

# ПОЛНАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ ДОМАШНЕГО МАСТЕРА



**Строительство**  
**Электричество**  
**Водоснабжение**

**Гидроизоляция**  
**Утепление**  
**Сварочные работы**

Ю.С. Пернатьев

# ПОЛНАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ ДОМАШНЕГО МАСТЕРА



Строительство. Электричество. Водоснабжение.  
Утепление. Гидроизоляция. Сварочные работы

Белгород  
Книжный Клуб «Клуб Семейного Досуга»  
2019

**Пернатъев Ю.С.**

**«Полная энциклопедия домашнего мастера. Строительство. Электричество. Водоснабжение. Утепление. Гидроизоляция. Сварочные работы». - Белгород: Книжный Клуб «Клуб Семейного Досуга, 2019. – 216 с.**

**ISBN 978-617-12-2332-5, 978-617-12-2333-2, 978-5-9910-3751-8**

Эта книга станет верным помощником и надежным консультантом домашнего мастера! Секреты каменщиков, кровельщиков, штукатуров и сварщиков и огромное количество информации по современным материалам и технологиям тепло– и гидроизоляции, оборудованию системы водоснабжения и прокладке электрической проводки.

Как смонтировать подвесной и натяжной потолок

Как установить и собрать электрощит

Как установить унитаз и душевую кабину

Как утеплить внутренние и наружные стены

Как ликвидировать мостики холода

Как выбрать трубы для водопровода и канализации.

Дом, квартира, балкон или ванная комната – руки мастера нужны везде. Эта энциклопедия поможет им стать золотыми!

© DepositPhotos.com / maxxyustas, kalinovsky, orcearo, kontur-vid, ViewApart, Hackman, bvb1981, обложка, 2019

© Книжный Клуб «Клуб Семейного Досуга», издание на русском языке, 2019

© ООО «Книжный клуб “Клуб семейного досуга”», г. Белгород, 2019

## **Введение**

Каждый дом должен быть сухим, теплым, долговечным и экономным в эксплуатации. Пожалуй, это главное, на что нужно обращать внимание при проектировании и строительстве современного жилища. Основа же долговечности и энергоэффективности дома – качественная изоляция ограждающих конструкций. Только при тщательной и грамотно выполненной защите всего строения – от фундамента до крыши – можно рассчитывать, что оно прослужит долго и не будет требовать частых ремонтов. Лишь тогда можно со спокойной душой приступать к созданию в доме уюта. Правда, даже в теплом и сухом доме, расположенном возле улицы с оживленным движением или модного ресторана, покой может только сниться, если вообще удастся заснуть. Не меньше беспокойства приносят и шумные соседи, особенно в многоквартирных домах. Но и в этом случае можно оградить свое жилье от внешних раздражителей.

Конечно, чтобы достичь комфорта, придется потрудиться. И начать стоит еще до того, как будет вырыт котлован, – на стадии проектирования. В хорошем проекте гидро-, тепло- и шумоизоляция должны не только соответствовать действующим строительным и санитарным требованиям, но и учитывать современные тенденции. В мире сейчас все больше внимания уделяется энергосбережению, и самым популярным жилищем становится так называемый экологический дом, который еще называют энергоэффективным или пассивным. Это сооружение, основной эксплуатационной особенностью которого является отсутствие необходимости отопления или малое энергопотребление (в среднем около 10 % от удельной энергии на единицу объема, потребляемой большинством современных зданий). Конечно, в наших отнюдь не тропических широтах об отсутствии отопления говорить не приходится, однако вопрос сокращения затрат на отопление жилья становится все более актуальным. Не меньшей проблемой становится и содержание в теплом и сухом состоянии жилищного фонда, на ремонт которого у коммунальных служб вечно не хватает средств.

Но главным все же должно стать желание владельца сделать свое жилье не очень дорогим в эксплуатации, безопасным, удобным и комфортным. О том, как именно этого добиться, и пойдет речь дальше.

## **1. Строительство**

### **Планирование участка и дома**

При выборе места для строительства необходимо учитывать характер застройки соседних участков, соблюдать противопожарные и санитарные разрывы между постройками. Если вход на участок с севера, то дом лучше размещать в начале участка, если с юга – то в глубине. В некоторых случаях ближе к дороге лучше разбить сад, огород или цветник, которые при должном уходе только украсят вид на участок.

Участок разбивается на зоны. Зона отдыха, как правило, формируется возле дома. Она может быть засеяна газонными травами с вкраплением мощений из бетонных плит и естественных камней, оформлена группой цветущих кустов. От сада и огорода эту зону можно отделить декоративными экранами-решетками. На зеленом газоне можно высадить одно-два дерева, в тени которых расставить садовую мебель. Если нет деревьев, можно

натянуть тент или соорудить навес.

В семье, где есть маленькие дети, естественно, встанет вопрос о постройке детской площадки. Располагают площадку так, чтобы она просматривалась и из дома, и от хозяйственного блока. На детской площадке необходимо иметь хотя бы минимальный набор предметов: песочницу, качели (вертикальные и горизонтальные), турник. Последний можно дополнить съемными спортивными снарядами: кольцами, канатом, веревочной лестницей и т. п.

Дом на участке лучше расположить не ближе 6–10 м от улицы. Такое расстояние позволяет защитить его от уличного шума и пыли зелеными насаждениями, одновременно сохраняя визуальную связь с улицей. При небольшой ширине участка (15–20 м) жилой дом целесообразно разместить у боковой границы. Таким образом можно использовать участок максимально эффективно.

Главным украшением любого дома является фасад. Как правило, веранда и балконы предусмотрены именно в этой части дома, поэтому лучше их располагать со стороны водоема, сада или леса. Если в проекте предусмотрен стеклянный фасад, то для лучшего прогрева он должен находиться на южной стороне дома.

### **Экономичность**

Выбирая проект дома, стоит держать в уме формулу, найденную еще в древности: функция, прочность, красота. Выбранный проект, безусловно, должен быть экономически целесообразен. Чем больше коридоров, лестниц, проходов и кладовок, тем меньше места останется на жилое пространство. Поэтому одним из основных показателей является как раз отношение площади жилых комнат к площади подсобных помещений. Еще одним немаловажным показателем служат проектные затраты на отопление дома. Чем меньше площадь наружных конструкций (стены, крыши), тем меньше потери тепла.

