свободное пространство в 13 см для увеличения площади теплоотдающей поверхности.

Топку надо выводить в общую комнату или подсобное помещение. Кирпичную стенку с дымовыми каналами (так называемый щиток) часто присоединяют к кухонной плите. В этом случае она может обогревать смежные помещения (например, туалет или чулан).

Топливник (топочная камера) является наиболее ответственной частью печи, так как от его размеров и качества исполнения зависит работа печи. Рекомендуются топки с колосниковой решеткой и поддулом. Не следует делать топку широкой с плоским подом, оптимальная ширина топки 20—25 см в малых печах и 30—38 см — в больших. Нельзя укладывать колосниковую решетку в непосредственной близости от дверок. При несоблюдении этих условий происходит неравномерное горение, поступает излишнее количество воздуха, топочное пространство охлаждается и увеличивается расход топлива.

Кладка печей ведется на глинопесчаном растворе, который готовится за несколько (не менее двух-трех) суток до начала работы. В металлическом или деревянном корыте мелкие кусочки глины замачивают (чем дольше будет мокнуть, тем лучше) и затем пропускают через сетку с ячейками 3—5 мм.

Делая глиняный раствор, надо отдельно просеять глину и песок, а затем еще раз процедить раствор. Количество песка, добавляемого в клину, зависит от ее жирности. Рекомендуется глинопесчанный раствор в пропорции 1:1 (при тощей глине) и 1:3 или 1:4 (при жирной глине). Тощий раствор не прочен, слишком жирный — трескается. Нормальный по жирности раствор не трескается и крепко связывает кирпичи. Поэтому, приготовив глину и добавив в нее воду (глиняное тесто должно иметь консистенцию густой сметаны), необходимо проверить потребность в песке.

Это делается старым "дедовским" способом. Берется деревянна палка. Если раствор ее сильно обволакивает, значит он слишком жирный и к нему надо добавить глины.

Чтобы проверить качество глиняного раствора, из него надо скатать шарик диаметром 5 см и слепить лепешку толщиной 1 см и диаметром 10 см. Высохнув при комнатной температуре, они не должны иметь на своей поверхности трещин, а шарик, брошенный с высоты 1 м, не должен рассыпаться. Только в этом случае раствор годится для кладки.

Толщину горизонтальных швов делают 5 мм, вертикальных — 10 мм. Перед укладкой сухого глиняного кирпича его вымачивают 1—3 мин, а огнеупорный ополаскивают. Перед началом работы кирпич рассортировы-

вают по размерам: отдельно укладывают целый, трехчетвертной кирпич, половинки и четвертушки.

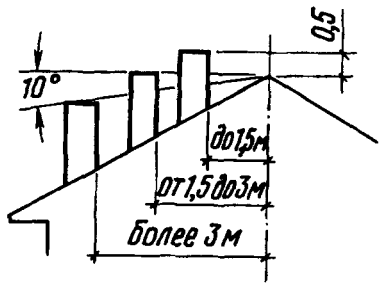
После предварительной сухой раскладки кирпичей в каждом ряду начинают кладку на растворе. Важно не допустить в процессе кладки отклонений стен от вертикали и горизонтали. Для этого по углам печи устанавливают рейки-порядовки с разметкой каждого ряда через 7 см.

Надо стремиться к перевязке вертикальных швов в каждом ряду, хотя это довольно трудоемко, так как перевязка необходима не только в продольном, но и в поперечном направлении. Допустимо, чтобы вертикальные швы совпали в нескольких местах в двух-трех смежных рядах. Не рекомендуется горизонтальное армирование кладки металлической проволокой, так как металл, расширяясь от тепла больше, чем кирпич, может разрушить кладку. Поэтому рамки топочных дверок заполняются асбестовым шнуром. Для кирпичной стенки, ограждающей топочное пространство и дымоходы, рекомендуется толщина в полкирпича (12 см). Большая толщина слишком тяжела, меньшая — ослабляет конструкцию печи и усложняет перевязку швов. При толщине стенки в полкирпича по противопожарным требованиям необходим наружный металлический кожух из кровельной стали, который устанавливают на 5—6 см от трубы и засыпают шлаком.

Для отвода дыма от печей в кладке внутренних стен делают дымоходы (вертикальные каналы, заканчивающиеся дымовыми трубами). В деревянных домах дымовые трубы ставят непосредственно над печью. От высоты дымовой трубы зависит тяга в печи, поэтому она должна быть не менее 5 м, считая от колосниковой решетки (или пода печи) до верха дымовой трубы. Для хорошей тяги необходимо, чтобы внутренние стенки трубы и дымовых каналов были возможно более гладкими. Поэтому их тщательно швабрят, растирая шероховатости, оставленные глиной.

Очень важно расположение трубы: она должна быть как можно ближе к коньку. Если труба находится от конька на расстоянии до 1,5 м, то она должна возводиться так, чтобы ее верхняя часть (оголовок) была бы выше конька не менее чем на 50 см. Если между трубой и коньком расстояние 1,5—3 м, то оголовок трубы может быть на одном уровне с коньком. При расстоянии от конька до

Рис. 9.2. Определение высоты трубы



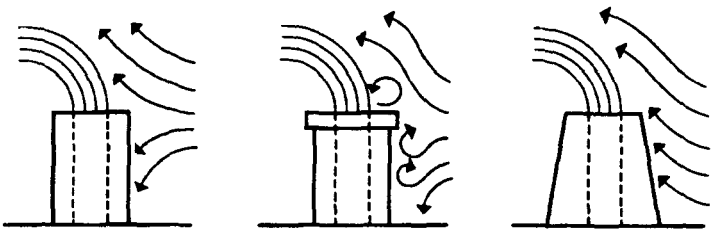


Рис. 9.3. Различные конфигурации труб

трубы 3 м оголовок может быть на одной прямой линии, проведенной под углом 10° к горизонту от конька (рис. 9.2).

На тягу в печи, помимо высоты и положения трубы, влияет ветер, а также деревья и рядом стоящие высокие здания. Уменьшить отрицательное влияние ветра можно, скашивая наклонные плоскости трубы. Для этого на верх трубы кладут цементный раствор, разравнивают его под углом 45° и заглаживают. Иногда на трубе устанавливают металлический колпачок со скошенными плоскостями. Удаляясь о наклонные поверхности на трубе, ветер меняет свое направление, не попадает в трубу, а направляется вверх. Конструкция трубы, имеющей форму обрезанной пирамиды, позволяет предотвратить задувание в трубу (рис. 9.3).

По дымовой трубе проходят горячие газы, иногда с искрами, что создает возможность пожара, особенно если

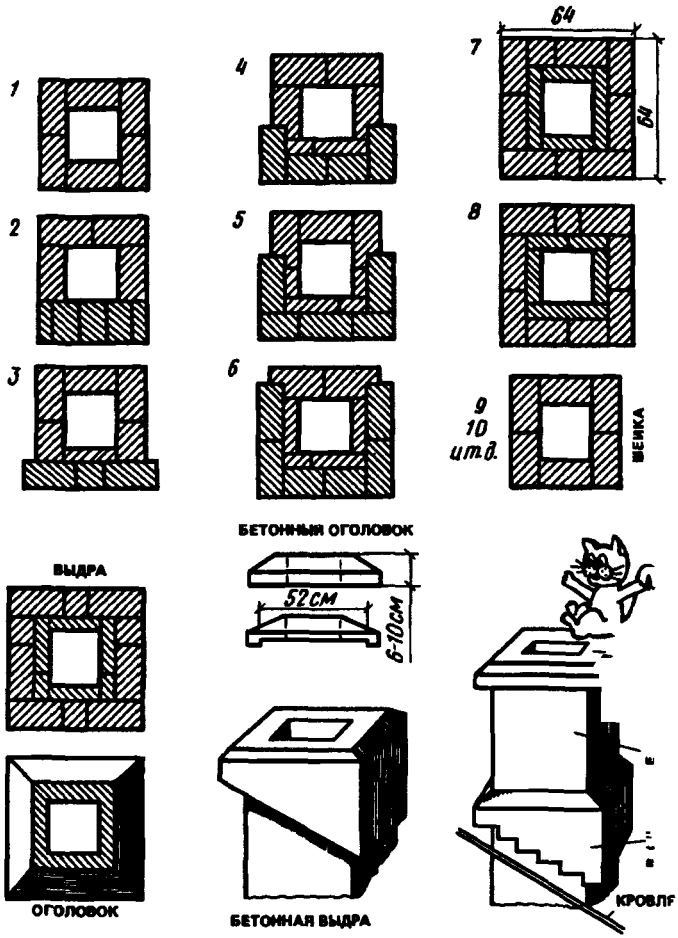


Рис. 9.4. Кладка выдры, шейки и оголовка трубы
1—10 — ряды кладки

в кладке трубы окажутся трещины. Поэтому трубу следует класть особенно внимательно, полностью заполняя раствором швы, а после кладки обязательно побелить два раза известью или мелом. На белой трубе легче заметить трещины и выходящую из них копоть. Неисправность надо тотчас же устранить, так как дым с сажей

Таблица 9.1. **Площадь сечения каналов труб в зависимости от теплоотдачи печей**

Теплоотдача печей, Вт	Размер в кирпичах	Размер и площадь каналов	
		см	см²
До 3489	$^1/_2$ x $^1/_2$	13x13	169
От 3489 до 5234	$^1/_2$ x $^3/_4$	13x19	247
От 5234 до 6978	$^3/_4$ x $^3/_4$	19x19	361
Св 6978	$^3/_4$ x 1	19x26	494

насыщаясь оксидом углерода, приобретает неприятный запах и вреден для здоровья. К тому же сажа засоряет трубу и каналы.

Между сгораемыми конструкциями и "дымом" (т.е. внутренней поверхностью печи или дымового канала) должно быть расстояние в $1^1/_2$ кирпича (38 см). Это расстояние можно уменьшить до одного кирпича (25 см), если конструкция защищена от возгорания обивкой из асбестового картона или двумя слоями войлока, пропитанного в глиняном растворе. Но и в этом случае для большей безопасности расстояние в 38 см рекомендуется сохранить.

В зависимости от размера печи трубы кладут в пять кирпичей с отверстием дымового канала 26x13 см или в шесть кирпичей с отверстием дымового канала 26x26 см, а также других размеров при строгом соблюдении перевязки швов. В месте прохождения трубой перекрытия делают так называемую "распушку", а при выходе за кровлю — "выдру" (утолщение). Назначение последней — отводить дождевые и талые воды от трубы (рис. 9.4).

Выше кровли трубу выкладывают на известковом, известково-цементном или цементном растворе, им же и оштукатуривают.

В зависимости от теплоотдачи печей каналы дымовых труб могут иметь разное сечение (табл. 9.1).

Одной печью можно обогреть четыре комнаты, две из которых в этом случае должны быть проходными. Однако чаще всего одной печью обогревают три комнаты, из которых одна проходная. Чем на большее количество комнат рассчитана печь, тем больше ее размеры.

Таблица 9.2. **Площадь поверхности печи в зависимости от площади отапливаемых помещений**

Площадь помещения, м²	Площадь поверхности печи, м², для помещения			
	не углового	с одним углом	с двумя углами	с прихожей
8	1,25	1,95	2,1	3,4
10	1,5	2,4	2,6	4,5
15	2,3	3,4	3,9	6
20	3,2	4,6	5,2	–
25	4,6	6,9	7,8	–

Боковые стенки печи, как правило, выделяют больше тепла, чем передняя и задняя. Это обстоятельство следует учитывать при расположении печи для отапливания той или иной комнаты.

При выборе размеров печи можно воспользоваться данными табл. 9.2 или рис. 9.5.

Сложенную печь перед отделкой просушивают естественной сушкой с открытыми дверцами и задвижками и протапливают легким огнем в течение 30—40 мин.

На рис. 9.6 и 9.7 показаны традиционные отопительные печи с теплоотдачей 2200 и 4650 Вт. Подобные печи индивидуальной застройщик может сложить своими руками. Более сложна в кладке отопительно-варочная печь типа "шведка" (рис. 9.8). Обычно такую печь ставят в небольших домах, где нет стационарного кухонного оборудования для подогрева воды и приготовления пищи.

При установке печей необходимо устраивать разделки и отступки в местах, где печь, дымовые трубы или ды-

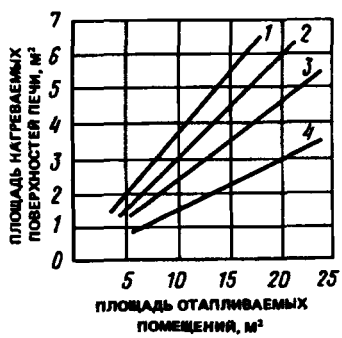


Рис. 9.5. График для подбора печей
1 — прихожая; *2* — помещения с двумя углами; *3* — помещения с одним углом; *4* — неугловые помещения

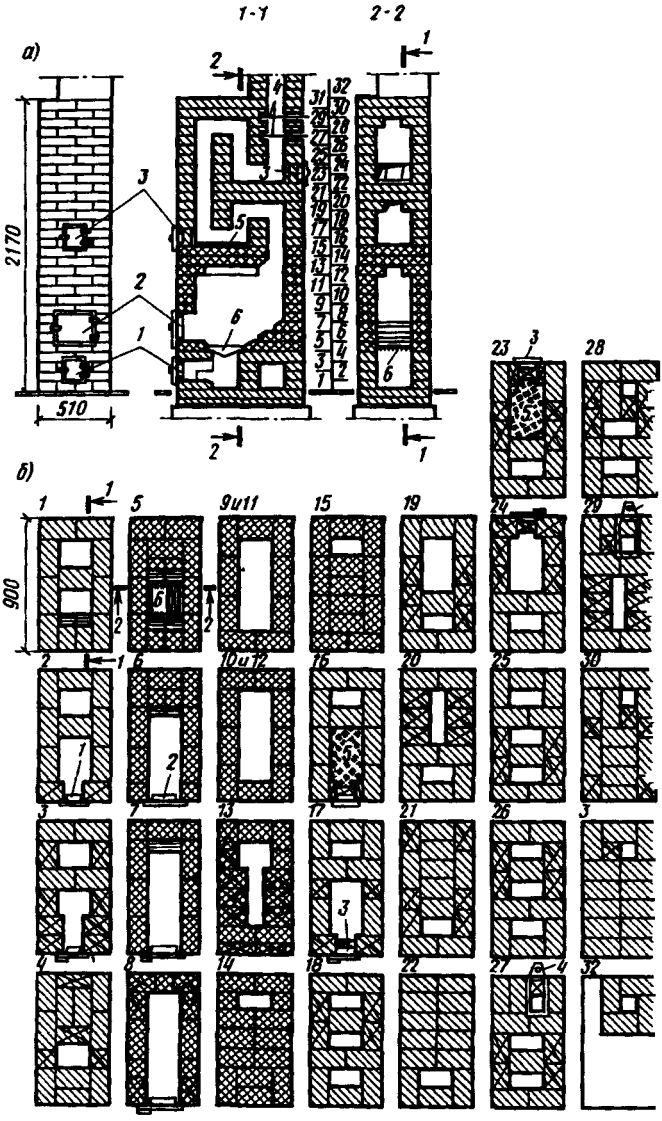
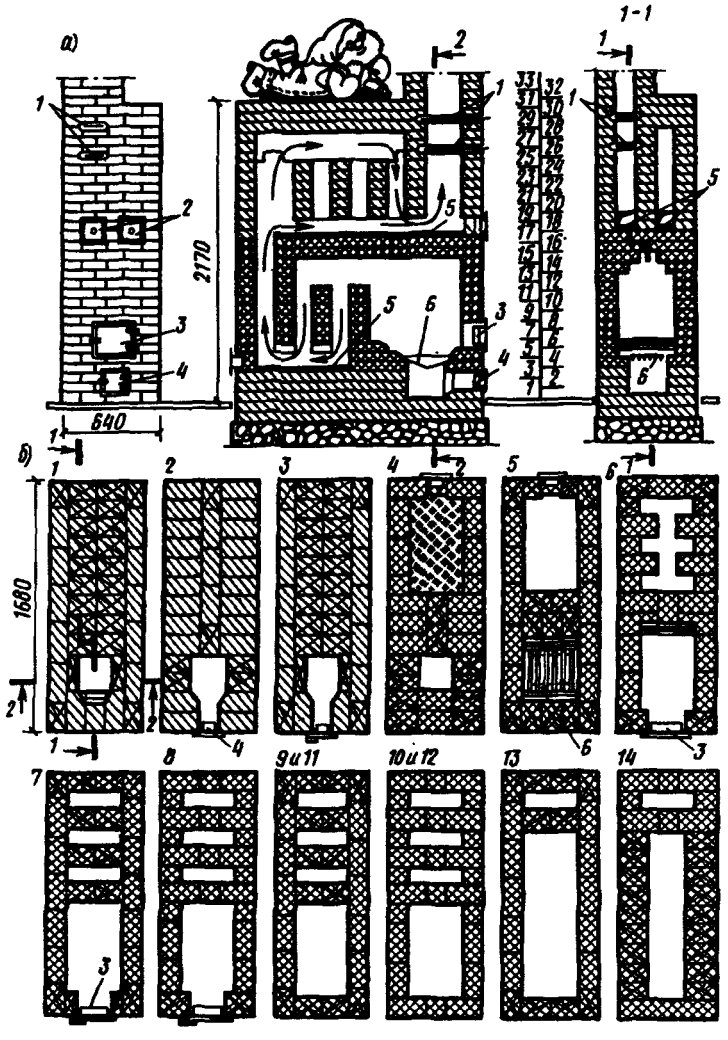


Рис. 9.6. Отопительная печь с теплоотдачей 2200 Вт

а — общий вид и разрезы; *б* — ряды кладки; *1* — поддувальная дверца; *2* — топочная дверца; *3* — прочистка; *4* — задвижка; *5* — глиняная обмазка; *6* — колосники



мовые каналы соприкасаются с деревянными перекрытиями, стенами и перегородками. Разделками называются утолщения в кладке печей и дымоходов, создающие малотеплопроводный слой между нагретой пастью печи и легковоспламеняющимися элементами. Отступка — это зазор между перегородкой и нагретой частью печи или дымохода.

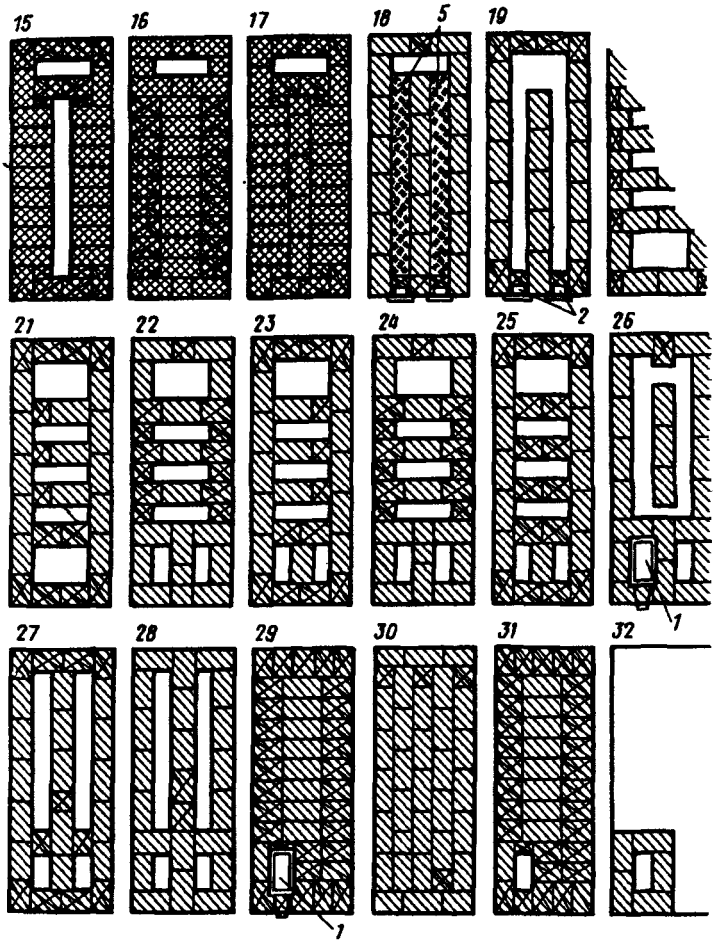


Рис. 9.7. Отопительная печь с теплоотдачей 4650 Вт
а — общий вид и разрезы; *б* — ряды кладки; *1* — задвижка; *2* — прочистка; *3* — топочная дверца; *4* — глиняная замазка; *5* — колосники

Печь топят с одно- или двухразовой загрузкой дров. Сжигать дрова небольшими порциями на малом огне неэкономично: увеличивается расход топлива, возрастают теплопотери. Интенсивность топки можно регулировать поддувальной дверцей и дымовой задвижкой (шибером), уменьшая или увеличивая их проходные отверстия.

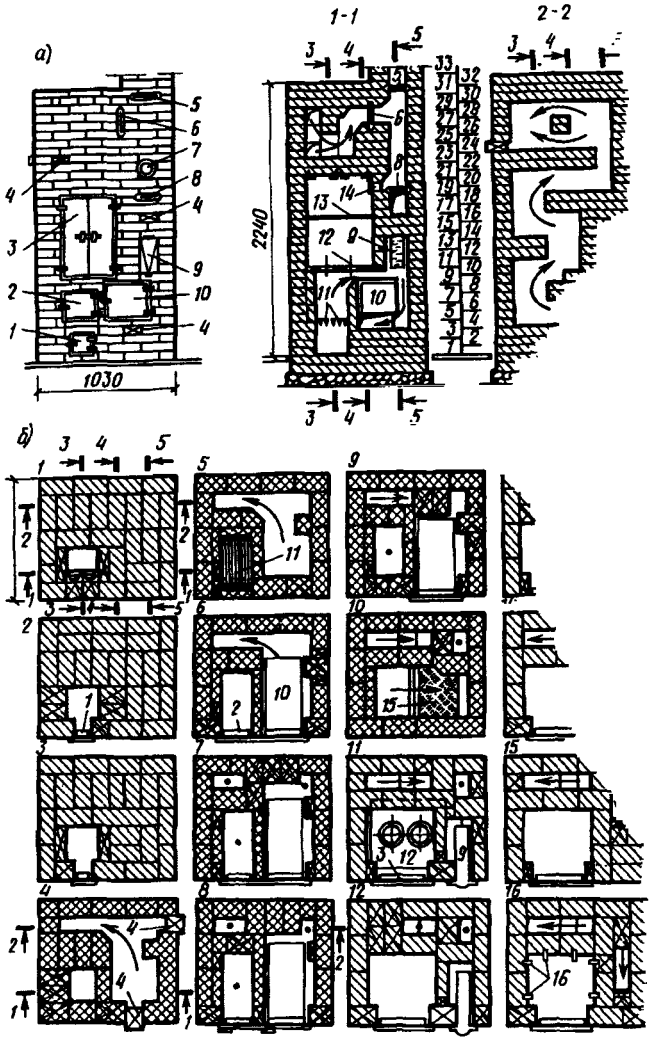
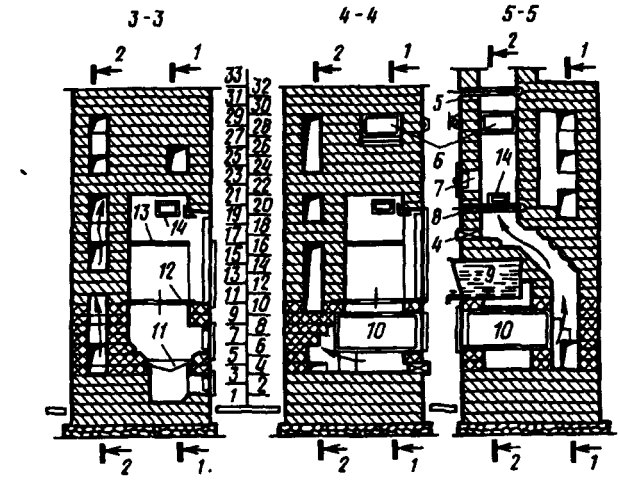
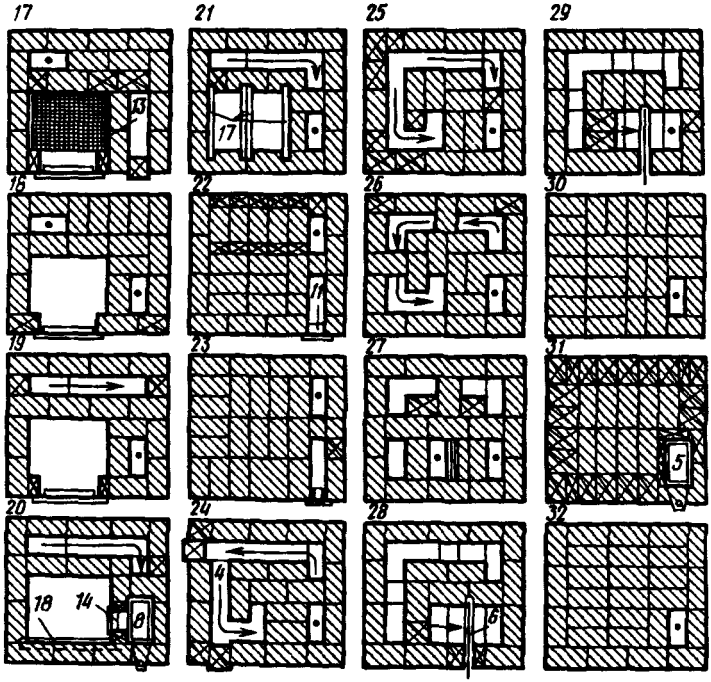


Рис. 9.8. Отопительно-варочная печь типа "шведка"

а — общий вид и разрезы; *б* — ряды кладки; *1* — поддувальная дверца; *2* — топочная дверца; *3* — дверца варочной камеры; *4* — прочистка; *5* — задвижка общая; *6* — задвижка зимнего хода; *7* — самоварник; *8* — задвижка летнего хода; *9* — водогрейная коробка; *10* — духовка; *11* — колосники; *12* — плита; *13* — металлическая сетка в рамке; *14* — вытяжка из варочной камеры; *15* — глиняная обмазка; *16* — полкодержатели; *17* — уголковая сталь 50х50 500 мм; *18* — уголковая сталь 50х50 650 мм


3-3
4-4
5-5
2
1
13
14
12
11
10
5
6
7
8
4
9
2
1.


17
21
25
29
15
22
26
30
19
23
27
31
5
20
24
28
32
18
14
8
4
6

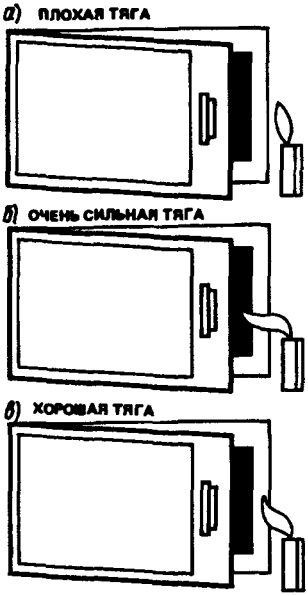


Рис. 9.9. Определение интенсивности тяги по отклонению пламени свечи

Проверить интенсивность тяги в печи можно с помощью горящей свечи. ее надо поднести к несильно открытой топочной дверце (рис. 9.9) и проследить за отклонением пламени. Оптимальной является тяга, при которой пламя отклоняется сантиметра на два. Если свеча горит практически вертикально, то тяга слишком слабая. При плохой тяге следует прочистить дымоходные каналы, удалив через прочистные отверстия накопившуюся сажу. Если пламя сильно отклоняется и как бы "ложится", это свидетельствует о чрезмерной тяге, при которой топливо будет сгорать быстро и все выделевшееся от него тепло будет тут же удаляться через трубу наружу.

В деревянных и в дачных поселках вместо печного часто используют водяное отопление. Оно просто и надежно в эксплуатации и не требует больших единовременных затрат. Топливом могут служить дрова, керосин, каменный уголь, разного рода брикеты, природный газ.

Для оборудования водяного отопления необходимы котел, нагревательные приборы (радиаторы), трубы, расширительный сосуд, запорно-регулирующая арматура (краны, вентили).

Система не требует специальных циркуляционных насосов и рассчитана на естественную циркуляцию из-за разницы по массе холодной и горячей воды. Поэтому котел лучше поставить ниже отопительных приборов. Это увеличит циркуляционное давление в системе и даст возможность изменить диаметры трубопроводов. В двухэтажных домах циркуляционное давление значительно выше, чем в одноэтажных, и система отопления более надежна.

Если котел нельзя разместить ниже нагревательных приборов, то для дополнительного повышения циркуляционного давления в сети его располагают на одном уровне с радиаторами или чуть выше. При такой установке вода циркулирует исключительно в результате своего охлаждения в трубопроводах. Чем больше она охлаждается, тем сильнее циркуляция, и наоборот.

Трубы системы, проходящие в жилых комнатах и кухне, должны быть открыты; изолируют лишь главный стояк, идущий от котла, расширительный бак (если он находится на неотапливаемом чердаке) и трубу, ведущую к нему. Если не изолировать стояк, то в помещении будет очень жарко, так как котел выделяет слишком много теплоты.

При устройстве водяного отопления применяют одно- или двухтрубную систему, а также их комбинацию. В одноэтажных домах обычно монтируют двухтрубную систему отопления с прокладкой разводящей магистрали у потолка, а обратной — у пола или в подпольных каналах (рис. 9.10). Если в доме имеется подвал или утепленное подполье, обратная магистраль может быть проложена по их стенам у потолка. Чтобы не ухудшать интерьер отапливаемых помещений, двухтрубную систему иногда устраивают с нижней разводкой, т.е. располагают разводящую магистраль на уровне чуть ниже подоконников и устанавливают нагревательные приборы в специальных нишах. Это несколько уменьшает циркуляционное давление, поэтому нижнюю разводку лучше применять в тех случаях, когда генератор теплоты (котел) находится в подвале или когда отапливаемое помещение расположено в двух уровнях.

Горячую и обратную линии прокладывают с уклоном 3—5 мм на 1 м по направлению движения воды в трубопроводах. Это обеспечивает свободный выход воздуха в

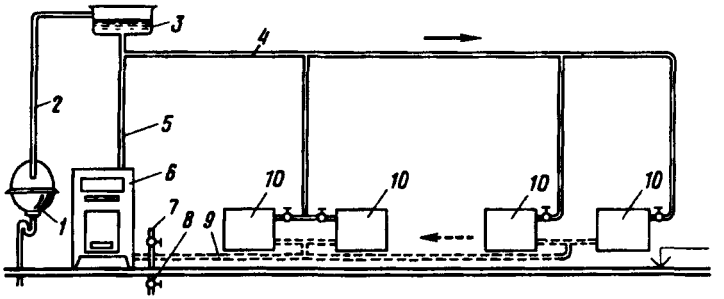


Рис. 9.10. Водяное отопление с прокладкой горячей линии под потолком, а обратной — у пола

1 — раковина; *2* — переливная линия от расширителя; *3* — расширительный бак; *4* — горячая разводящая линия; *5* — стояк; *6* — котел; *7* — водопровод для наполнения и подпитки системы водой; *8* — патрубок; *9* — обратная линия; *10* — отопительные приборы

расширительный бачок, а также беспрепятственный спуск воды из системы через кран, расположенный в самой нижней ее точке.

Котлы делают из стали, чугуна или других материалов. В зависимости от конструкции их устанавливают отдельно или встраивают в печь. Иногда это делают в комбинации с кухонной плитой.

От котла вверх идет главный стояк, на котором располагают расширительный сосут (бак). Это значительно увеличивает объем воды при ее нагревании. Форма и объем бака могут быть различными. В зависимости от площади жилого дома его объем колеблется от 20 до 45 л, а полезный — от уровня подключения горячей магистрали к сосуду до уровня переливной (воздушной) трубы. Бак размером 25х40 см и высотой 30 см лучше ставить в комнате или на хорошо утепленном чердаке. Это предотвратит расширительный сосуд от замерзания воды.

Изготовляют его из листовой 2—3-миллиметровой стали и отрезка трубы большого диаметра. Внутри и снаружи его окрашивают масляной краской, сверху закрывают крышкой. К баку подключают переливную трубу или воздушную линию без вентиля, необходимую для того, чтобы расширившаяся при нагревании вода не выливалась на пол, а направлялась в канализацию. На расширительном сосуде (баке) желательно укрепить указатель уровня воды. Ниже

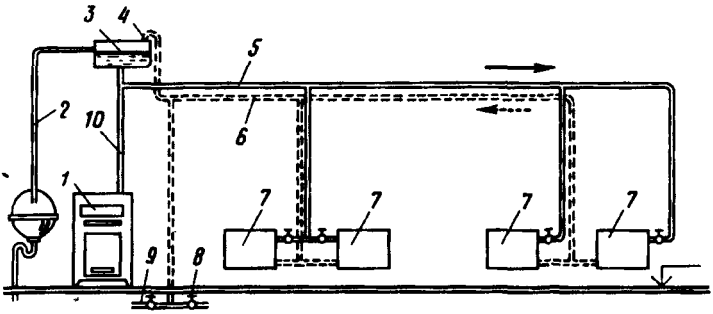


Рис. 9.11. Водяное отопление с прокладкой горячей и обратной линии под потолком

1 — котел; *2* — переливиая и воздушная линии; *3* — расширительиый бак; *4* — воздушная петля; *5* — горячая разводящая линия; *6* — обратная линия; *7* — патрубок с вентилем для спуска воды из системы; *9* — водопровод для наполнения и подпитки системы водой; *10* — стояк

бака от главного стояка прокладывают линию горячей воды, а от нее — отдельные трубы на один или два прибора. Отопительную систему подпитывают через патрубок, подсоединенный к водопроводу. Для спуска воды из системы также имеется патрубок с вентилем, который можно подсоединить к канализации.

Отсутствие водопровода и канализации не мешает оборудованию водяного отопления, так как наполнять систему водой приходится довольно редко. Однако это необходимо делать в конце каждого отопительного сезона. Систему надо тщательно промыть и наполнить водой, иначе она быстро корродирует.

Для промывания и подпитки используют бак. К нему через специальное отверстие в крышке прикрепляют патрубок с вентилем, который присоединяют к ручному или электрическому насосу, подкачивающему или сменяющему воду.

Если не мешают дверные проемы и перегородки, обратный трубопровод проводят над полом; возможна прокладка обратного трубопровода рядом с горячим, идущим под потолком помещения (рис. 9.11). Иногда по техническим причинам трубы прокладывают под полом.

В некоторых случаях следует применять более сложную систему отопления, где охлажденная вода направляется не

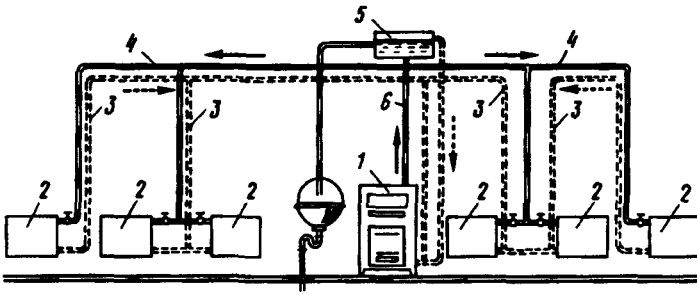


Рис. 9.12. Водяное отопление с прокладкой горячей и обратной линий под приборами

1 — котел; *2* — отопительные приборы; *3* — обратная линия; *4* — горячая разводящая линия; *5* — расширительный бак; *6* — главный стояк

сразу вверх и в котел, а вниз, где смешивается с водой из расширителя, и затем уже по общему трубопроводу направляется в котел (рис. 9.12).