Эффективность отопления будет больше у дома, расположенного на южном склоне и защищенного таким образом от северных ветров. Влияют на этот показатель и площадь окон, и выбранная конструкция стен. Поэтому до начала строительства следует предусмотреть утепление окон и дверей, кровли, перекрытий.

### **Жилые комнаты**

Считается, что площадь каждой жилой комнаты должна быть не менее 8 м<sup>2</sup>. Спальни в основном размещают на верхних этажах или в мансарде. Их желательно располагать на южной или восточной стороне – эти комнаты должны быть самыми светлыми. Площадь спальни может достигать 14–16 м<sup>2</sup>. В любом случае ее должно быть достаточно, чтобы поставить кровать и тумбочку. Однако если проектом не предусмотрено отдельных комнат для работы и хранения одежды, то площадь спальни желательно еще увеличить.

Спальни предназначены для отдыха, поэтому их следует изолировать от других комнат коридором или лестницей. Проходными комнатами могут быть гостиная, столовая, холл. Площадь гостиной должна быть достаточно большой, ведь здесь принимают гостей, это лицо всего дома. В гостиной можно спроектировать камин, колонны, объединить ее с зимним садом и сделать выход на веранду.

### **Подсобные помещения**

Подвал может быть спроектирован под всем домом или только под какой-либо его частью. Но, конечно, спроектированный под всем домом подвал гораздо лучше. Прежде всего потому, что там можно разместить котельную, другое инженерное оборудование, баню или сауну, хозяйственные помещения, гараж.

Кухня должна условно разбиваться на две зоны: место для приготовления пищи и

столовую. Для того чтобы кухня не перегревалась, ее лучше проектировать на северной или северо-западной стороне, кроме того, необходимо устраивать принудительную вытяжную вентиляцию. При использовании для обогрева дома современных отопительных приборов будет достаточно одного дымохода на крыше.

Следует также учесть, что каждый проект рассчитан на определенное количество людей, которые будут жить в доме. Именно состав семьи больше всего влияет на выбор площади и этажности дома. Но следует предусмотреть и увеличение семьи. Ведь дом – это долговременные инвестиции. Если в семье несколько детей, нужно строить дом с расчетом еще и на то, что у них появятся свои семьи, которые могут жить здесь же. Привычки каждого члена семьи тоже влияют на величину дома и количество дополнительных помещений. Возможно, кто-то из взрослых мечтает о домашнем кабинете и бильярдной, спортзале и бассейне, а дети – о комнате-зоопарке для домашних животных.

## **Размещение сооружений**

Планировка приусадебного участка и организация соответствующих функциональных зон обусловлены взаимным расположением построек и сооружений на участке, среди которых основным является жилой дом. Размещение жилого дома на улицах с усадебной застройкой определяется так называемой красной линией, которая обычно совпадает с границей участка. Жилые дома строятся вдоль линии застройки. Минимальное расстояние между красной линией и линией застройки градостроительными нормами и правилами установлено 6 м для главных и 3 м – для жилых улиц. Категория улиц определяется генеральными планами населенного пункта, и указанные выше расстояния контролируются районным архитектором. Минимальное расстояние между линией застройки и красной линией должно соблюдаться не только при постановке жилого дома, но и при размещении других сооружений, за исключением гаража, который допускается размещать по красной линии.

При застройке улиц однотипными домами во избежание ее монотонности и однообразия расположение отдельных групп жилых зданий рекомендуется проектировать так, чтобы они находились на разном расстоянии от красной линии. Отступ должен быть достаточно заметным, но не чрезмерным. Ведь чем дальше от улицы вглубь участка отодвигается дом, тем меньше площади остается для организации жилого и хозяйственного дворов, сада и огорода.

Наиболее рационально сдвигать группу жилых домов по отношению к соседней на 1/3–1/2 корпуса жилого дома. Отступ жилого дома от улицы имеет не только градостроительное, но и психологическое значение. Смещение жилого дома вглубь участка способствует улучшению зрительной изоляции жилых комнат, веранды и других помещений, что создает необходимые условия психологического комфорта.

Наиболее распространенной и предпочтительной является постановка дома со смещением его к одной из боковых границ участка. Жилой дом практически всегда сдвигается к одной из боковых границ участка. В большинстве случаев это обусловлено тем, что вход в дом организовывался с бокового фасада. Однако и сегодня, когда многие дома имеют по два входа, с главного и дворового фасадов, подобная постановка обеспечивает удобную планировку участка. Если ближайшая к этой границе стена дома не имеет оконных проемов, то дом целесообразно придвинуть к границе, оставив между домом и соседним участком проход такой ширины, которой будет достаточно для ухода и текущего ремонта дома.

Степень приближения дома к боковой границе участка определяется как планировкой дома, наличием оконных проемов на боковом фасаде, так и размещением зданий и сооружений на соседних участках. Последнее особо следует учитывать, поскольку при новом строительстве необходимо соблюдать противопожарные и санитарные разрывы как между строениями на собственном участке, так и между жилым домом и постройками на

соседних участках.

При этом надо иметь в виду, что если санитарные и противопожарные разрывы не совпадают, то принимаются большие из них. Противопожарные разрывы между парами домов зависят от материала стен. Расстояние между жилыми кирпичными домами должно быть не менее 6 м, между кирпичным и деревянным – 10 м, между деревянными – 15 м. Но при этом расстояние от окон жилых комнат или веранд до любых построек как на своем, так и на соседнем участке должно составлять не менее 7 м.

Между жилым домом и хозяйственными постройками, а также между хозяйственными постройками на двух соседних участках противопожарные разрывы принимаются как между двумя жилыми домами. Санитарные разрывы определяются в первую очередь между жилым домом и хозяйственными постройками для скота и птицы. Этот разрыв должен составлять не менее 12 м. Кроме того, нормируются расстояния между жилым домом и навозохранилищем, компостной ямой, уборной и мусоросборником, а также между шахтным колодцем и указанными постройками и сооружениями.