В этой системе холодная вода от нагревательных приборов смешивается с теплой не в верхних, а в нижних трубах, что приводит к значительному понижению температуры воды в обратной линии и тем самым способствует ее ускоренному движению.

В системах водяного отопления, устраиваемых в жилых домах с постоянно поддерживаемым тепловым режимом, теплоносителем обычно бывает вода. Однако, помимо водяного отопления, иногда используется воздушное, лучистое или паровое.

В домах с периодическим отоплением (дачи, садовые дома) воду целесообразно заменить на незамерзающую жидкость (тосол, антифриз). Это не оказывает практического влияния на работу отопительной системы и значительно упрощает ее обслуживание. Чтобы уменьшить внутреннюю коррозию металла, тосол и антифриз из системы сливать не рекомендуется.

В качестве генераторов тепла для системы водяного отопления используют чугунные или стальные котлы, работающие на твердом, жидком или газообразном топливе. Часть из них рассчитана не только на отопление помещений, но и на приготовление пищи и горячее водоснабжение дачи.

Наиболее распространенными отопительными теплогенераторами на твердом топливе являются чугунные многосекционные котлы типа КЧМ (табл. 9.3).

Топят котлы с порционной загрузкой топлива через 3—5 ч горения. Чистка — один раз в сутки с последующим розжигом. Для нормальной работы теплогенератора необходима дымоотводящая труба высотой не менее 5 м. Внутреннее сечение дымового канала при кирпичной кладке должно быть не менее чем 14х14 см.

По эксплуатационным затратам наиболее экономичны газовые теплогенераторы, их КПД составляет около 80%. Водонагреватель АГВ-80, установленный для отопления помещений общей площадью 60 $м^2$, расходует за шесть месяцев отопительного сезона около 1000 $м^3$ природного или около 800 кг сжиженного газа, его производительность по горячей воде (нагретой до 90°С) составляет 6000 ккал/ч.

Водонагреватель АГВ-80 прост и удобен в эксплуатации. Горелка зажигается от постоянного горящего запальника. При достижении заданной температуры подача газа к горелке автоматически выключается. Запальник, зажигаемый вручную, гаснет только при полном отключении водонагревателя от газовой сети.

Отопительные аппараты на жидком топливе (табл. 9.4) также широко используют при устройстве автономного водяного отопления. По сравнению с твердотопливными и газовыми водонагревателями они дороже в эксплуатации, работают в автоматическом режиме и имеют высокий КПД (около 70%).

В качестве нагревательных приборов чаще всего используют чугунные радиаторы типа М-140. Имея большую массу, они хорошо аккумулируют тепло, долговечны, к ним можно подводить трубы большого диметра. При помощи вставных ниппелей, имеющих правую и левую резьбу, отдельные секции собирают в радиаторные батареи. Наиболее распространенными являются диаметры:для главного стояка — 40—50 мм, для разводящей и сборной магистрали — 32—40 мм, для подводки к приборам — 20—25 мм.

Особое внимание следует обратить на правильное размещение нагревательных приборов. Как известно, обогрев помещения происходит за счет конвекции и излучения.

Таблица 9.3. **Основные технические данные теплогенераторов на твердом топливе**

Тип теплогенераторов	Теплопроизводительность, МВт	Расход топлива, кг/ч	Габариты, см			Масса, кг
			глубина	ширина	высота	
Отопительные						
КЧММ-2	10,46–17.44	–	59–75	45	69	150–19
КЧМ-1	16,28–46,62	–	34–85	46	103	222–43
КЧМ-2	13,95–52,33	–	30–93	45	104	235–53
КЧМ-3А	16,28–72,1	–	40–130	47	107	210–61
КЧМ-3М	16,28–72,1	–	44–132	47	107	215–62
КВ	11,63–17,44	–	58–70	37–42	78–107	100–17
АОТ-5	5,8	1	42	34	66	108
АОТ-8	9,3	1,1	52	45	83	120
АОТВ-15	17,44	–	68	45	117	125
АОТВ-17,5	17,44–23,26	–	78	56	85	140–17
ПЗ-1,4/АО-1,4	23,26	–	85	60	87	230
Отопительно-варочные						
АОТВ-12	13,95	–	57	44	80	–
АОВ-4	13,95	–	60	100	85	188
АОТ-1,2	17,44	–	84	47	85	185
АОТВ-23,2	23,26	–	78	58	87	160
КВП-0,92	11,63	–	61	51	88	130
КП.ООА	23,26	–	76	60	85	–
КП-1,9.000	25,59	–	73	73	85	–
Отопительные с горячим водоснабжением						
АОТВ-10	8,72	1,3	74	45	85	150
КС-3 (КВ-1,2)	17,44	–	70	42	91	175
Отопительно-варочные с горячим водосиабжением						
АОВТ-12	13,95	1,8	69	100	90	190
АОВТ-18	20,93	2,3	74	99	85	150

Таблица 9.4. Осиовиые технические данные теплогенераторов иа жидком топливе

Тип	Теплопроизводительность, МВт	Габариты, мм			Масса, кг
		ширина	глубина	высота	
АОЖВ-9	10,47	600	430	850	65
АОЖВ-20	23,26	560	650	1440	160
"Бяржас" | "Атрама-1" |	23,26	519	530	1350	160

Теплый воздух, нагреваясь у радиатора, поднимается вверх и смешивается с более холодным воздухом в комнате. Одновременно с этим горячая батарея излучает теплоту в окружающее ее пространство (рис. 9.13).

Традиционно нагревательные приборы устанавливаются под окнами. Целесообразность такого расположения состоит в том, что поднимающийся от радиатора теплый воздух начинает смешиваться с холодным воздухом, проникающим в помещение через неплотности оконных проемов, в непосредственной близости от окна, благодаря чему дутье из окон в комнате ощущается слабее. Однако батареи очень сильно нагревают часть наружней стены, находящейся за радиатором, и потери тепла в этом месте стены резко возрастают. Уменьшить их можно устройством слоя теплоизоляционного материала, поверх которого устанавливают блестящую алюминиевую фольгу: теплозащитный слой будет препятствовать проникновению тепла через стену наружу, а блестящая фольга будет отражать идущее от на-



Рис. 9.13. Коивективиая и лучистая теплоотдачи отопительиого прибора

гревательного прибора тепловое излучение внутрь комнаты (рис. 9.14).

Для обеспечения нормальной циркуляции воздуха около батареи расстояние между радиатором и внутренней поверхностью теплоизоляции должно быть не менее 3—4 см. При очень близком расположении батареи у стены циркуляция воздуха около нагревательного прибора затрудняется, конвективный теплообмен будет нарушен, и эффективность отопления сильно уменьшится.

Если расположение радиатора не позволяет утеплить стену теплоизоляционным материалом, то достаточно прикрепить к внутренней поверхности наружной стены блестящую алюминиевую фольгу: большая часть излучаемого батареей тепла будет отражаться от экрана из фольги в комнату.

Обычно нагревательные приборы находятся около окон под подоконниками. Выступающая над батареей подоконная доска может препятствовать движению вверх теплого воздуха. Поэтому радиатор рекомендуется устанавливать около наружной стены на высоте 10 см от пола так, чтобы между ним и подоконником был зазор не менее 8 см.

Часто из эстетических соображений около батареи ставят различные декоративные щиты, загораживающие недостаточно красивый нагревательный прибор. В этом случае щит становится препятствием для излучаемой радиатором тепловой энергии, и помещение начинает обогреваться только за счет конвективного теплообмена, что естественно снижает его эффективность.

Чтобы декоративный экран не препятствовал конвективной теплоотдаче батареи, его следует устанавливать не на пол, а поднять над поверхностью паркета на 10 см. Для более интенсивной циркуляции воздуха делают отверстия в подоконнике. Можно сделать щелевидные, круглые, квадратные отверстия в декоративном щите. Все это будет влиять на теплообмен между помещением и нагревательными приборами. Эффективность того или иного оформления батареи приведена на рис. 9.15.

На рис. 9.16 показаны конструкции декоративных экранов, которые надо всячески избегать: в одном случае циркулирующий воздух нагревается только у одной поверхности радиатора, а около второй поверхности образуется застойная зона, в которой нет условий для движения

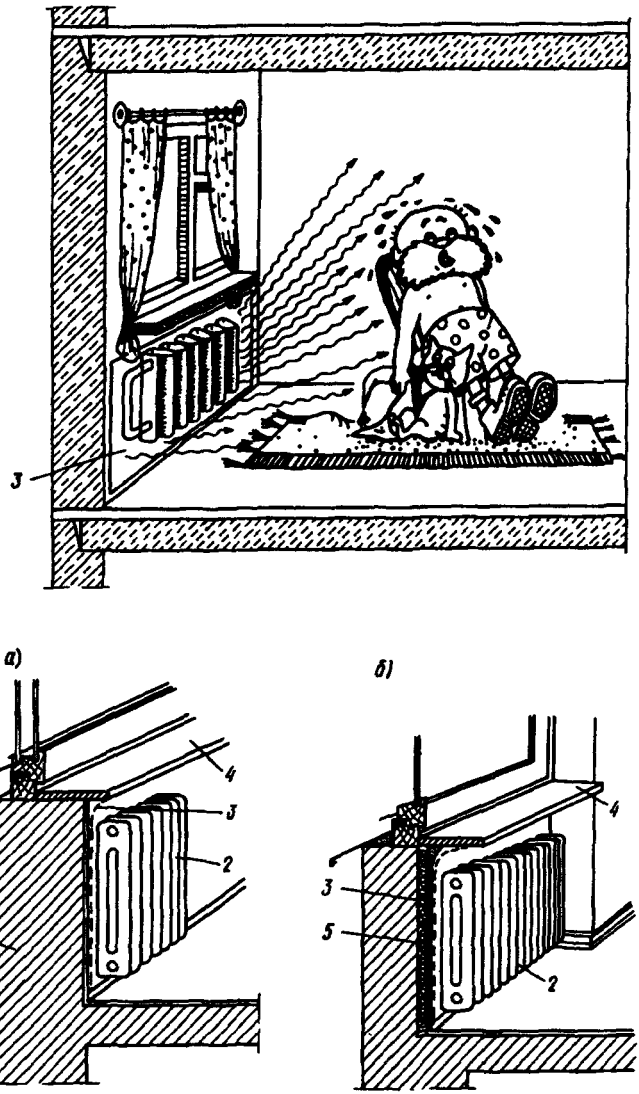


Рис. 9.14. Утепление стены за отопительным прибором путем установки блестящей алюминиевой фольги на внутренней поверхности стены (*а*) или установкой теплоизоляционного материала, с покрытием его алюминиевой фольгой (*б*)

1 — наружная стена; *2* — радиатор; *3* — алюминневая фольга; *4* — подоконник; *5* — утеплитель

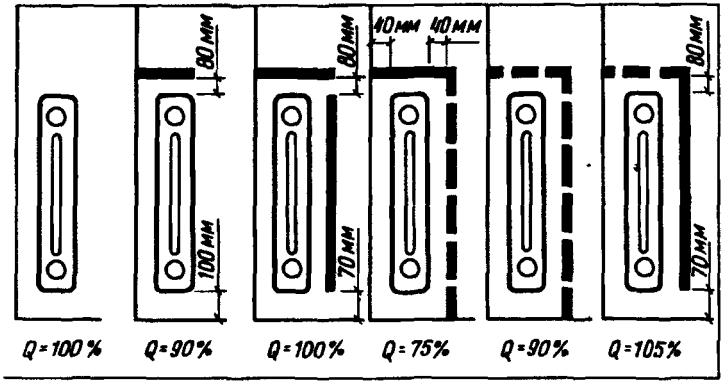


Рис. 9.15. Эффективность использования декоративных щитов около отопительных приборов

воздуха; в другом случае, нагретый воздух не имеет возможности подниматься вверх и скапливаться под подоконником, а в помещение попадает воздух, нагретый только от нижней более холодной части батареи.

Теплогенераторы и нагревательные приборы подбирают в зависимости от теплопотерь отапливаемого здания. На рис. 9.17 показан график теплопотерь, по которому можно ориентировочно определять расход тепла в помещениях одноэтажного дома при расчетной температуре наружного воздуха в пределах —25—35°С.

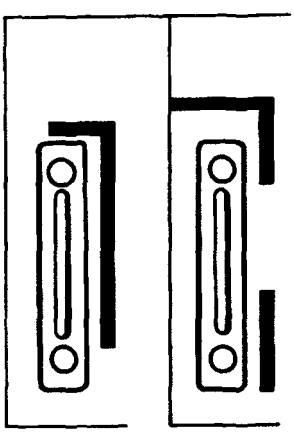


Рис. 9.16. Недопустимые конструкции декоративных экранов

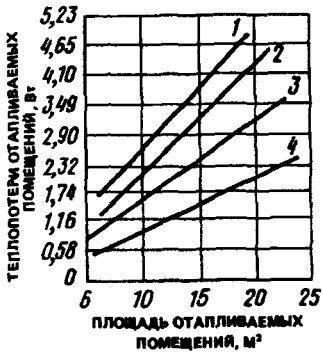


Рис. 9.17. График для определения ориентировочных теплопотерь одноэтажного дома
1 — прихожая; *2* — помещения с двумя углами; *3* — помещения с одним углом; *4* — неугловое помещение

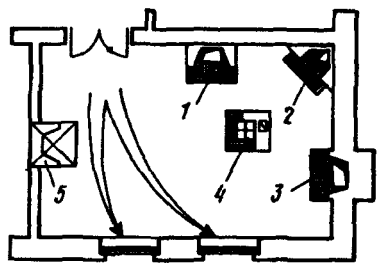


Рис. 9.18. Варианты размещения камина
1 — пристенное; *2* — угловое; *3* — встроенное в наружную стену; *4* — островное; *5* — неправильное

В районах с длительным отопительным периодом часто используются отопительно-кухонные плиты. Ее масса около 10 кг, длина — 710 мм, ширина — 420 мм, высота — 765 мм. Жарочная поверхность плиты имеет три чугунных конфорки и вкладыш для очистки газоходов. Топливо (торфяные брикеты, уголь, дрова, торф) загружают на съемную колосниковую решетку, сеть водяного отопления присоединяют с помощью змеевика с двумя отводами через заднюю стенку плиты.

Если плита находится на деревянном полу, его необходимо покрыть асбестовой прокладкой и кровельной сталью.

Дополнительный комфорт и уют в здании создают камины. Несмотря на невысокий коэффициент теплоотдачи (по сравнению с отопительными печами он в 3—4 раза меньше), у них есть свои преимущества: быстрая отдача лучистого тепла, хорошая вентиляция отапливаемых помещений, украшение интерьера.

Камины могут быть открыты с одной (пристенный камин), двух (угловой) или несколько сторон (островное расположение) (рис. 9.18). Их не рекомендуется размещать

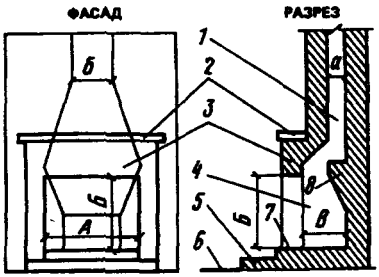
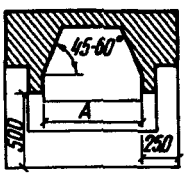


Рис. 9.19. Камин
1 — дымосборник; *2* — каминная доска; *3* — портал камина; *4* — топливник; *5* — подиум; *6* — предтопочный лист; *7* — под каминв; *8* — дымовой уступ; *А* — ширина портала; *Б* — высотв портала; *В* — глубиив топливника; *а* — ширина дымохода



в коридоре, около двери и тем более — вблизи от лестницы, так как для каминов нежелательны сквозняки. Портал должен быть обращен в центральную часть комнаты, для того чтобы была возможность организовать рядом место отдыха. Между сидящими людьми и камином не должно быть никаких ограждений.

Поверхность излучения каминов не должна находиться против окон, так как в этом случае значительно увеличивается циркуляция воздуха. Оборудованием камина у внутренней стены достигается минимальное охлаждение проходящих по газоходам газов, однако ухудшается подача в помещение свежего воздуха из-за трудностей в размещении каналов во внутренних стенах. Принципиальная схема камина показана на рис. 9.19, а его основные размеры даны в табл. 9.5.

Самой ответственной частью камина является переход от топливника к дымосборнику. От правильной формы дымового уступа ("зуба", "гуська") и отношения ширины, высоты и глубины топливника во многом зависят эксплуатационные качества камина. Размер дымового зуба равен 10—12 см. Он улучшает тягу и не дает холодному наружному воздуху попасть из трубы в топливник. На его работу оказывают влияние также размеры дымосборника,

Таблица 9.5. **Основные размеры каминов**

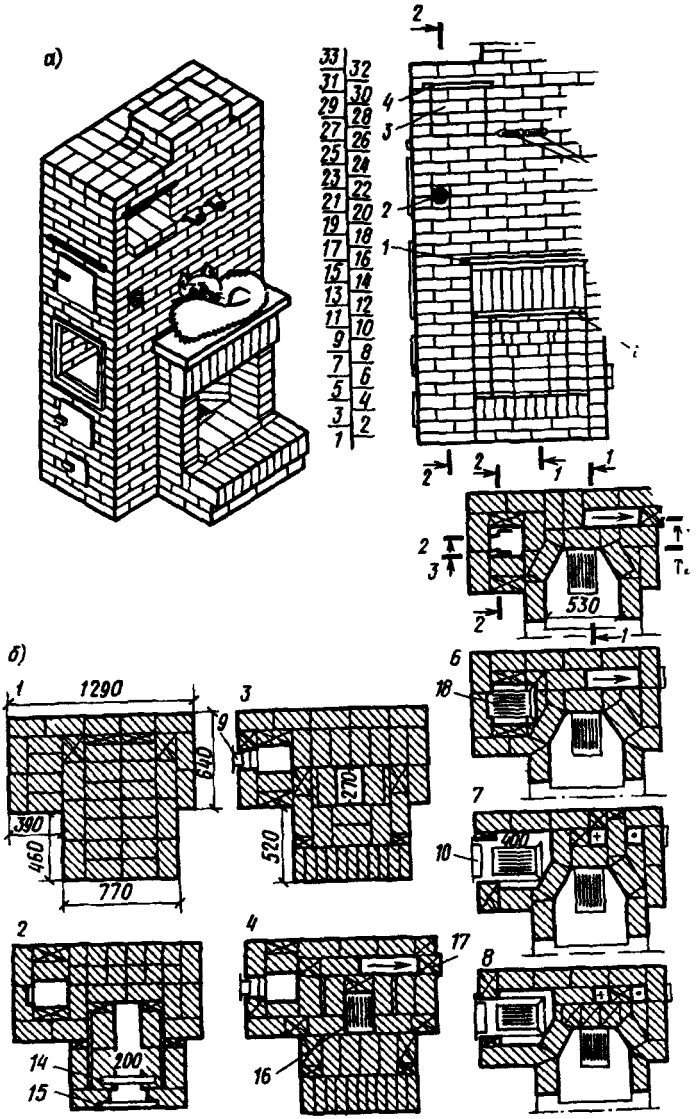
Площадь помещения, м²	Портал		Топливник		Дымоход сечение $a \times б$, см
	ширина A, см	высота B, см	глубина B, см	горловина $Г$, см	
14–16	55	50	35	12	14x27
16–18	60	53	36	12	14x27
18–20	65	56	37	12	14x27
20–24	70	60	38	13	27x27
24–30	75	65	40	13	27x27

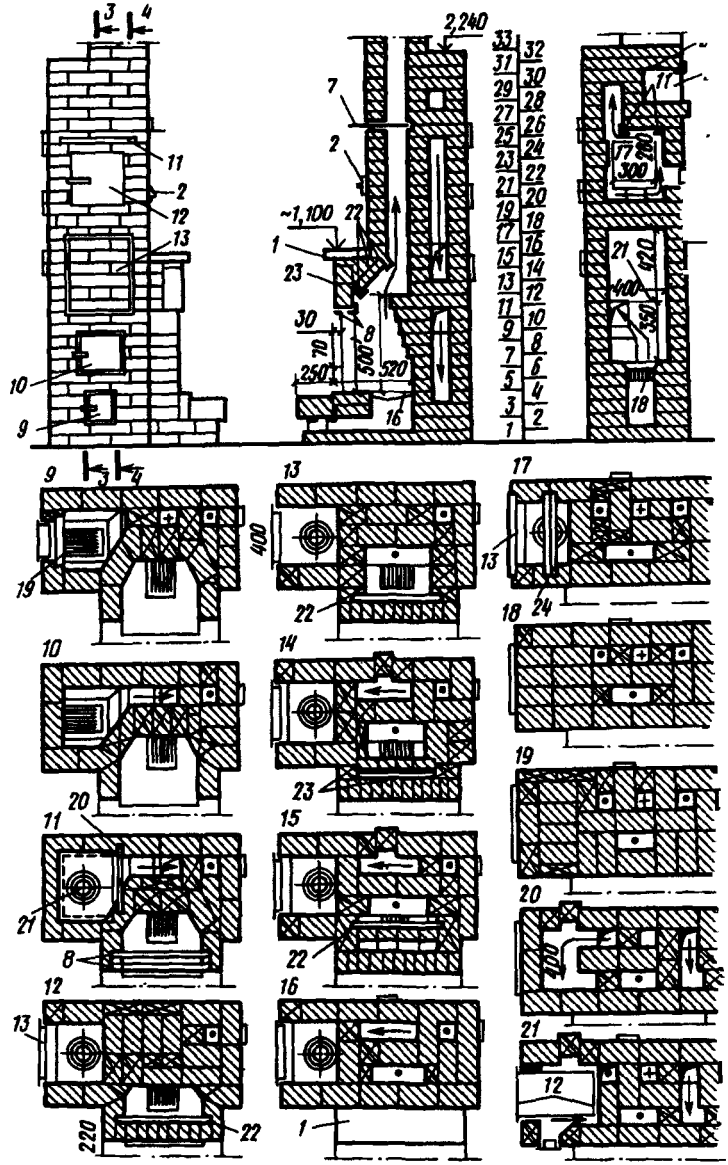
высота трубы и площадь ее сечения. Для лучшего отражения лучистого тепла в отапливаемое помещение боковые стены топливника делают скошенными под углом 45—60°, а заднюю стенку (примерно в $^1/_3$—$^1/_2$ ее высоты) - наклонной.

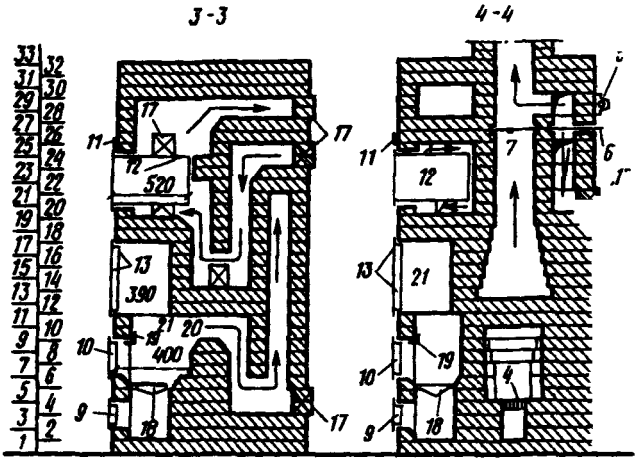
У каминов перед топкой должна быть защищенная от возгорания поверхность, поэтому делают площадку из несгораемых материалов (металлический лист, кирпич, керамическая плитка) глубиной не менее 50 см, шириной на 20-30 см шире портала. Основание также может быть на одном уровне с этой поверхностью или на 30—50 см выше ее. Обычно часть этой площадки делают в виде подиума из отборного кирпича, уложенного на ребро на глиноцементно-песчаном растворе. Необходима золовая камера, которая служит для сбора золы и остатков несгораемого топлива. Над поддувальным каналом часто монтируют решетку, предназначенную для укладки топлива и подведеиия воздуха для горения. Пол перед открытой частью камина должен быть защищен несгораемым материалом.

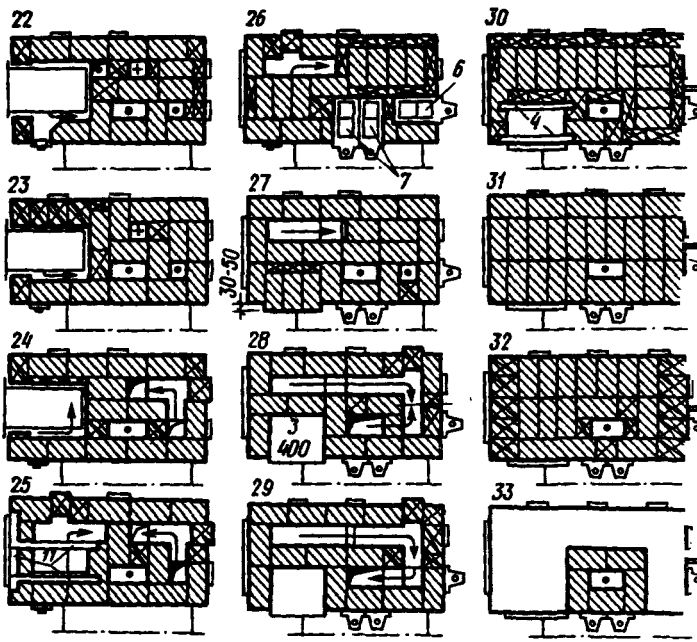
Трубу камина лучше делать прямой. Местные отклонения от вертикали не должны превышать 30°. Учитывая, что при интенсивной топке из трубы могут вылетать раскаленные частицы несгораемого топлива, ее верх венчают металлическим колпаком-искрогасителем.

Основным материалом для сооружения камина служит обыкновенный полнотелый глиняный кирпич или бутовый камень. Внутреннюю отделку лучше выполнять из огнеупорных шамотных изделий. Для пола и стен топливника желательно применять огнеупорный кирпич. Теплоотдача возрастает, если разместить на задней стенке камина чугунную плиту.


а)
33 32
31 30
29 28
27 26
25 24
23 22
21 20
19 18
17 16
15 14
13 12
11 10
9 8
7 6
5 4
3 2
1
2
4
3
2
1
2
2
1
1
2
3
2
530
1
Т.
б)
1
1290
640
390
460
770
9
3
270
520
6
18
7
10
400
8
2
14
15
200
4
17
16


1 - 1
3
4
2,240
~1,100
250
300
320
70
400
520
220
33 32
31 30
29 28
27 26
25 24
23 22
21 20
19 18
17 16
15 14
13 12
11 10
9 8
7 6
5 4
3 2
1
11
2
12
13
10
9
7
2
22
1
23
30
8
16
17
28
300
21
420
400
350
18
19
400
13
22
24
14
20
15
21
8
12
16
220
1
100


3-3
4-4
520
390
400
17
11
12
13
21
20
10
9
18
7
6
4


22
26
30
23
27
31
24
28
32
25
29
33
30-50
400

Камин выкладывают так же, как и печи , с соблюдением той же технологии.

Отделка камина во многом зависит от внешнего вида кирпича. Возможны кладка наружных стен с расшивкой или затиркой швов, использование половинок кирпича и естественных камней всех видов. Неровности шлифуют кирпичом или наждаком, а цвет восстанавливают слабым раствором соляной или серной кислоты. Если качество кирпича невысокое, то поверхность камина оштукатуривают кладочным раствором (для прочности в него можно добавить известковое тесто или цемент: 200—300 г на ведро раствора) с последующей окраской клеевыми, известковыми или водоэмульсинными составами. Портал камина во всех случаях желательно выкладывать из высококачественного кирпича с расшивкой швов.

Каминную доску, венчающую портал камина, делают из асбестоцемента, бетона, мрамора или гранита и крепят на глинопесчаном растворе с анкеровкой или частичной заделкой в толщу кирпичной кладки.

Для внешнего оформления камина годятся самые различные материалы, в том числе — изразцы, цветные металлы, плитки для полов, кровельная черепица, строительная и тонкая керамика, дерево. Однако при использовании деревянной доски ее внутренний край со стороны дымосборника должен быть расположен не ближе 25 см "от дыма" и защищен асбестом.

Украшением камина может быть красивая корзинка для дров или ведерко для углей, кованый каминный инструмент и т.д.

Рис. 9.20. Печь-камин с плитой и духовкой

а — общий вид и разрезы; *б* — ряды кладки; *1* — каминная доска 260x900x40 мм; *2* — самоварник размером 100—120 мм; *3* — декоративная ниша; *4* — стальные уголки; *5* — задвижка зимиего хода; *6* — задвижка для летнего хода; *7* — задвижка для камина размером 140x270 мм; *8* — стальной уголок; *9* — поддувальная дверца размером 140x140 мм; *10* — топочная дверца размером 210x260 мм; *11* — стальные уголки 40x40x600 мм; *12* — духовой шкаф размером 280x300x520 мм; *13* — рамка размером 400x450 мм из стальиых уголков 40x40 мм; *14* — стальной уголок 40x40x400 мм; *15* — стальная полоса 4x40x400 мм; *16* — колосниковая решетка для камииа 180x300 мм; *17* — прочистка; *18* — колосииковая решетка для топки 180x300 мм; *19* — стальной уголок 40x40x380 мм; *20* — стальной уголок 40x40x450 мм; *21* — чугуиная плита с одной конфоркой размером 400x420 мм; *22* — стальные уголки 40x40x650 мм; *23* — анкеры из проволоки диаметром 1,5—2 м, длиной 200 мм; *24* — стальные уголки 40x40x550 мм

При строительстве дач и садовых домиков одновременно с отопительной печью можно сделать самому небольшую плиту с духовкой и камином.

На рис. 9.20 показана конструкция *печи-камина*, которая проверена на практике. Она надежна и экономична в эксплуатации.

Печь-камин возводят на самостоятельном фундаменте или, если есть железобетонное цокольное перекрытие, непосредственно на нем, располагая ее центр не далее 1—1,5 м от опорной стены. У них одна общая труба, однако дымоходы печи и камина раздельные и топки тоже две. Поэтому топить камин и печь можно и одновременно и по отдельности.

Печь-камин рекомендуется поставить таким образом, чтобы печь выходила в кухню, а фасад — в комнату. Монтируя ее в перегородку, необходимо учитывать, направление воздушных потоков в помещение, так как на сквозняке камин часто дымит.

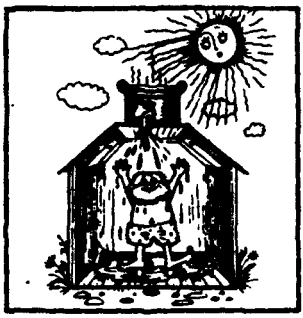
Декоративной отделкой печи-камина может служить мореное дерево, латунь, природный камень, лицевой или красный кирпич.

Особое внимание следует обратить на кладку портала и дымосборника. Верхнюю часть каминного портала выкладывают из кирпичей, поставленных "на ребро" вертикально. Опорой для них являются стальные уголки. Дополнительным креплением служат анкеры из проволоки, которые с одной стороны закрепляются за эти уголки, расположенные со стороны дымосборника, а с другой — закладываются в швы между кирпичами.

Помимо традиционного печного и водяного отопления комнат для обогрева помещений можно использовать *специальные нагревательные элементы, вмонтированные под пол в перекрытие.* При этой системе температура на поверхности пола значительно повышается, в то время как при водяном отоплении от радиаторов находящихся у окна, температура воздуха у поверхности пола примерно на 4° ниже, чем в центре комнаты на высоте одного метра. Целесообразно использовать такую систему отопления в помещениях с "холодными" полами (см. рис. 2.11) — мраморными, из керамических плиток, в ванне, кухне, а также прокладывать в тех местах, где ноги человека длительное время соприкасаются с поверхностью холодного пола,

например около газовой плиты, мойки, разделочного столика на кухне. В детской комнате, где ребенок любит играть сидя или лежа на полу и ползая на четвереньках, имеет смысл установить обогревательные элементы под полом в качестве дополнительного обогрева. Это позволит повысить температуру на его поверхнотси и препятствовать переохлаждению детского организма.

Систему отопления такого типа предлагает датская фирма "Ди-Ви-Комфорт-Хит". Обогревательные кабели закладываются в бетонные плиты при отливке под кафель, мрамор, паркет или другое покрытие при строительстве или ремонте дома. С помощью термостата устанавливается требуемая температура. Система экономична, так как оснащена устройством, понижающим температуру ночью. Помимо жилых зданий она может применяться для отопления офисов, гостиниц, складских помещений в качестве основного или дополнительного подогрева.



ГЛАВА 10

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В ЖИЛЫХ ДОМАХ

Наружные ограждения конструкции — стены, окна, крыши — защищают помещения жилого дома от влияния непогоды, ветра, холода. Чем лучше теплоизоляция, тем меньшее влияние оказывают низкие температуры на внутренний микроклимат. Вместе с тем в жаркое время года ограждения с хорошими теплозащитными качествами предохраняют помещения от перегрева. В летний ясный день многие стараются уйти подальше от нагретого солнечными лучами дома, спрятаться в прохладе деревьев и не задумываться над тем, как можно было бы использовать тепло солнечных лучей.

Солнце постоянно излучает в окружающее пространство энергию. Примерно 9% излучения приходится на ультрафиолетовые лучи, 44% - на видимые, которые нам светят, и 47% — на инфракрасные, которые нас греют. Проходя через атмосферу, интенсивность солнечного излучения резко уменьшается и на поверхность земли падает энергия, состоящая из 1% ультрафиолетовых лучей, 45% видимых и 54% инфракрасных лучей.

Оказывается и в домашних условиях несложно сделать простейшие приспособления и конструкции для гелиосистем и использовать их в зданиях не только южных районов, но и сезонно в индивидуальных домах средней полосы. Нужно только выбрать правильную ориентацию, форму, конструктивное решение здания и его ограждений и использовать возможные способы повышения облученности здания.

По результатам многолетних наблюдений было определено количество солнечной радиации, поступающей к зданию в ясные и облачные дни. Оказалось, что в се-

верных широтах (Архангельск, Санкт-Петербург) максимальная облученность зданий наблюдается в июне, и активное облучение продолжается около 5 мес. в году. Поэтому в этих районах солнечное тепло для отопления домов и подогрева воды можно использовать сезонно.

Южнее 50° северной широты (Волгоград, Харьков, Ростов-на-Дону) максимум облученности приходится на июль. А продолжительность периода активного облучения этих районов резко колеблется из-за различного количества пасмурных и дождливых дней в конце лета и осенью.

В южных районах (Ташкент, Уссурийск) максимальная облученность наблюдается два раза в год: в сентябре-октябре и январе-феврале.