На практике нередко напротив главного входа в дом с бокового фасада размещают хозяйственные постройки. При кажущемся удобстве такое решение имеет много недостатков. Во-первых, если в хозпостройках располагается сарай для содержания скота и птицы, почти невозможно соблюсти необходимый санитарный разрыв между ним и жилым домом. Но даже при отсутствии в хозпостройке помещений для скота и птицы жилой и хозяйственный дворы при подобной параллельной или двухрядной застройке участка образуют единое целое. При этом прямо перед главным входом в дом выполняются различные хозяйственные работы, поэтому постоянно содержать эту территорию в чистоте и порядке чрезвычайно сложно. К тому же она широко раскрыта на улицу, что нарушает одно из основных требований к жилищу – обеспечение необходимой изоляции личной жизни семьи. Во-вторых, в этих условиях трудно создать собственно двор. Сложно найти место для отдыха, для занятий учащихся на открытом воздухе, чтобы поужинать всей семьей или просто посидеть с друзьями.

Кроме того, при постановке жилого дома и хозпостроек параллельно друг другу требуется такая ширина участка, которая обеспечила бы необходимые санитарные и противопожарные разрывы. Более удобно можно организовать участок, отодвинув хозпостройки вглубь двора. Если в доме один вход, то возле него создается жилой двор, который может быть защищен от посторонних взглядов с улицы зелеными насаждениями.

Если же дом имеет два входа – главный, как правило, обращенный прямо на улицу, и хозяйственный, расположенный с противоположного фасада, то в этом случае хозяйственный двор организуется у хозяйственного входа. Жилой двор при этом больше тяготеет к саду, а также и к хозяйственному входу, так как в повседневной жизни семьи хозяйственным входом пользуются чаще. В тех же случаях, когда жилой дом имеет еще и дополнительный летний вход через веранду, жилой двор наиболее удобно располагать именно в этом месте.

Бытовые постройки, не имеющие в своем составе помещений для скота и птицы, целесообразно максимально приблизить к жилому дому, а при наличии возможности – блокировать с ним. Сарай для содержания скота и птицы необходимо максимально отодвинуть в глубину участка.

Рядом с жилым домом организуется хозяйственный въезд на участок шириной 2,2–2,5 м, который служит для различных хозяйственных нужд – завоза твердого топлива, удобрений и т. д. – и должен идти до хозяйственного двора. Для сокращения площади мощения пешеходные дорожки желательно совмещать с проездом.

В тех случаях, когда хозяйственный проезд проходит с тыльной стороны усадебных участков, въезд на участок со стороны улицы – только пешеходный проход. Но если в хозяйстве имеется личный автомобиль, въезд на участок следует организовывать с улицы, тогда он будет использоваться как для хозяйственных нужд, так и для проезда личного автомобиля. Допустимо хозяйственный въезд организовать с тыльной стороны участка, а

гараж для автомобиля поставить по красной линии во избежание потерь земли на дополнительный проезд. Пешеходная дорожка ведет к главному входу в дом и жилому двору. Если главный вход располагается на боковом фасаде, то пешеходный проход вдоль боковой стены обеспечивает связь входа в дом с хозяйственной зоной участка. Если же главный вход расположен на главном фасаде, то, во-первых, проход и проезд могут быть разорваны, а во-вторых, следует обеспечить проход вокруг дома между главным и хозяйственным входами.

При расположении хозпостроек в глубине участка следует учитывать, что каждое из строений может быть построено как отдельно стоящим, так и сблокированным с другими хозпостройками или с жилым домом. Практика строительства бытовых и хозяйственных построек свидетельствует о нецелесообразности строительства отдельных объектов. Ведь разрывы между отдельными постройками невозможно использовать. Кроме того, при строительстве сблокированных построек достигается заметная экономия строительных материалов за счет общих стен и фундаментов и упрощенной по сравнению с отдельно стоящими постройками конструкцией кровли.

Хозпостройки могут быть сблокированы в единый хозяйственно-бытовой блок или в два блока – бытовой и хозяйственный. В бытовой блок объединяют такие помещения, как летняя кухня, помещение для переработки овощей и фруктов.

Основа хозяйственного блока – сарай для содержания скота и птицы. Такие помещения, как сарай для хранения твердого топлива и инвентаря, хозяйственный навес, гараж, могут быть сблокированы как с бытовым, так и с хозяйственным блоками. Погреб может быть устроен только в бытовом блоке или отдельно стоящим, так как по санитарным нормам устройство его под помещениями для содержания скота и птицы запрещено. Между жилым домом и хозяйственно-бытовым или хозяйственным блоком, в котором содержатся скот и птица, необходимо соблюдать санитарный разрыв 12 м.

Бытовой блок желательно максимально приблизить к жилому дому, а если есть возможность, пристроить к нему. Такое приближение сокращает целый ряд хозяйственных связей, помогает рационально организовать хозяйственный двор, а в случае блокировки с домом дает экономический эффект, так же как и при блокировке хозпостроек.

Летняя кухня широко распространена в практике индивидуального строительства, а такие строения, как баня и теплица, являются относительно новыми и пока широкого распространения не имеют. Баня и теплица могут располагаться на участке отдельно. Но если для теплицы это характерно (она может быть вообще вынесена в огород, частью которого и является), то баня тяготеет к бытовому блоку.

Гараж на участке может быть поставлен прямо на красной линии, может быть отдельно стоящим в глубине участка, сблокированным с бытовым или хозяйственным блоком или жилым домом. При блокировке гаража с жилым домом следует иметь в виду, что строительными нормами запрещается примыкание гаража к стенам жилых комнат.

Выбирая место для гаража на участке, следует совместить хозяйственный въезд на участок с подъездами к гаражу или обеспечить возможно кратчайшее расстояние до него от улицы, так как проезды уменьшают рабочую площадь земельного участка.

Такие сооружения, как дворовая уборная и компостная яма, также имеют свое определенное место. Они выносятся за хозяйственный двор, в часть участка, наиболее удаленную от жилого дома. При их размещении следует соблюдать необходимые санитарные разрывы от жилого дома и шахтного колодца.