Кроме того, существует большая разница в облученности домов, расположенных в меридиональном и широтном направлениях. Поэтому наиболее рациональной ориентацией солнечного дома в северных широтах является меридиональная, позволяющая повысить приток лучистой теплоты на 30%. В южных широтах, где солнечная энергия создает перегрев и нарушает условия теплового комфорта помещений, дома лучше располагать в широтном направлении, обеспечивая тем самым оптимальный тепловой режим в течение круглого года.

Для использования солнечной энергии больше всего подходят те конструкции, вклад которых в тепловой режим здания наибольший. На них же рекомендуется устанавливать приемники солнечных лучей.

Конструкции, позволяющие использовать солнечную энергию, называются *энергоактивными.* Они улавливают прямую и рассеянную коротковолновую солнечную радиацию и превращают ее в полезную теплоту, необходимую для отопления здания или получения горячей воды. Их можно совместить с элементами панелей, стен, покрытий, балконов и т.п. Принцип действия солнечного коллектора состоит в "парниковом эффекте" — способности стекла пропускать коротковолновые солнечные лучи и задерживать длинноволновую радиацию нагретых поверхностей. В результате такого селективного пропускания солнечные лучи, проходя через стекло, нагревают теплоприемную панель, которая, в свою очередь, начинает излучать длинноволновую радиацию. А благодаря способ-

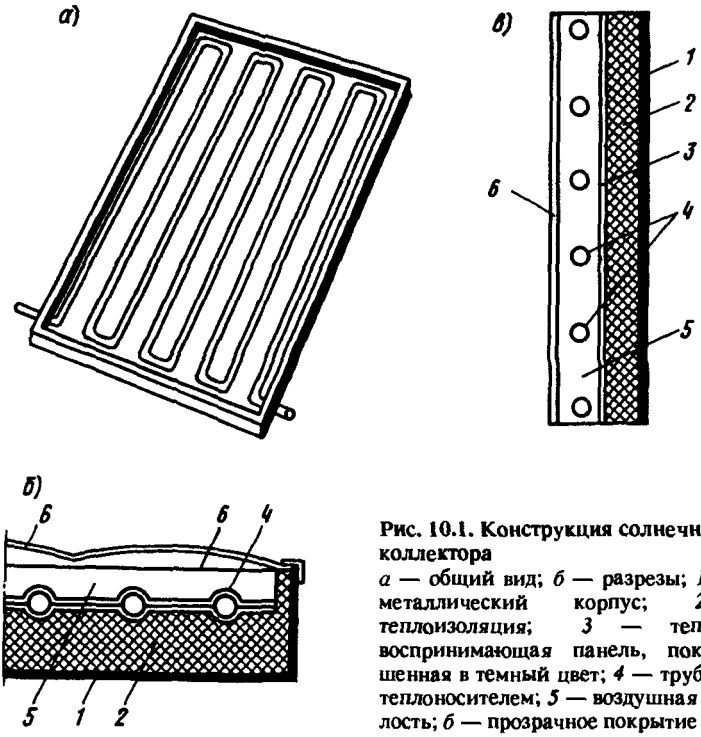


Рис. 10.1. Конструкция солнечного коллектора
а — общий вид; *б* — разрезы; *1* — металлический корпус; *2* — теплоизоляция; *3* — теплопоглощающая панель, покрашенная в темный цвет; *4* — трубы с теплоносителем; *5* — воздушная полость; *6* — прозрачное покрытие

ности стекла не пропускать длинноволновую энергию происходит значительное повышение температуры внутри ограниченного стеклом пространства.

Простейшая конструкция гелиосистемы представляет *солнечный коллектор,* состоящий из солнечной ловушки (или тепловой защиты) и теплоприемной панели (или гелиоприемника), и аккумулятора солнечной энергии (рис. 10.1). На поверхности солнечного коллектора расположено светопрозрачное покрытие, сделанное, как правило, из стекла или пленки, под которым имеется полное пространство. Ниже расположен гелиоприемник - теплопоглощающая панель. Вся эта конструкция помещена в металлический ящик, в нижней части которого устраивают теплоизоляцию.

Солнечная ловушка, выполненная из полупрозрачного ограждения из стекла или пленки, обладает селективным

пропусканием лучистой энергии. Гелиоприемник — поглотитель солнечной энергии — должен иметь черную матовую поверхность с большим коэффициентом поглощения солнечной радиации (около 0,95—0,98). Его можно сделать из алюминия, оцинкованной стали, стекла, бетона и обязательно покрыть кузбас-лаком, ламповой чернью, термостойкой резинобитумной мастикой. Рабочую площадь гелиоприемника делают максимально большой. В некоторых случаях для увеличения количества падающей на гелиоприемник солнечной энергии устанавливают отражатели, сделанные из плоских или изогнутых пластин. Для гелиоприемников лучше использовать алюминий и сплавы из легких цветных металлов.

Солнечные коллекторы можно располагать на скатных и пологих крышах, в наружных стенах, в ограждении балконов, лоджий, в оконных проемах и зенитных фонарях, на цоколе дома, а также отдельно от здания на некотором расстоянии (рис. 10.2).

Тепловая защита гелиоприемника делается из одного или нескольких слоев остекления. Ее функция определяется самим названием — улавливать солнечные лучи и не давать тепловому потоку распространяться наружу, не допуская охлаждения коллектора. Исходя из этого она должна иметь хорошие теплозащитные характеристики и ее термическое сопротивление должно быть не менее чем у аналогичных негелиотехнических конструкций.

Если тепловую защиту выполняют из двух слоев остекления, то ее термическое сопротивление должно быть больше или таким же, как у окна с двойным остеклением. Воздушная прослойка, находящаяся между стеклами, способствует повышению теплоизоляционной способности. Кроме того, прозрачность материала, из которого выполнена тепловая защита, должна быть максимальной для солнечных лучей и минимальной для теплового излучения гелиоприемника.

Аккумулятор тепла в энергоактивном ограждении предназначен для накопления и сохранения тепла, которое может быть использовано в вечерне-ночное время и по время несолнечной (пасмурной) погоды. В связи с его назначением конструкция аккумулятора должна быть теплоемкой.

В жилых домах аккумулятор делают вместе с энергоактивным ограждением или в виде отдельной

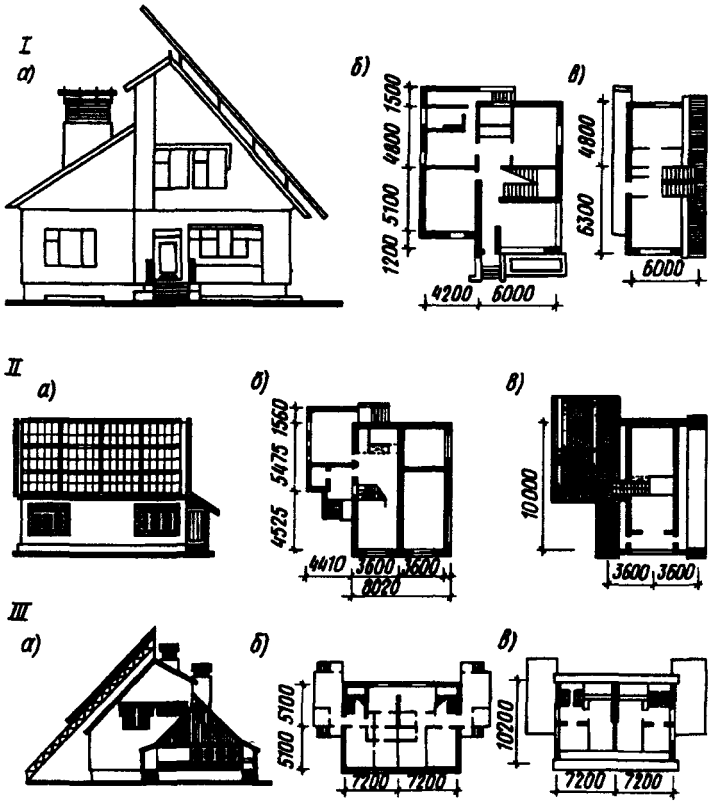


Рис. 10.2. Солнечные коллекторы на крыше мансардного одноквартирного (*I*) и двухквартирного домов (*II, III*)
а — общий вид; *б, в* — планы этажей

теплоизолированной системы, совмещенной частично или полностью с другими частями здания.

В качестве аккумулятора тепла в здании можно использовать массивную плоскую панель, например железобетонную, или специально сконструированные для этих целей панели, разделенные на секции, заполненные каменной щебенкой, гравием, грунтом, панели с контейнерами (например, в виде бочек), заполненными водой или другой жидкостью, а также панели со специальными герметизированными контейнерами с перенасыщенным раст-

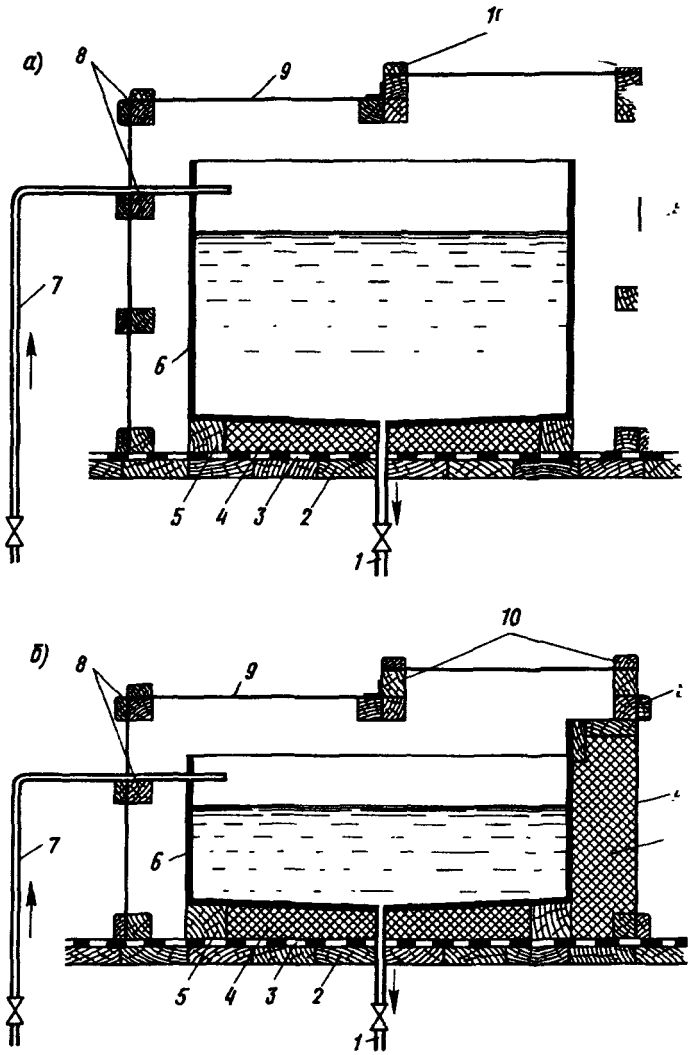
вором хлористого кальция, сульфата натрия, углекислого натрия. В качестве аккумулятора можно использовать плавательный бассейн или пожарный резервуар, в качестве теплоаккумулирующего вещества часто применяют воду благодаря ее большой теплоемкости и малой вязкости.

При проектировании гелиосистем основная задача заключается в том, чтобы обеспечить достаточную площадь гелиоприемников и разместить их наилучшим образом по отношению к солнечным лучам. Оптимальное положение солнечного коллектора — наклонное, в то время как радиционное положение стен — вертикальное. Помимо этого наиболее целесообразной ориентацией коллекторов является восток-юг-запад. К сожалению, все это создает определенные трудности для проектирования и обеспечения естественным освещением здания, приводит к необходимости отыскивать наиболее целесообразные решения с учетом теплотехнических и конструктивных приемов, позволяющих создать оптимальный температурный режим внутри дома.

Тем не менее, несмотря на эти сложности, существуют различные решения, позволяющие использовать солнечную энергию в индивидуальных жилых домах. Рассмотренные ниже варианты гелиосистем достаточно просты, их можно сделать своими руками и использовать для подогрева воды и отопления.

Если на даче необходимо нагреть воду для душа, то предлагается конструкция традиционного бака с водой с некоторыми усовершенствованиями (рис. 10.3,*а*). Бак окрашивают темной, лучше черной краской для увеличения коэффициента поглощения поверхности. Это способствует увеличению ее нагрева солнечными лучами. Снизу устраивают теплоизоляцию бочки — подкладывают плиту пенопласта толщиной 5—8 см. Можно использовать и другой утеплитель. Затем на баке или бочке укрепляют деревянные, пластмассовые или металлические рейки, к которым крепят прозрачную полиэтиленовую пленку. Ее устанавливают так, что она защищает собой верх и бока бочки или бака. Вместо пленки можно использовать и обыкновенное оконное стекло. Такое устройство, создающее "парниковый эффект", будет способствовать нагреву воды.

Нагревать воду, используя солнечное тепло, можно и другим способом (рис. 10.3,*б*). На крыше гаража, южном



скате крыши дома или сарая, навесе над душем устанавливают плоскую емкость для воды высотой около 20 см. Лучше, чтобы ее крыша или покрытие были выполнены из прозрачного материала.

Вместо прозрачного покрытия можно использовать теплопроводящий материал — металл. Его поверхность

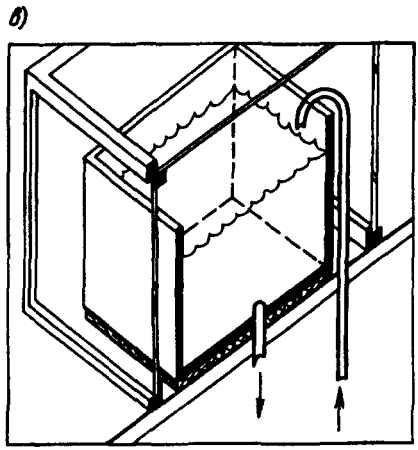


Рис. 10.3. Солнечная ловушка для нагрева воды
а — с утеплением дна бака; *б* — дно бака и его затененная сторона утеплены; *в* — вариант утепления в аксонометрии; *1* — слив воды; *2* — обрешетка; *3* — гидроизоляционный ковер; *4* — утеплитель; *5* — брусья; *6* — стенка бака; *7* — подача воды в бак; *8* — каркас солнечной ловушки; *9* — полиэтиленовая пленка или стекло; *10* — каркас крышки, обтянутый полиэтиленовой пленкой, или остекленный

окрашивают в черный цвет. Затем с северной стороны, откуда не поступают солнечные лучи, устраивают теплоизоляцию из пенопласта толщиной 5—8 см. С помощью реек и полиэтиленовой пленки или строительного стекла аналогично предыдущему способу делают прозрачную защиту, позволяющую лучше нагреть воду.

Простейший солнечный нагреватель для летнего душа можно сделать из фреонового конденсатора от вышедшего из строя холодильника. Как правило, конденсатор — металлическая панель на задней стенки холодильника в виде змеевика — окрашена в черный цвет. Обращенный к солнечным лучам черный конденсатор хорошо поглощает идущее от солнца лучистое тепло и нагревает проходящую по нему воду. Если конденсатор подсоединить к нижней части бака по схеме, приведенной на рис. 10.4, то находящаяся в змеевике вода будет нагреваться и подниматься вверх в бак, а более холодная из нижней части бака будет поступать в конденсатор. Таким образом будет происходить циркуляция воды, и она равномерно прогреется по всему баку. Преимущества этого способа в том, что при включении душа и понижении уровня воды в баке ее циркуляция не нарушится. Такую конструкцию можно использовать и для нагрева воды для мытья рук и посуды. Если солнце скроется на некоторое время за облаками, то тепло водой все равно можно пользоваться, так как нагретая в баке вода благодаря своей большой теплоемкости еще ка-

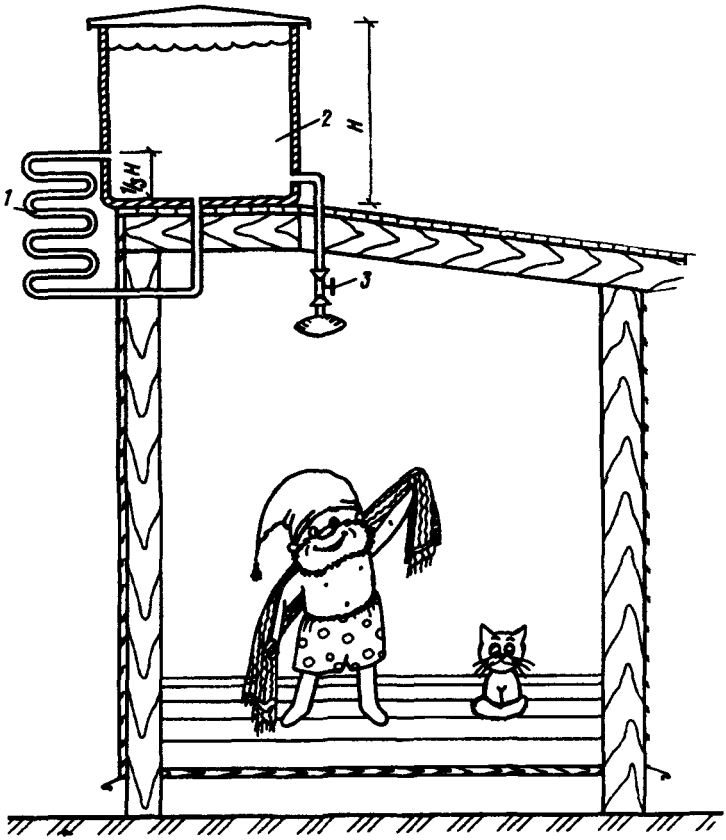


Рис. 10.4. Использование конденсатора от холодильника для нагрева воды солнечными лучами
1 — конденсатор; *2* — бак с водой; *3* — душ

кое-то время будет сохранять тепло. При утеплении бака кусками пенопласта или другими теплоизоляционными материалами снизу и с северной стороны и установке солнечной ловушки из стекла или полиэтиленовой пленки вода будет оставаться теплой достаточно длительное время.