Постановка хозпостроек за жилым домом наиболее целесообразна при наличии хозяйственного выхода на участок с дворового фасада. При этом организуются весьма удобные связи между хозяйственной зоной дома и хозяйственным двором: хозпостройки и хозяйственный двор не просматриваются с улицы, что способствует свободному течению бытовых процессов. Жилой двор при этом несколько отодвигается в зону сада. Это создает дополнительные удобства.

## *Хозяйственные постройки*

Неотъемлемую часть любого подворья составляют хозяйственные постройки. По своему местоположению хозяйственные постройки могут быть совмещенными с жилыми и отдельно стоящими. По назначению их подразделяют на строения для содержания домашнего скота и птицы, хранения и обслуживания техники, хранения кормов для животных, продуктов питания, мастерские, санузлы, помещения для топлива. Хозяйственные постройки могут быть отапливаемыми и холодными.

Хозпостройки, размещенные в глубине участка, могут быть закрыты жилым домом либо открытыми относительно улицы и въезда. В обоих случаях они могут представлять собой единый хозяйственно-бытовой блок или два отдельно стоящих блока – хозяйственный и бытовой. В случае если бытовой блок располагается за домом, появляется возможность их блокировки, которую, конечно же, желательно использовать.

Закрытые или открытые хозпостройки могут располагаться взаимно перпендикулярно независимо от того, сблокированы они или строятся отдельно. При этом, как правило, бытовой блок развивается в глубину участка, а хозяйственный располагается поперек него.

Каждая из описанных постановок хозяйственно-бытовых построек имеет свои особенности. В случае, когда дом имеет один вход с бокового фасада (наиболее распространенный случай в практике индивидуального строительства), хозпостройки, как правило, открыты относительно улицы. Благодаря этому организуются четкие связи между входом в жилой дом и хозяйственным двором. Эти связи являются естественным продолжением входа (или въезда) на участок. Однако при такой планировке сложно организовать жилой двор. Он не может быть создан напротив входа в дом, так как в этом случае его будет пересекать въезд на участок. Жилой двор можно организовать напротив главного входа, но при этом ширина участка по фронту улицы должна составлять не менее 20 м с учетом ширины корпуса дома, проезда и разрывов до границы участка.

Совместно с жилыми помещениями размещают, как правило, котельные (помещения для размещения нагревательных устройств централизованного обогрева дома), помещения для топлива, мастерские, помещения для размещения и обслуживания техники (в основном легковых автомобилей).

Санузлы и помещения для хранения продуктов питания также могут совмещаться с жилыми помещениями. Расположение хозяйственных помещений совместно с жилым домом дает целый ряд преимуществ.

Во-первых, это сокращение расхода материала на строительство. Кроме того, мастерские или гараж можно отапливать одной с домом системой отопления.

Противопожарные нормы определяют, что минимальное расстояние между жилыми домами в зависимости от степени огнестойкости составляет от 6 до 15 м. Санитарные нормы определяют, что минимальное расстояние от жилых построек до помещений для скота и птицы должно быть 15 м. Гараж должен находиться не менее чем в 7 м от веранд или стен дома с окнами жилых комнат, но может быть пристроен к дому.

## *Зона отдыха*

Зона отдыха – важная функциональная часть участка. Если участок достаточно велик, то можно думать о развитой зоне отдыха. Место ее размещения зависит от того, в каком климатическом регионе находится участок. В средней полосе и севернее зону отдыха размещают так, чтобы она была открыта солнцу. Если этого не сделать, то после дождя она долго просыхает и к вечеру там бывает сыро и неудобно. В жаркое время уберегаться от солнца поможет складной навес, большой зонт, стенки или перголы с вьющимися растениями.

Если участок маленький, то зону отдыха придется ограничить двумя скамейками, причем одну из них располагают так, чтобы до полудня она была в тени, а другую – чтобы была в тени после полудня. Скамейки лучше оборудовать складными зонтами, тентами,

маркизами. Скамейки для отдыха устанавливают рядом с цветником или маленьким водоемом («водяным глазком»). Важную роль в оформлении зоны отдыха играют зеленые ограждения: стенки, веранды, навесы, перголы.

Один из вариантов ограждения зоны отдыха – стенки из кустарниковых растений. В качестве ограждающих кустарников используют черноплодную рябину, сирень, жасмин и т. п. Стенку делают и из вьющихся растений. Опора такой стенки представляет собой вертикальную раму с натянутыми шнурами или проводами для поддержки вьюнов.

Зону отдыха обычно отгораживают двумя-тремя стенками, располагая их в виде букв «Г» или «П». Раму для стенки сооружают из брусков, водопроводных труб, стальных профилей различных конфигураций. Небольшие стенки делают из дюралевых труб или профиля. Естественно, что металлические конструкции, идущие на постройку стенок, более долговечны. Для строительства стальных конструкций применяют следующие соединения: сварку, крепление заклепками и болтами. Для алюминиевых – только заклепки и болты.

Изготовление стенки начинают с подготовки ям под фундамент. Лучше их отрывать садовым буром. В ямах бетонируют две вертикальные стойки, например из оцинкованных водопроводных труб. Сверху укрепляют перекладину из трубы – стенка готова. На перекладину с шагом 15–25 см привязывают отрезки капронового шпагата. Нижние концы закрепляют на колышках или привязывают к горизонтальной трубе, расположенной на 5–10 см выше уровня земли.

## **Освоение участка**

Обычно освоение начинают с корчевания пней и корней, сбора мусора и камней, выравнивания поверхности, проведения необходимых мелиоративных мероприятий. Там, где перепады высот очень велики, устраиваются террасы, ширина и высота которых зависит от крутизны склона. Внешний край террасы делают несколько более высоким с учетом оседания почвы. Террасы укрепляют камнями, дерном, подпорными стенками. Для подъема устраивают лестницы. При этом всегда нужно стремиться по возможности сохранить естественный рельеф. Понятно, что и освоить участок, и построить дом за один сезон обычно не представляется возможным. Как правило, все основные работы осуществляют за 3–5 лет. Если на участке ставят «облегченный» дом, например сборный щитовой, то силами двух-трех человек его можно собрать за один сезон (учитывая заливку фундамента). Кроме того, в этот же период ограждают участок, проводят мелиоративные мероприятия, сажают сад и огород.

На следующий сезон делают дорожки, возводят хозяйственный блок, занимаются водоснабжением участка (роют колодец и прокладывают водопровод), оборудуют детскую площадку. И только тогда, когда все грязные работы сделаны, наступает очередь хозяйственной зоны, места отдыха, цветников. Если же решено возводить капитальный дом, то начинают освоение участка с постройки хозяйственного блока и устройства дорожки к нему. В этот же сезон ограждают участок, сажают сад и огород, мелиорируют участок, обеспечивают водоснабжение. И только на второй год начинают строить дом. В последующие сезоны достраивают дом, делают детскую площадку, хозяйственную зону, места отдыха, сажают цветы.

## **Подготовительные работы**

Строительство обойдется тем дешевле, чем больше работ будет выполнено своими руками. Если задаться такой целью, всему можно научиться и все сделать, главное – строго придерживаться плана.

Основные этапы строительства:

1. Создание проекта.
2. Укладка фундамента.
3. Строительство стен.
4. Устройство кровли.
5. Отделочные работы.

Для начала в том месте, где будет стоять будущий дом, надо подготовить участок, очистив его от кустов и деревьев. Если верхний слой состоит из хорошей плодородной земли, то ее можно аккуратно переместить туда, где она не будет мешать на этапе строительства и откуда ее можно будет без особых усилий распределить по цветнику и саду после окончания работ. Желательно отвести поверхностные воды (осадки) в сторону, чтобы не затапливали строительную площадку.

Затем нужно определить самую верхнюю и самую нижнюю точки будущей строительной площадки. Лучше всего это делать с помощью нивелира или теодолита, но можно обойтись и обычным гидроуровнем – длинной гибкой трубкой с прозрачными наконечниками, наполненной жидкостью.

Начинают строительство фундамента с устройства вокруг будущего дома обноски – ряда столбиков в 1–1,5 м от края ям под фундамент с дощечками, прибитыми сверху, на 20 см выше предполагаемого цоколя. На досках через пропилы натягивают проволоку или прочную веревку так, чтобы она совпадала с осями стен и их гранями. Помните – разметку осей фундамента надо выполнить с максимальной точностью. При этом важно строго выдержать прямые углы. Не спешите и вымеряйте их особенно тщательно. Для этого можно использовать угольник со сторонами, кратными 3, 4 и 5, прочно сбитый из деревянных реек.

После разбивки осей наружных стен рулеткой измеряют диагонали полученного прямоугольника – они должны быть равными. К этой операции следует отнестись очень ответственно, так как неверная разметка приведет к ошибке при возведении фундамента, а исправить ее практически невозможно.

После сноски линий на землю приступают к выемке грунта и закладке фундамента. Определив базовый уровень, переносят отметки на все стороны будущего котлована. Затем, ориентируясь на эти отметки, начинают выемку грунта. Здесь важно, чтобы основание фундамента было горизонтальным.

Полностью обноски убирают только после того, когда возведен цоколь будущего дома.

## **Закладка фундамента**

Котлованы (траншеи) чаще всего копают экскаватором. Форма котлована (траншеи) зависит от вида грунта и его глубины. В плотных несыпучих грунтах стенки траншей обычно вертикальные (если траншеи неглубокие и грунтовые воды далеко от подошвы фундамента); в этих случаях стенки используются вместо опалубки.

**Максимальная глубина траншеи с ровными вертикальными стенками без опалубки:**

- в гравелистых и песчаных грунтах – 1 м;
- в супесях – 1,25 м;
- в глинах и суглинках – 1,5 м.

Если необходимо выкопать траншею глубже, приходится дополнительно ставить опалубку для укрепления стенок траншеи.

При заложении столбчатых фундаментов чаще всего выкапывают ямы квадратной или круглой формы. Ямы круглой формы с вертикальными стенками устойчивы к обрушению стенок, даже когда уровень грунтовых вод высок.

Ямы и траншеи для фундамента необходимо защищать и от атмосферной воды. Если в них стекает вода с участка, то основание разжижается и теряет несущую способность. Можно отвести поверхностные воды, сделав канавы, отвалы и тому подобное, но лучше сразу же после выкапывания грунта начать закладку фундамента.

Если участок по сравнению с домом невелик, может оказаться целесообразным выкопать траншею под половину фундамента. Тогда после заливки ростверка, монтажа блоков выше уровня земли и засыпания пазух выкапывают оставшуюся часть траншеи и доделывают фундамент полностью. Однако применение такого способа оправдано лишь тогда, когда землю просто физически некуда девать.

Если по каким-либо причинам заливать фундамент планируется не сразу после подготовки котлована, то лучше не докапывать траншею до проектных отметок на 10–15 см. Оставшийся грунт защитит дно траншеи от размокания в случае выпадения осадков. Убирают этот грунт непосредственно перед заложением фундамента, и траншею (котлован) доводят до проектной глубины.

Досыпать в траншею (котлован) вынутый грунт нельзя, даже если случайно снято немного лишней земли. В этом случае из-за неравномерной усадки фундамента возможно появление трещин как в фундаменте, так и на стенах дома. В подобных случаях яму необходимо засыпать песком (слой не должен превышать 100 мм), щебенкой, гравием до нужного уровня и тщательно уплотнить. Лучшим же способом исправления таких ошибок считается кирпичная кладка или заливка бетоном.

**Глубина заложения фундаментов.** Многие застройщики ошибочно считают, что чем глубже заложить фундамент, тем лучше, то есть, если подошва фундамента будет ниже уровня промерзания грунта, это обеспечит надежность фундамента.