При желании в качестве емкости для воды вместо бака можно использовать обыкновенную автомобильную камеру. Благодаря черному цвету резина хорошо будет поглощать солнечное тепло и нагревать воду, находящуюся в баллоне

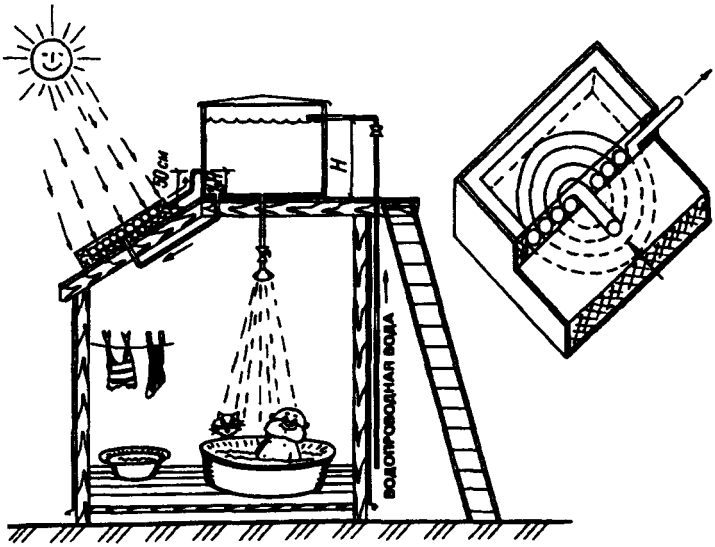


Рис. 10.5. Использование резинового шланга, свернутого кольцами, для нагрева воды

Этот способ можно рекомендовать тем дачевладельцам, кто только что получил земельный участок, на котором еще нет никаких удобств. К тому же оставленная на время в камере воды не будет "ржаветь", а на специфический запах можно не обращать внимания (рис. 10.5).

Теплыми солнечными лучами можно подогреть воду ие только для душа и бытовых нужд, но и для отопления. Для этого поверхность стены или ската крыши, обращенную в южную сторону, красят в темный или черный цвет. По периметру выбранного участка делают каркас из деревянных реек. Сечение реек принимают 5х8 см. На черной поверхности располагают зачерненную металлическую трубку диаметром 8—30 мм в виде змеевика с шагом 10—15 см. Вместо металлической трубки можно использовать черный резиновый шланг. Установленные трубки или шланг, образующие самодельный коллектор, остекляют по каркасу оконным стеклом в один, а лучше в два слоя.

Если коллектор устраивают на стене, имеющей низкую теплозащиту, на так называемой холодной стене, то надо

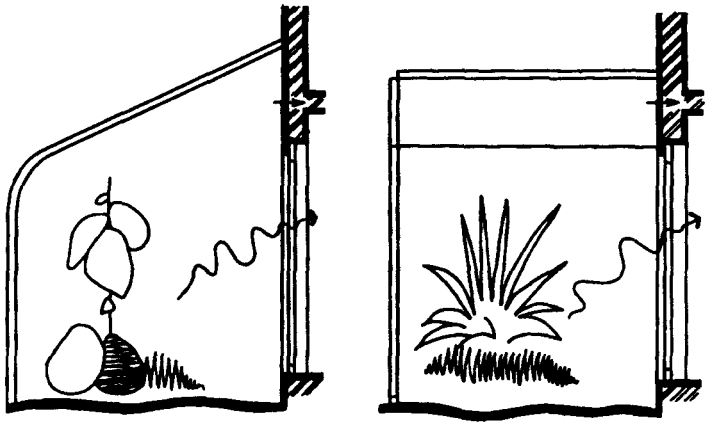


Рис. 10.6. Расположенная около окон и стен дома теплица позволяет использовать солнечное тепло для обогрева комнаты через окно

сделать утепление с внутренней стороны участка ограждения, находящегося под коллектором одним из рассмотренных в гл. 5 способов. Кроме того, чуть выше изготовленного коллектора надо установить бак (например, на чердаке) и изолировать его пенопластом или другим теплоизоляционным материалом. Затем к нему подключить трубки или шланги таким образом, чтобы верхний вывод коллектора был подключен к верхней, а нижний - к нижней части бака. Подключив трубки к системе водоснабжения, можно будет пользоваться горячей водой, нагретой солнечной энергией.

Особое внимание надо обратить на торцевые стены здания, не имеющие окон, или глухие части стен, обращенные на южную сторону. Эти поверхности, можно сказать, специально предусмотрены для размещения на них солнечных коллекторов. Преимущество таких участков состоит в том, что для устройства коллекторов не надо делать перестройку и перепланировку жилого дома.

Определенный интерес с точки зрения возможности использования солнечного тепла представляет собой гелиосистема, состоящая из солнечной теплицы, расположенной около южной стены жилого дома (рис. 10.6). Такие теплицы позволяют без особых усилий аккумулировать сол-

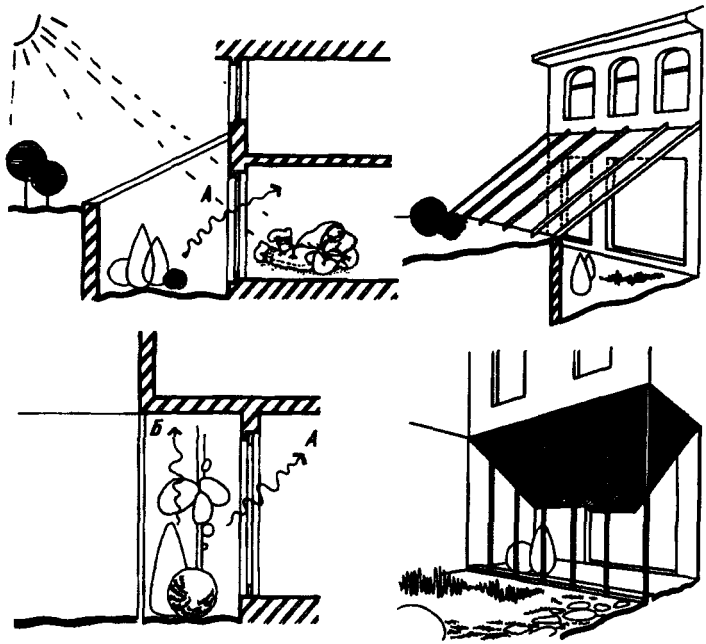


Рис. 10.7. Оранжерея около окон и стен цокольного этажа
А — поток тепла в комнату через окно; *Б* — поток тепла на второй этаж или через стык панелей с перекрытием

нечное тепло и одновременно с этим заниматься садоводством.

Ограждение теплицы или оранжереи, выполненное из стекла или прозрачной пленки, является в такой гелиосистеме тепловой защитой, препятствующей проникновению тепла наружу. Благодаря ей в теплице поддерживается сравнительно высокая температура. Через оконное заполнение тепло из солнечной ловушки поступает в помещение и обогревает его. Ограждающая теплицу наружная стена дома выполняет функцию коллектора и аккумулятора солнечного тепла, позволяющего увеличить теплопоступления в помещение в солнечную и холодную погоду, повысить температуру на внутренней поверхности стены и уменьшить затраты на отопление.

В США солнечная теплица считается одним из эффективных методов пассивного отопления. А в приморских

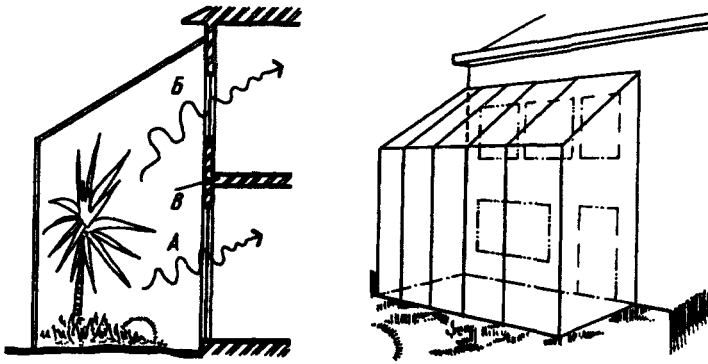


Рис. 10.8. Оранжерея высотой в два этажа около наружной стены дома

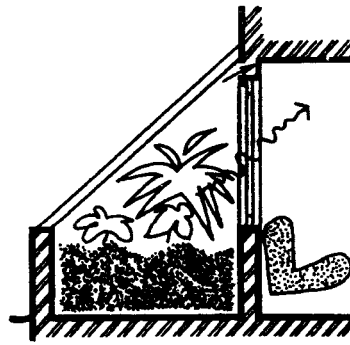
А — поток тепла в комнату первого этажа через окно; *В* — то же второго этажа через окно; *С* — поток тепла через стену и стык стены и перекрытия

и других районах, где господствуют сильные ветры, такие оранжереи и теплицы позволят уменьшить теплопотери через окна вследствие инфильтрации.

Устроить оранжерею можно под балконом, лоджией или выступающим вторым этажом (рис. 10.7). В этом случае тепло от воздуха, как и в предыдущем случае, поступает через окно в комнату первого этажа, а также через перекрытие, повышая температуру на поверхности пола. Эффективность такого решения состоит в том, что благодаря расположенной под выступающей частью второго этажа оранжерее с теплым воздухом нет необходимости сильно утеплять пол.

Около наружной стены дома можно сделать оранжерею не только на один, но и на два этажа (рис. 10.8). В этом случае снижаются теплопотери через стены и окна, обращенные в теплицу, и увеличиваются теплопоступления в холодные солнечные дни в помещения через стены и окна первого и второго этажей. Одновременно с этим уменьшаются расходы тепловой энергии, идущие на отопление дома. Кроме того, устройство зимних садов и оранжерей с наружной стороны имеет и другие преимущества. Подобрав определенные цветы и растения для зимнего сада, в течение круглого года обитатели дома будут иметь возможность

Рис. 10.9. "Зимний сад" у южной стены дома



видеть зеленую растительность через окно своего теплого дома (рис. 10.9).

Кажется, что солнечную энергию для отопления, нагрева воды и других нужд целесообразно использовать только в жарких солнечных районах Африки, Америки, на Канарских островах, на Черноморском побережье и т.д. Возможность же применения солнечного тепла для этих целей в Центральных районах Европейской части у многих вызывает скептическое отношение. Дело в том, что ясная солнечная погода в Европе может установиться как на длительный срок, так и на непродолжительный период. Переменная облачность характерна и для России. А солнышко, периодически появляющееся на небе и скрывающееся за тучками, не может обеспечить стабильную работу гелиоустановки. Поэтому для районов с неустойчивой погодой целесообразно комбинировать гелиосистему с традиционными отопительно-нагревательными установками.

Во время солнечной погоды вода для душа или отопления с помощью гелиосистемы будет хорошо нагреваться. Но облака, закрывающие солнце, естественно, станут препятствовать ее нагреву. Поэтому на время облачной погоды будет включен теплоподогрев от традиционных источников тепла (газа, мазута, электричества). И таким образом будет обеспечена стабильность работы отопления или водоподогрева.

В настоящее время вопрос уменьшения расхода топлива для обогрева зданий и бытовых нужд тесно связан с экономическими и экологическими проблемами, решению ко-

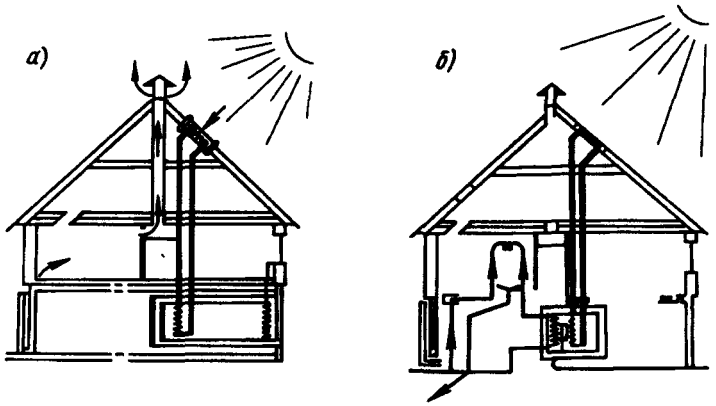


Рис. 10.10. Экспериментальный дом фирмы "PHILIPS" в Германии г. Аахен

а — охлаждение с помощью грунта зимой и обогрев солнечной энергией летом; *б* — приготовление горячей воды с помощью солнечной энергии и электричества

торых придается большое значение во всех странах мира. В связи с этим разрабатывается большое количество разнообразных проектов архитектурно-планировочных решений домов и систем отопления, водоснабжения и вентиляции, позволяющих уменьшить расходы топлива. Например, в г. Аахен построен экспериментальный дом для фирмы PHILIPS (рис. 10.10). В нем использована система обогрева за счет солнечной энергии в зимнее время, приготовления горячей воды путем использования гелио- и электроустановок, а также регенерация тепла из вентиляционного воздуха. Помимо этого, для здания гимназии в Швеции разработана тепловая установка, использующая для отопления, вентиляции и нагрева воды энергию солнечных лучей и традиционные нагреватели (рис. 10.11).

Таким образом, строя коттедж или дачный домик, целесообразно продумать, как можно использовать солнечную энергию. Как видно, для этой цели не требуется необычайно сложных устройств и агрегатов. И приведенные в этой главе примеры конструкции гелиоустановок от самых простых до довольно сложных позволят Вам найти подхо-

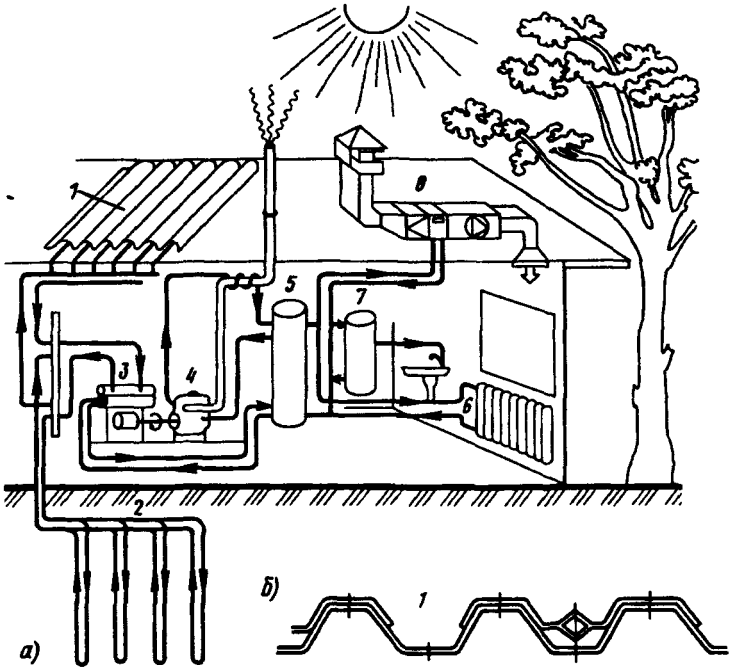


Рис. 10.11. Тепловая установка здания гимназии в Швеции г. Кунгсбака
а — общая схема; *б* — поперечный разрез кровельного настила; *1* — солнечный коллектор; *2* — грунтовой аккумулятор тепла; *3* — тепловой насос; *4* — дизельный двигатель; *5* — резервуар для воды; *6* — радиатор; *7* — водонагреватель; *8* — вентиляционная установка с теплообменником

дящий для Вас вариант и радоваться солнцу, не только ласкающему нашу душу и тело, но и дающему реальную экономию денежных средств.



ГЛАВА 11. ВЫБОР КОНСТРУКЦИИ ОГРАЖДЕНИЯ ЖИЛОГО ДОМА

(с примером расчета)

Зная основные принципы выполнения отдельных кнструкций, основы проектирования теплозащиты, конструирования ограждающих элементов теплых домов и основные принципы утепления стен, окон и перекрытий, необходимо уметь правильно подобрать конструкцию, обладающую требуемыми для данного места строительства теплоизоляционными свойствами.

Для этого, проводя теплотехнический расчет ограждения, устанавливают требуемое сопротивление теплопередаче и толщину конструкции, проверяют, возможно ли образование коиденсата на ее внутренней поверхности.

Порядок выполнения теплотехнического расчета приводится в примере. Необходимо выбрать толщину кирпичной стены из обыкновенного глиняного кирпича для дома, строящегося в г. Дмитрове (Московская область).

1. Определяют требуемое сопротивление теплопередаче стены. При вычислении принимают: температура внутреннего воздуха для жилых домов $t_в$ = 18°С, расчетная температура наружного воздуха в Дмитрове $t_н$ = -28°С, нормативный температурный перепад для жилых домов $t^н$ = 6°С, коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности стен для жилых домов $\alpha_в$ = = 8,7 Вт/(м^2·С), повышающий коэффициент для кирпичной стены $r_{эф}$ = 1,1, коэффициент теплоотдачи наружной поверхности для зимних условий $\alpha_н$ = = 23 Вт/(м^2·С), коэффициент теплопроводности кладки λ = 0,81 Вт/(м^2·С).