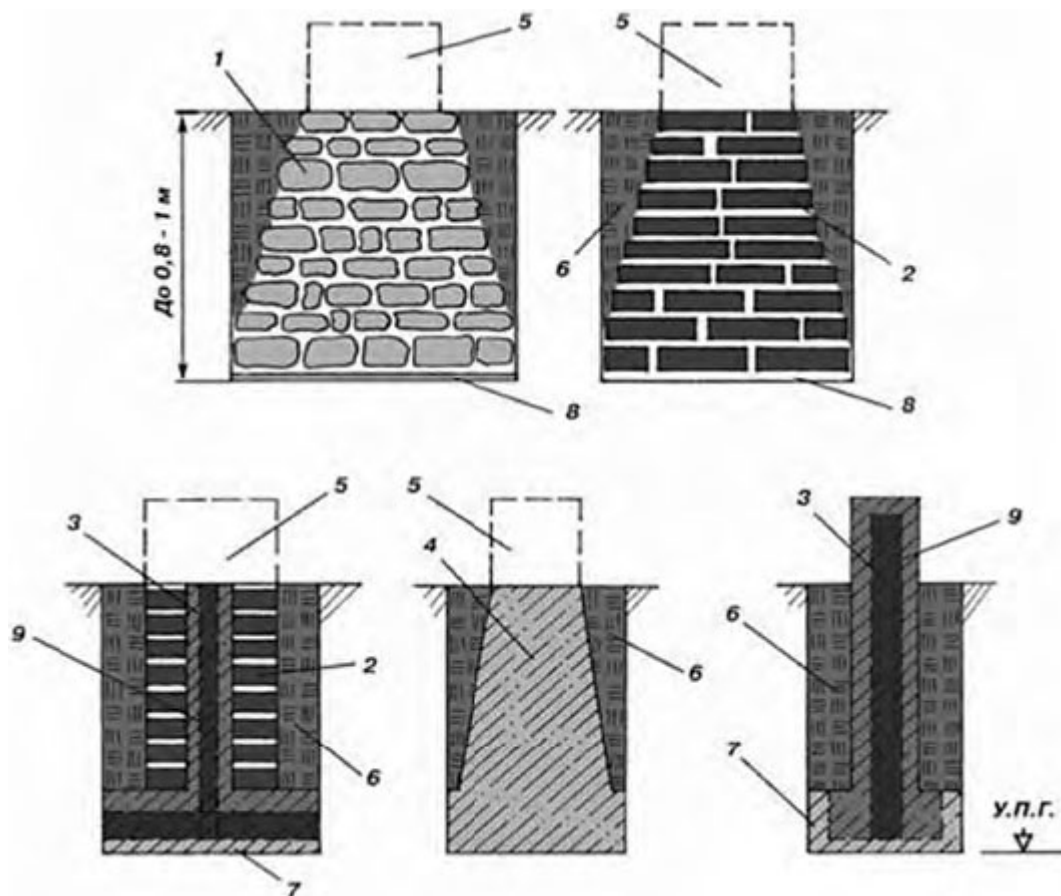
Действительно, если подошва фундамента находится ниже уровня промерзания грунта, то силы морозного пучения уже не могут давить на фундамент снизу вверх, то есть поднимать фундамент. Однако не стоит забывать о боковом касательном морозном пучении грунта, которое действует на боковые поверхности фундамента. Его силы вполне достаточно, чтобы вырвать фундамент из грунта, отделив его верхнюю часть от нижней. Такое бывает, если фундамент сделан из кирпича, камня или небольших блоков, особенно под легкими домами (деревянные дома, облегченные каркасные дома и т. п.). Для того чтобы избежать разрушения такого фундамента на пучинистых грунтах (т. е. таких, которые при переходе из талого в мерзлое состояние увеличиваются в объеме вследствие образования кристаллов льда), нужно не только заложить фундамент ниже уровня промерзания грунта, но также погасить силы бокового касательного морозного пучения грунта. Для этого можно утеплить отмостку керамзитом, пенопластом или пумпаном.

Если же по каким-либо причинам сделать утепленную отмостку не получается, можно связать стенки фундамента с помощью металлического каркаса. Каркас закладывают на всю высоту фундамента, связывая нижнюю и верхнюю части между собой.

Наконец, можно обойтись и без металлического каркаса; в этом случае стенки фундамента необходимо выкладывать снизу широкими, а сверху – постепенно сужающимися. Это значительно ослабит силы бокового касательного морозного пучения грунта.

При возведении зданий и сооружений на крутопадающем рельефе необходимо принимать во внимание возможный сдвиг, боковое давление грунта. Величина бокового давления грунта зависит от многих факторов (вид грунта, крутизна ската и т. п.), поэтому для расчета лучше всего пригласить специалиста-строителя.

Считается, что самый надежный фундамент на крутопадающем рельефе – ленточный, потому что он жестко перевязан в поперечном и продольном направлении (рис. 1.1).



**Рис. 1.1. Ленточные и столбчатые фундаменты:**

1 – наклонные стены бутовой кладки; 2 – кладка из забутовочного кирпича; 3 – сердечник из железобетона; 4 – бетон; 5 – будущий цоколь; 6 – обратная засыпка грунтом; 7 – плита опорная из железобетона; 8 – плита бетонная; 9 – арматура; У.п.г. – уровень промерзания грунта

Столбчатый фундамент на крутопадающем рельефе необходимо жестко связывать поверху. Для связи лучше использовать железобетонный монолитный пояс, тогда все конструктивные элементы фундамента будут работать как единое целое.

Для определения глубины заложения фундамента необходимо знать три основных показателя:

- уровень промерзания грунта;
- высоту грунтовых вод;
- состав (вид) несущего грунта, на котором будет находиться фундамент дома (здания, сооружения).

Если зимой грунтовая вода находится ниже уровня промерзания грунта больше чем на 2 м, то для многих грунтов (мелкие и пылеватые пески, твердые глинистые грунты) глубина заложения фундамента рассчитывается без учета уровня промерзания грунта.

Другими словами, уровень грунтовых вод находится далеко от уровня промерзания грунта (более чем на 2 м), соответственно, грунт относительно сухой и пучиниться не будет. Это значительно удешевит строительство фундамента!

А если грунтовая вода находится близко к уровню промерзания грунта (до 2 м), то грунт (глинистые грунты, пески мелкие и пылеватые) насыщен водой и при морозе будет пучиниться. Поэтому, когда грунтовая вода близко, грунт влажный. Фундамент необходимо закладывать с учетом промерзания грунта, то есть подошва фундамента должна находиться не выше (лучше чуть-чуть ниже) уровня промерзания грунта.

## Стены

На стены расходуется более половины всех материалов, необходимых для строительства, и приходится более 1/3 стоимости дома. Стены передают нагрузку от перекрытий и крыши на фундамент, защищают дом от атмосферных влияний. Поэтому они должны быть прочными, долговечными, морозо- и влагостойкими.

Материалы и конструкции стен следует выбирать в зависимости от климатических условий, наличия местных материалов, этажности дома. В связи с тем что нагрузки при малоэтажном строительстве на стены сравнительно невелики, толщина конструкций определяется, как правило, из соображений достаточной теплоизоляции. Чем ниже расчетная температура наружного воздуха, тем толще должны быть стены из одного и того же материала. Следовательно, можно добиваться уменьшения массы стены, используя в качестве утеплителя легкие материалы (шлак, золу, минеральную вату, легкий бетон).

Внутренние несущие стены возводят из того же материала, что и наружные, но делают их меньшей толщины.

Основными материалами для сооружения стен служат кирпич, бетон, камень и дерево. Помимо внешних отличий, у каждого из них есть свои функциональные особенности. Например, кирпич – прочный и долговечный материал. Кирпичная стена толщиной 25 см (длина 1 кирпича) способна нести любую равномерно распределенную нагрузку, в том числе и от железобетонных перекрытий. Срок службы таких стен при надежном фундаменте и правильно выполненной кладке практически неограничен. Но по своим теплозащитным качествам кирпич уступает другим материалам. При температуре наружного воздуха  $-30^{\circ}\text{C}$  кладка из полнотелого кирпича должна быть толщиной не менее 64 см (2,5 кирпича), в то время как деревянные и брусовые стены могут быть толщиной всего 16–18 см. Дома из легких бетонных смесей (пенобетон, шлакобетон) имеют те же характеристики, что и кирпичные стены. Стены из камня в наших условиях непригодны, поскольку высокая теплопроводность природного камня вулканического происхождения требует толстых стен (90–100 см) и очень кропотливой, дорогостоящей работы каменщиков. Деревянные рубленые и брусовые стены по санитарно-гигиеническим требованиям являются самыми комфортными. К недостаткам относятся малая огнестойкость и осадочные деформации первые 1,5–2 года. Тем не менее при защите стен от влажности и огня современными средствами дерево – очень хороший материал для стен, к тому же не требующий мощного фундамента.

### Кирпичные стены

Применение тех или иных стеновых конструкций и материалов во многом определяет внешний облик дома. Сегодня самым распространенным материалом стен в индивидуальном жилищном строительстве является кирпич. Длина и ширина кирпича стандартные (250 и 120 мм соответственно), а по толщине он бывает одинарным (65 мм), полуторным (88 мм) и двойным (138 мм), полнотелым и пустотелым; керамические камни (толщина 138 мм) – только пустотелыми.

В строительстве усадебных домов кирпич может быть применен в следующих конструкциях: для кладки фундаментов (железняк), наружных и внутренних стен, лестниц и крылец, ограждений (в том числе для ажурной кладки), полов, отмосток и тротуаров. По санитарно-гигиеническим свойствам глиняный кирпич после дерева считается лучшим стеновым материалом. В практике строительства индивидуальных домов для мелкоштучной кладки применяются все виды кирпича, керамических и легкобетонных камней, а также блоки природных камней из известняка и самана. Саман, а также глиняный кирпич-сырец в большинстве случаев используются в сочетании с кирпичной кладкой (для заполнения колодцев) или с облицовкой таких стен кирпичом.

Как уже говорилось, толщина кирпичных стен одно- и двухэтажных домов

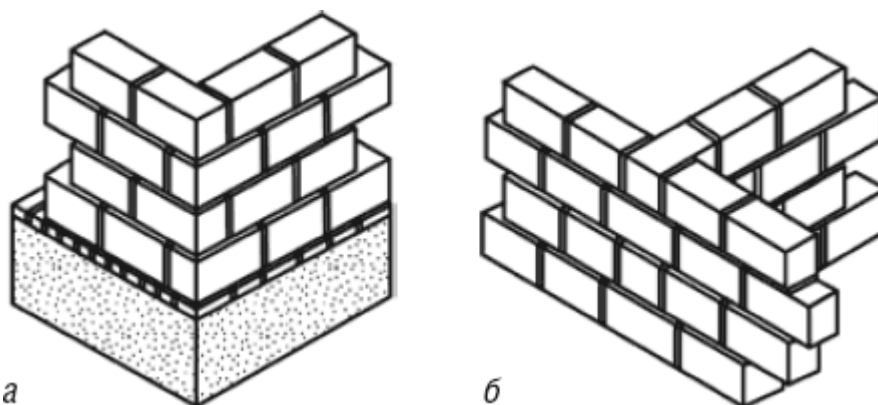
определяется не их несущей способностью (они могут воспринимать и более значительные нагрузки), а теплотехническими требованиями. Она составляет 540 мм, то есть кладка в два кирпича с уширенными швами. Применение эффективного дырчатого кирпича позволяет вести кладку без уширения швов. При использовании щелевых керамических камней толщина стены может быть уменьшена до 380 мм (то есть полтора кирпича).

Внутренние несущие стены обычно выкладывают толщиной 250 мм – в один кирпич. Меньшая толщина несущей стены не обеспечивает необходимой устойчивости. Перегородки выкладывают толщиной 65 мм (четверть кирпича) при длине перегородки до 1,5 м и 120 мм (полкирпича), если перегородка длиннее.

Толщина стен хозяйственно-бытовых построек для содержания скота и птицы, а также бань принимается 380 мм, остальных хозяйственно-бытовых построек – 250 мм. Необходимая прочность и устойчивость кирпичной стены будет обеспечена только при перевязке рядов между собой, что достигается поочередной кладкой тычковых и ложковых рядов.

Перевязка хорошо заметна при открытой (нештукатуренной) кладке и может стать одним из элементов декоративной отделки дома, особенно при применении различных видов кирпича – красного, глиняного и силикатного, обычного и крупноразмерного эффективного, так называемого модульного кирпича.