Требуемое сопротивление теплопередаче определяют по формуле или номограмме на рис. 11.1

$$R_0^{тр} = \frac{t_в - t_н}{\alpha_в \Delta t^н} r_{эф}$$

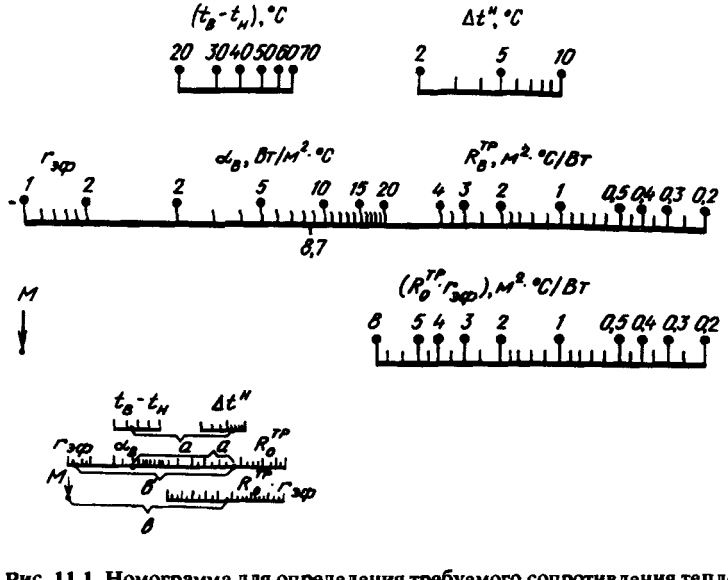


Рис. 11.1. Номограмма для определения требуемого сопротивления теплопередаче

При определении $R^{тр}$ по номограмме вычисления производить не надо. Воспользовавшись циркулем или линейкой, на шкале $(t_в - t_н)$ отмечают точку $(t_в - t_н) = 46$, на шкале $t^н$ точку $t^н = 6$. Измеряют циркулем это расстояние a. Затем на шкале в находят точку $\alpha_в = 8,7$, от нее на шкалу $R_0^{тр}$ откладывают расстояние a и считают ответ $R_0^{тр} = 0,88$ м$^{2.0}$С/Вт.

Для определения $R_0^{тр}$ $r_{эф}$ (коэффициент экономической эффективности) измеряют расстояние b между полученной точкой $R_0^{тр} = 0,88$ и $r_{эф} = 1,1$ на шкале $r_{эф}$. Затем от точки M на шкалу $R_0^{тр}$ $r_{эф}$ откладывают расстояние b, отмечая искомую точку $R_0^{тр}$ $r_{эф} = 0,97$ м$^{2.0}$С/Вт.

2. Определяют требуемую толщину наружной стены. Сопротивление теплопередаче стены вычисляют (см. рис. 2.6)

$$R_0 = R_в + R + R_н = 1/\alpha_в + R + 1/\alpha_н =$$

$$= 1/8,7 + R + 1/23 = R + 0,158.$$

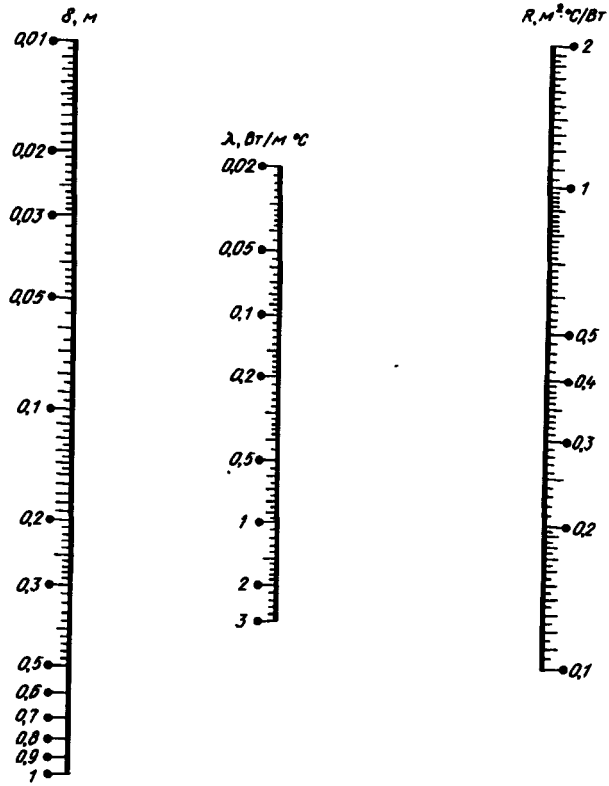


Рис. 11.2. Номограмма для определеиия толщины коиструкции

Приравнивая сопротивление теплопередаче стены к требуемому, определяют термическое сопротивление R. $R_0^{тр} = R + 0{,}158$, следовательно, $R = R_0^{тр} - 0{,}158 = 0{,}97 - 0{,}158 = 0{,}81$ м$^{2.0}$С/Вт.

Толщину конструкции определяют по формуле или номограмме на рис. 11.2

$$\delta = R\lambda.$$

При этом толщина кирпичной кладки на цементно-песчаном растворе [$\lambda = 0{,}81$ Вт/(м$^{2.0}$С)] равна: $\delta = 0{,}81 \cdot 0{,}81 = 0{,}65$ м, а на цементно-шлаковом растворе [$\lambda = 0{,}76$ Вт/(м·°С)] — $\delta = 0{,}81 \cdot 0{,}76 = 0{,}61$ м.

При определении толщины кладки по номограмме на шкале находят точку $\lambda = 0{,}76$, на шкале R — точку $R = 0{,}81$. Соединяют точки прямой линией и на пересечении со шкалой получают точку $\delta = 0{,}61$ (м). С учетом унифицированной толщины принимают кладку на цементно-шлаковом растворе толщиной $\delta = 0{,}64$ м. Ее сопротивление теплопередаче

$$R_0 = 1/\alpha_в + \delta/\lambda + 1/\alpha_н =$$

$$= 1/8{,}7 + 0{,}64/0{,}76 + 1/23 = 1 \text{ м}^{2.0}\text{С/Вт},$$

что больше требуемого сопротивления теплопередаче.

3. Определяют температуру точки росы в помещении. Для этого удобно воспользоваться номограммой на рис. 11.3. В помещении при температуре воздуха 18°С

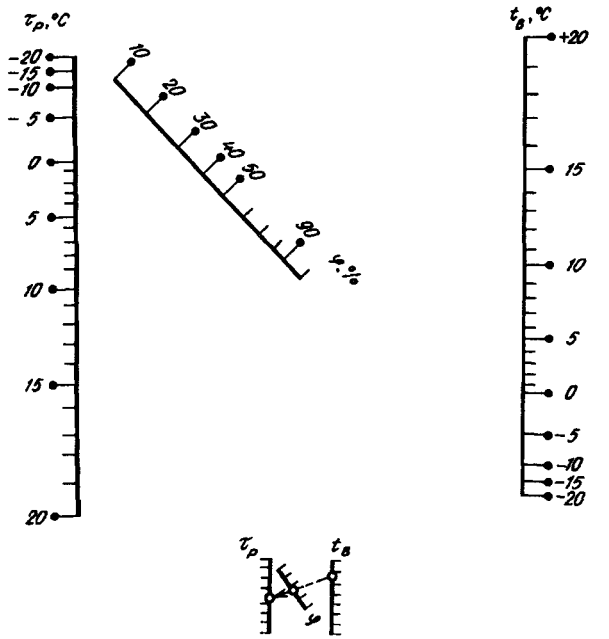
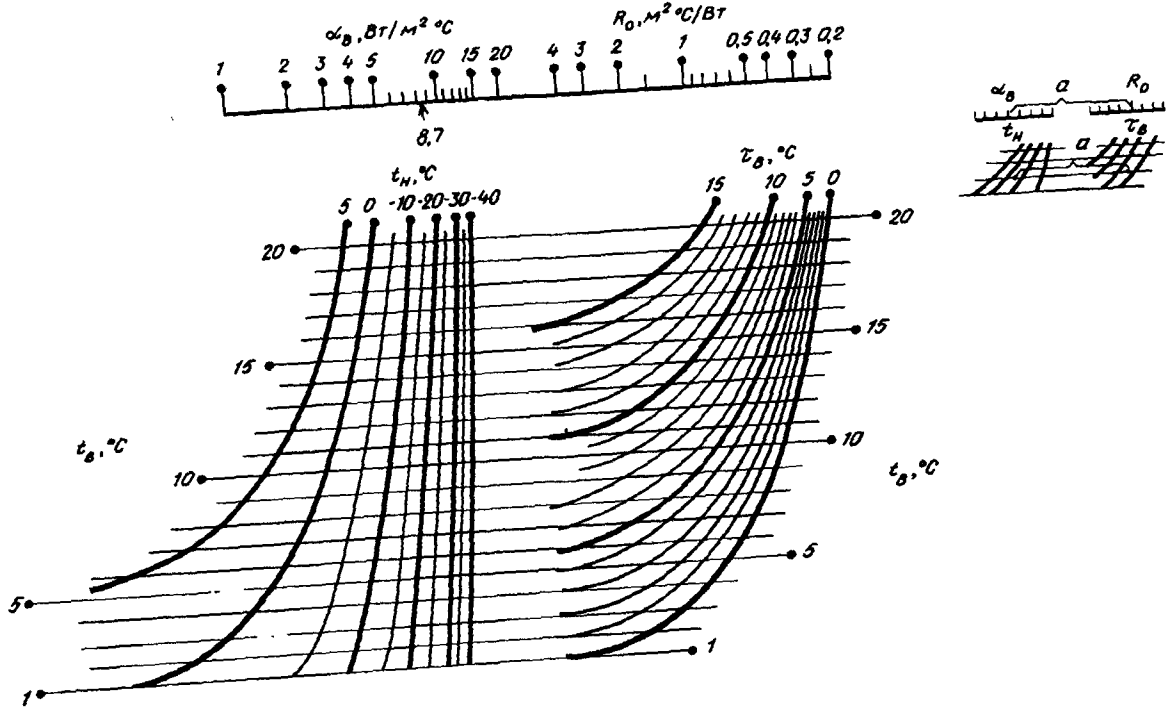


Рис. 11.13. Номограмма для определения температуры точки росы


$\alpha_в$, Вт/м² °С
1 2 3 4 5 10 15 20
R_0, м² °С/Вт
4 3 2 1 0,5 0,4 0,3 0,2
8,7
$t_н$, °С
5 0 -10 -20 -30 -40
$\tau_в$, °С
15 10 5 0
$t_в$, °С
20 15 10 5 1
$t_в$, °С
20 15 10 5 1
$\alpha_в$ a R_0
$t_н$ $\tau_в$
a

относительная влажность составляет $\varphi_в = 55\%$. Точку росы определяют, отмечая на шкале $t_в$ точку $t_в = 18^oC$, на шкале $\varphi_в$ — точку $\varphi_в = 55$. Соединяют эти точки прямой и на ее пересечении со шкалой $\tau_р$ получают точку $\tau_р = 9{,}1^oC$.

4. Определяют температуру на внутренней поверхности запроектированной кирпичной стены, имеющей сопротивление теплопередаче $R_0 = 1$ м$^{2.0}$С/Вт, по номограмме на рис. 11.4 или формуле

$$\tau_в = t_в - (t_в - t_н)/R_0.$$

Подставляя в нее численные значения, получают

$$\tau_в = 18 - [18 - (-28)]/(8{,}7 \cdot 1) = 12{,}7^oC.$$

Для определения температуры поверхности стены по номограмме на шкале $\alpha_в$ отмечают точку $\alpha_в = 8{,}7$, на шкале R_0 отмечают точку $R_0 = 1$. Измеряют расстояние c между этими точками. В поле ($t_н$, $t_в$) находят точку со значением $t_н = -28^oC$ и $t_в = +18^oC$. От этой точки вдоль линии $t_в = 18$ откладывают расстояние c и в поле ($\tau_в$, $t_в$) отмечают точку на этой же прямой. Определяют, что точка имеет значение $\tau_в = 12{,}7^oC$.

Сравнивая полученную температуру точки росы $9{,}1^oC$ и температуру на поверхности стены $12{,}7^oC$, устанавливают, что конденсат образовываться не будет.

Таким образом, проведенный теплотехнический расчет показал, что для строительства в Дмитрове по теплозащитным качествам подходит стена из кирпичной кладки на цементно-шлаковом растворе толщиной 0,64 м.

Теплотехнические показатели строительных материалов и конструкций

Материал	Плотность, кг/м³	Расчетные коэффициенты				
		теплопроводности, Вт/(м·°С)		теплоусвоения, Вт/(м·°С)		паропроницаемости, мг/(м·ч·Па)
		А	Б	А	Б	А, Б
I. БЕТОНЫ, ЦЕМЕНТНЫЕ И ГИПСОВЫЕ РАСТВОРЫ						
А. Бетоны на природных плотных заполнителях						
1. Железобетон	2500	1,92	2,04	17,98	16,95	0,03
2. Бетон на гравии или щебне из природного камня	2400	1,74	1,86	16,77	17,88	0,03
Б. Бетоны на природных пористых заполнителях						
3. Туфобетон	1800	0,87	0,99	11,38	12,79	0,09
4. "	1600	0,7	0,81	9,62	10,91	0,11
5. "	1400	0,52	0,58	7,76	8,03	0,11
6. "	1200	0,41	0,47	6,38	7,2	0,12
7. Пемзобетон	1600	0,62	0,68	8,54	9,3	0,075
8. "	1400	0,49	0,54	7,1	7,76	0,083
9. "	1200	0,4	0,43	5,94	6,41	0,098
10. "	1000	0,3	0,34	4,69	5,2	0,11
11. "	800	0,22	0,26	3,6	4,07	0,12
12. Бетон на вулканическом шлаке	1600	0,64	0,7	9,2	10,14	0,075
13. То же	1400	0,52	0,58	7,76	8,63	0,083
14. "	1200	0,41	0,47	6,38	7,2	0,09
15. "	1000	0,29	0,35	4,9	5,67	0,098
16. "	800	0,23	0,29	3,8	4,61	0,11
В. Бетоны на искусственных пористых заполнителях						
17. Керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобетон	1800	0,8	0,92	10,5	12,33	0,09

Материал	Плотность, кг/м³	Расчетные коэффициенты				
		теплопроводности, Вт/(м · °С)		теплоусвоения, Вт/(м · °С)		паропроницаемости, мг/(м · ч · Па)
		А	Б	А	Б	А, Б
18. Керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобетон	1600	0,67	0,79	9,06	10,77	0,09
19. ”	1400	0,56	0,65	7,75	9,14	0,098
20. ”	1200	0,44	0,52	6,36	7,57	0,11
21. ”	1000	0,33	0,41	5,03	6,13	0,14
22. ”	800	0,24	0,31	3,83	4,77	0,19
23. ”	600	0,2	0,26	3,03	3,78	0,26
24. ”	500	0,17	0,23	2,55	3,25	0,3
25. Керамзитобетон на кварцевом песке с поризацией	1200	0,52	0,58	6,77	7,72	0,075
26. То же	1000	0,41	0,47	5,49	6,35	0,075
27. ”	800	0,29	0,35	4,13	4,90	0,075
28. Керамзитобетон на перлитовом песке	1000	0,35	0,41	5,57	6,43	0,15
29. То же	800	0,29	0,35	4,54	5,32	0,17
30. Шунгизитобетон	1400	0,56	0,64	7,59	8,6	0,098
31. ”	1200	0,44	0,5	6,23	7,04	0,11
32. ”	1000	0,33	0,38	4,92	5,6	0,14
33. Перлитобетон	1200	0,44	0,5	6,96	8,01	0,15
34. ”	1000	0,33	0,38	5,5	6,38	0,19
35. ”	800	0,27	0,33	4,45	5,32	0,26
36. ”	600	0,19	0,23	3,24	3,84	0,3
37. Шлакопемзобетон	1800	0,63	0,76	9,32	10,83	0,075
38. То же	1600	0,52	0,63	7,98	9,29	0,09
39. ”	1400	0,44	0,52	6,87	7,9	0,098
40. ”	1200	0,37	0,44	5,83	6,73	0,11
41. ”	1000	0,31	0,37	4,87	5,63	0,11
42. Шлакопемзопено- и шлакопемзогазобетон	1600	0,63	0,7	9,29	10,31	0,09
43. То же	1400	0,52	0,58	7,9	8,78	0,098
44. ”	1200	0,41	0,47	6,49	7,31	0,11

Материал	Плотность, кг/м³	Расчетные коэффициенты				
		теплопроводности, Вт/(м · °С)		теплоусвоения, Вт/(м · °С)		паропроницаемости, мг/(м · ч · Па)
		А	Б	А	Б	А, Б
45. ”	1000	0,35	0,41	5,48	6,24	0,11
46. ”	800	0,29	0,35	4,46	5,15	0,13
47. Бетон на доменных гранулированных шлаках	1800	0,7	0,81	9,82	11,18	0,083
48. То же	1600	0,58	0,64	8,43	9,37	0,09
49. ”	1400	0,52	0,58	7,46	8,34	0,098
50. ”	1200	0,47	0,52	6,57	7,31	0,11
51. Аглопоритобетон и бетоны на топливных (котельных) шлаках	1800	0,85	0,93	10,82	11,98	0,075
52. То же	1600	0,72	0,78	9,39	10,34	0,083
53. ”	1400	0,59	0,65	7,92	8,83	0,09
54. ”	1200	0,48	0,54	6,64	7,45	0,11
55. ”	1000	0,38	0,44	5,39	6,14	0,14
56. Бетон на зольном гравии	1400	0,52	0,58	7,46	8,34	0,09
57. То же	1200	0,41	0,47	6,14	6,95	0,11
58. То же	1000	0,3	0,35	4,79	5,48	0,12
59. Вермикулитобетон	800	0,23	0,26	3,97	4,58	—
60. ”	600	0,16	0,17	2,87	3,21	0,15
61. ”	400	0,11	0,13	1,94	2,29	0,19
62. ”	300	0,09	0,11	1,52	1,83	0,23
Г. Бетоны ячеистые						
63. Газо- и пенобетон, газо- и пеносиликат	1000	0,41	0,47	6,13	7,09	0,11
64. То же	800	0,33	0,37	4,92	5,63	0,14
65. ”	600	0,22	0,26	3,36	3,91	0,17
66. ”	400	0,14	0,15	2,19	2,42	0,23
67. ”	300	0,11	0,13	1,68	1,95	0,26
68. Газо- и пенозолобетон	1200	0,52	0,58	8,17	9,46	0,075
69. То же	1000	0,44	0,5	6,86	8,01	0,098
70. ”	800	0,35	0,41	5,48	6,49	0,12
Д. Цементные известковые и гипсовые растворы						
71. Цементно-песчаный	1800	0,76	0,93	9,6	11,09	0,09

Материал	Плотность, кг/м³	Расчетные коэффициенты				
		теплопроводности, Вт/(м·°С)		теплоусвоения, Вт/(м·°С)		паропроницаемости, мг/(м·ч·Па)
		А	Б	А	Б	А, Б
72. Сложный (песок, известь, цемент)	1700	0,7	0,87	8,95	10,42	0,098
73. Известково-песчаный	1600	0,7	0,81	8,69	9,76	0,12
74. Цементно-шлаковый	1400	0,52	0,64	7	8,11	0,11
75. "	1200	0,47	0,58	6,16	7,15	0,14
76. Цементно-перлитовый	1000	0,26	0,3	4,64	5,42	0,15
77. "	800	0,21	0,26	3,73	4,51	0,16
78. Гипсоперлитовый	600	0,19	0,23	3,24	3,84	0,17
79. Поризованный гипсоперлитовый	500	0,15	0,19	2,44	2,95	0,43
80. То же	400	0,13	0,15	2,03	2,35	0,53
81. Плиты из гипса	1200	0,41	0,47	6,01	6,7	0,098
82. То же	1000	0,29	0,35	4,62	5,28	0,11
83. Листы гипсовые обшивочные (сухая штукатурка)	800	0,19	0,21	3,34	3,66	0,075
II. КИРПИЧНАЯ КЛАДКА И ОБЛИЦОВКА ПРИРОДНЫМ КАМНЕМ						
А. Кирпичная кладка из сплошного кирпича						
84. Глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе	1800	0,7	0,81	9,2	10,12	0,11
85. Глиняного обыкновенного на цементно-шлаковом растворе	1700	0,64	0,76	8,64	9,7	0,12

Материал	Плотность, кг/м³	Расчетные коэффициенты				
		теплопроводности, Вт/(м · °С)		теплоусвоения, Вт/(м · °С)		паропроницаемости, мг/(м · ч Па)
		А	Б	А	Б	А, Б
86. Глиняного обыкновенного на цементно-перлитовом растворе	1600	0,58	0,7	8,08	9,23	0,15
87. Силикатного на цементно-песчаном растворе	1800	0,76	0,87	9,77	10,9	0,11
88. Трепельного на цементно-песчаном растворе	1200	0,47	0,52	6,26	6,49	0,19
89. То же	1000	0,41	0,47	5,35	5,96	0,23
90. Шпакового на цементно-песчаном растворе	1500	0,64	0,7	8,12	8,76	0,11
Б. Кирпичная кладка из кирпича керамического и силикатного пустотного						
91. Керамического пустотного плотностью 1400 кг/м³ (брутто) на цементно-песчаном растворе	1600	0,58	0,64	7,91	8,48	0,14
92. Керамического пустотного плотностью 1300 кг/м³ (брутто) на цементно-песчаном растворе	1400	0,52	0,58	7,01	7,56	0,16

Материал	Плотность, кг/м³	Расчетные коэффициенты теплопроводности, Вт/(м·°С)		теплоусвоения, Вт/(м·°С)		паропроницаемости, мг/(м·ч·Па)
		А	Б	А	Б	А, Б
93. Керамического пустотного плотностью 1000 кг/м³ (брутто) на цементно-песчаном растворе	1200	0,47	0,52	6,16	6,62	0,17
94. Силикатного одиннадцатипустотного на цементно-песчаном растворе	1500	0,7	0,81	8,59	9,63	0,13
95. Силикатного четырнадцатипустотного на цементно-песчаном растворе	1400	0,64	0,76	7,93	9,01	0,14
В. Облицовка природным камнем						
96. Гранит, гейс и базальт	2800	3,49	3,49	25,04	25,04	0,008
97. Мрамор	2800	2,91	2,91	22,86	22,86	0,008
98. Известняк	2000	1,16	1,28	12,77	13,7	0,06
99. "	1800	0,93	1,05	10,85	11,77	0,075
100. "	1600	0,73	0,81	0,06	9,75	0,09
101. "	1400	0,56	0,58	7,42	7,72	0,11
102. Туф	2000	0,93	1,05	11,68	12,92	0,075
103. "	1800	0,7	0,81	9,61	10,76	0,083
104. "	1600	0,52	0,64	7,81	9,02	0,09
105. "	1400	0,43	0,52	6,64	7,6	0,098
106. Туф	1200	0,35	0,41	5,55	6,25	0,11
107. "	1000	0,24	0,29	4,2	4,8	0,11
III. ДЕРЕВО, ИЗДЕЛИЯ ИЗ НЕГО И ДРУГИХ ПРИРОДНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ						
108. Сосна и ель поперек волокон	500	0,14	0,18	3,87	4,54	0,06

Материал	Плотность, кг/м³	Расчетные коэффициенты				
		теплопроводности, Вт/(м · °С)		теплоусвоения, Вт/(м · °С)		паропроницаемости, мг/(м · ч · Па)
		А	Б	А	Б	А, Б
109. Сосна и ель вдоль волокон	500	0,29	0,35	5,56	6,33	0,32
110. Дуб поперек волокон	700	0,18	0,23	5	5,86	0,05
111. Дуб вдоль волокон	700	0,35	0,41	6,9	7,83	0,3
112. Фанера клееная	600	0,15	0,18	4,22	4,73	0,02
113. Картон облицовочный	1000	0,21	0,23	6,2	6,75	0,06
114. Картон строительный многослойный	650	0,15	0,18	4,26	4,89	0,083
115. Плиты древесно-волокнистые и древесно-стружечные	1000	0,23	0,29	6,75	7,7	0,12
116. То же	800	0,19	0,23	5,49	6,13	0,12
117. Плиты древесно-волокнистые и древесно-стружечные	600	0,13	0,16	3,93	4,43	0,13
118. То же	400	0,11	0,13	2,95	3,26	0,19
119. ”	200	0,07	0,08	1,67	1,81	0,24
120. Плиты фибролитовые и арболит на портландцементе	800	0,24	0,3	6,17	7,18	0,11
121. То же	600	0,18	0,23	4,63	5,43	0,11
122. ”	400	0,13	0,16	3,21	3,7	0,26
123. ”	300	0,11	0,14	2,56	2,99	0,3
124. Плиты камышитовые	300	0,09	0,14	2,31	2,99	0,45
125. То же	200	0,07	0,09	1,67	1,98	0,49
126. Плиты торфяные теплоизоляционные	300	0,07	0,08	2,12	2,34	0,19
127. То же	200	0,06	0,064	1,6	1,71	0,49
128. Пакля	150	0,08	0,07	1,3	1,47	0,49

Материал	Плотность, кг/м³	Расчетные коэффициенты				
		теплопроводности, Вт/(м · °С)		теплоусвоения, Вт/(м · °С)		паропроницаемости, мг/(м · ч · Па)
		А	Б	А	Б	А, Б
IV. ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ						
А. Минераловатные и стекловолокнистые						
129. Маты минераловатные прошивные и на синтетическом связующем	125	0,064	0,07	0,73	0,82	0,3
130. То же	75	0,06	0,064	0,55	0,61	0,49
131. ”	50	0,052	0,06	0,42	0,48	0,53
132. Плиты мягкие, полужесткие и жесткие минераловатные на синтетическом и битумном связующих	350	0,09	0,11	1,46	1,72	0,38
133. То же	300	0,087	0,09	1,32	1,44	0,41
134. ”	200	0,076	0,08	1,01	1,11	0,49
135. ”	100	0,06	0,07	0,64	0,73	0,56
136. ”	50	0,052	0,06	0,42	0,48	0,6
137. Плиты минераловатные повышенной жесткости на органофосфатном связующем	200	0,07	0,076	0,94	1,01	0,45
138. Плиты полужесткие минераловатные на крахмальном связующем	200	0,076	0,08	1,01	1,11	0,38
139. То же	125	0,06	0,064	0,7	0,78	0,38

Материал	Плотность, кг/м³	Расчетные коэффициенты теплопроводности, Вт/(м · °С)		теплоусвоения, Вт/(м · °С)		паропроницаемости, мг/(м · ч · Па)
		А	Б	А	Б	А, Б
140. Плиты из стеклянного штапельного волокна на синтетическом связующем	50	0,06	0,064	0,44	0,5	0,6
141. Маты и полосы из стеклянного волокна прошивные	150	0,064	0,07	0,8	0,9	0,53
Б. Полимериые						
142. Пенополистирол	150	0,052	0,06	0,89	0,99	0,05
143. То же	100	0,041	0,052	0,65	0,82	0,05
144. ”	40	0,041	0,05	0,41	0,49	0,05
145. Пенопласт ПХВ-1 и ПВ-1	125	0,06	0,064	0,86	0,99	0,23
146. То же	100 и менее	0,05	0,052	0,68	0,8	0,23
147. Пенополиуретан	80	0,05	0,05	0,67	0,7	0,05
148. То же	60	0,041	0,041	0,53	0,55	0,05
149. ”	40	0,04	0,04	0,4	0,42	0,05
150. Плиты из резольно-фенолоформальдегидного пенопласта	100	0,052	0,076	0,85	1,18	0,15
151. То же	75	0,05	0,07	0,72	0,98	0,23
152. ”	50	0,05	0,064	0,59	0,77	0,23
153. ”	40	0,041	0,06	0,48	0,66	0,23
154. Перлитопластобетон	200	0,052	0,06	0,93	1,01	0,008
155. То же	100	0,041	0,05	0,58	0,66	0,008
156. Перлитофосфогелевые изделия	300	0,08	0,12	1,43	2,02	0,2
157. То же	200	0,07	0,09	1,1	1,43	0,23
В. Засыпки						
158. Гравий керамзитовый	800	0,21	0,23	3,36	3,6	0,21
159. То же	600	0,17	0,2	2,62	2,91	0,23

Материал	Плотность, кг/м³	Расчетные коэффициенты				
		теплопроводности, Вт/(м · °С)		теплоусвоения, Вт/(м · °С)		паропроницаемости, мг/(м · ч · Па)
		А	Б	А	Б	А, Б
160. ”	400	0,13	0,14	1,87	1,99	0,24
161. ”	300	0,12	0,13	1,56	1,66	0,25
162. ”	200	0,11	0,12	1,22	1,3	0,26
163. Гравий шунгизитовый	800	0,2	0,23	3,28	3,68	0,21
164. То же	600	0,16	0,2	2,54	2,97	0,22
165. ”	400	0,13	0,14	1,87	2,03	0,23
166. Щебень из доменного шлака, шлаковой пемзы и аглопорита	800	0,21	0,26	3,36	3,83	0,21
167. То же	600	0,18	0,21	2,7	2,98	0,23
168. ”	400	0,14	0,16	1,94	2,12	0,24
169. Щебень и песок из перлита вспученного	600	0,111	0,12	2,07	2,2	0,26
170. То же	400	0,087	0,09	1,5	1,56	0,3
171. ”	200	0,076	0,08	0,99	1,04	0,34
172. Вермикулит вспученный	200	0,09	0,11	1,08	1,24	0,23
173. То же	100	0,076	0,08	0,7	0,75	0,3
174. Песок для строительных работ	1600	0,47	0,58	6,95	7,91	0,17
Г. Пеностекло или газостекло						
175. Пеностекло или газостекло	400	0,12	0,14	1,76	1,94	0,02
176. То же	300	0,11	0,12	1,46	1,56	0,02
177. ”	200	0,08	0,09	1,01	1,1	0,03
У. МАТЕРИАЛЫ КРОВЕЛЬНЫЕ, ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ, ОБЛИЦОВОЧНЫЕ И РУЛОННЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ПОЛОВ						
А. Асбестоцемеитные						
178. Листы асбестоцементные плоскне	1800	0,47	0,52	7,55	8,12	0,03

Материал	Плотность, кг/м³	Расчетные коэффициенты				
		теплопроводности, Вт/(м · °С)		теплоусвоения, Вт/(м · °С)		паропроницаемости, мг/(м · ч · Па)
		А	Б	А	Б	А, Б
179. То же	1600	0,35	0,41	6,14	6,80	0,03
Б. Битумные						
180. Битумы нефтяные строительные и кровельные	1400	0,27	0,27	6,8	6,8	0,08
181. То же	1200	0,22	0,22	5,69	5,69	0,008
182. ”	1000	0,17	0,17	4,56	4,56	0,008
183. Асфальтобетон	2100	1,05	1,05	16,43	16,43	0,008
184. Изделия из вспученного перлита на битумном связующем	400	0,12	0,13	2,45	2,59	0,04
185. То же	300	0,09	0,099	1,84	1,95	0,04
186. Рубероид, пергамин, толь	600	0,17	0,17	3,53	3,53	
В. Линолеумы						
187. Линолеум поливинилхлоридный многослойный	1800	0,38	0,38	8,56	8,56	0,002
188. То же	1600	0,33	0,33	7,52	7,52	0,002
189. Линолеум поливинилхлоридный на тканевой подоснове	1800	0,35	0,35	8,22	8,22	0,002
190. То же	1600	0,29	0,29	7,05	7,05	0,002
191. ”	1400	0,23	0,23	5,87	5,87	0,001
VI. МЕТАЛЛЫ И СТЕКЛО						
192. Сталь стержневая арматурная	7850	58	58	126,5	126,5	0
193. Чугун	7200	50	50	112,5	112,5	0
194. Алюминий	2600	221	221	187,6	187,6	0
195. Медь	8500	407	407	326	326	0
196. Стекло оконное	2500	0,76	0,76	10,79	10,79	0

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3
ГЛАВА 1. КЛИМАТ И ТЕПЛОЗАЩИТА ЖИЛОГО ДОМА . . 4
ГЛАВА 2. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ТЕПЛОЗАЩИТЫ ДОМОВ 19
2.1. Немного о теории теплопередачи 19
2.2. Требования к теплозащите наружных ограждений 27
2.3. Теплопотери через различные виды наружных ограждений 38
2.4. Защита наружных ограждений от сырости 46
ГЛАВА 3. ВЫБОР АРХИТЕКТУРНОГО ОБЛИКА ЖИЛОГО ДОМА 58
3.1. Влияние форм дома на теплопотери 58
3.2. Оптимальные размеры поверхности остекления 61
3.3. Особенности выбора конструкций покрытий и крыш . . . 63
ГЛАВА 4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ЖИЛЫХ ДОМОВ 65
4.1. Каменные материалы 65
4.2. Древесные строительные материалы 70
4.3. Защита древесины от повреждения насекомыми и грибами 72
4.4. Строительные стекла 84
4.5. Вяжущие материалы 86
4.6. Теплоизоляционные материалы 92
4.7. Паро-, гидроизоляционные и кровельные материалы . 108
4.8. Герметизирующие и уплотняющие материалы 117
ГЛАВА 5. СТЕНЫ ЖИЛЫХ ДОМОВ 123
5.1. Конструкции стен жилых домов 123
5.2. Устройство дополнительной теплоизоляции 155
5.3. Утепление стен изнутри 160
5.4. Утепление стен снаружи 173
ГЛАВА 6. РАЦИОНАЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ОКОН 186
6.1. Современные конструкции окон 186
6.2. Пути повышения герметичности окон 194
6.3. Улучшение теплозащитных свойств окон различными конструктивными мероприятиями 218
ГЛАВА 7. СПОСОБЫ УТЕПЛЕНИЯ ПОКРЫТИЙ И КРЫШ ЖИЛЫХ ДОМОВ 232

ГЛАВА 8. ПЕРЕКРЫТИЯ И ПОЛЫ ЖИЛЫХ ДОМОВ 255
8.1. Конструктивные решения 255
8.2. Пути повышения теплозащиты 286
ГЛАВА 9. СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ В ЖИЛЫХ ДОМАХ . . .299
ГЛАВА 10. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В ЖИЛЫХ ДОМАХ 332
ГЛАВА 11. ВЫБОР КОНСТРУКЦИИ ОГРАЖДЕНИЯ ЖИЛОГО ДОМА (с примером расчета) 348
ПРИЛОЖЕНИЕ. **ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ** 354

Справочное издание

УМНЯКОВА НИНА ПАВЛОВНА

КАК СДЕЛАТЬ ДОМ ТЕПЛЫМ

Редактор *Л.И. Круглова*
Технический редактор *Н.Е. Цветкова*
Корректор *Н.А. Шатерникова*
Операторы: *З.М. Лукьянчикова, М.В. Карамнова, С.А. Савченко, Н.М. Мухутдинова, Л.В. Марина*

Оригинал-макет изготовлен в Стройиздате с использованием настольной издательской системы на основе ПВЭМ

Лицензия 020441 от 28.02.92

№ 6262

Подписано в печать 20.11.95. Формат 84x108[1]/32. Бумага офсетная.
Печать офсетная .Усл.печ.л. 19,32. Уч.-изд.л. 19,81
Тираж 30 000 (1-й завод 1—10 000) экз. Изд. А-XV-4538. Заказ 1224

Стройиздат. 101442 Москва, Долгоруковская- 23а

АООТ "Тверской полиграфический комбинат"
170024, г. Тверь, Проспект Ленина, 5