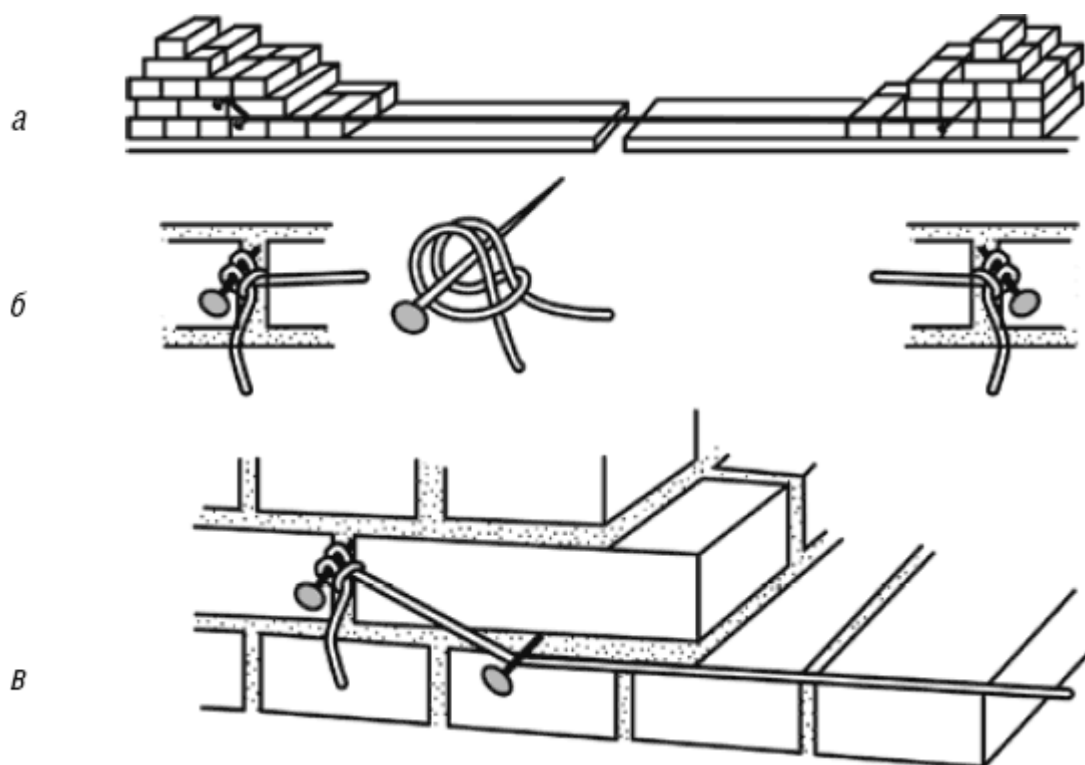
Кладку кирпичных стен ведут горизонтальными рядами. При выполнении кладки строго соблюдают вертикальность стен, перевязку швов, их тщательное заполнение раствором. По тем же правилам выполняется и кладка из газосиликатных блоков (рис. 1.2).



**Рис. 1.2. Кладка стен из газосиликатных блоков:**

*а* – перевязка угла; *б* – сопряжение стен

Для соблюдения горизонтальности кладки, сохранения необходимой толщины горизонтальных швов, правильного чередования рядов по отвесу на углах дома укрепляют рейки-порядовки. Для каждого ряда к порядовкам привязывают и натягивают прочный шнур-причалку (рис. 1.3). Переставляют причалку не реже чем через 2–3 ряда кладки.



**Рис. 1.3. Закрепление шнура-причалки двойной петлей на гвозде в швах кладки:**  
*а* – натянутый шнур-причалка; *б* – закрепление двойной петлей; *в* – натягивание шнура-причалки

Проемы обычно перекрывают железобетонными перемычками, которые с успехом можно заменить стальными стержнями, арматурными сетками, антисептированными деревянными брусками и досками. При этом необходимо помнить, что перемычки рассчитываются на определенную статическую нагрузку от вышележащих конструкций. Особое внимание при монтаже перемычек следует уделить заделке их концов в кладку стен.

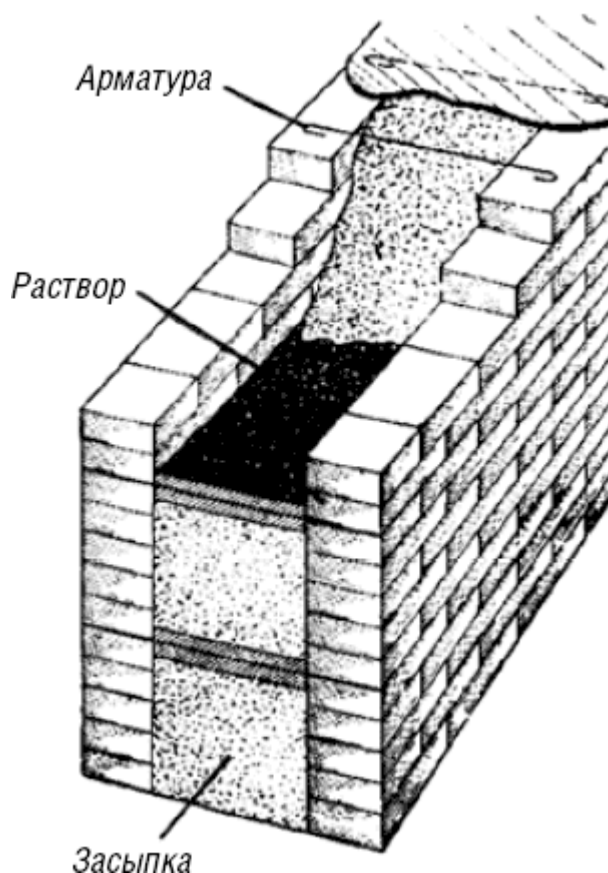
Считается, что применение сплошной кладки из полнотелого кирпича толщиной более 38 см (полтора кирпича) экономически нецелесообразно. Рациональнее, используя кладку толщиной в один-полтора кирпича, применять специальные меры для уменьшения теплопроводности. Это, прежде всего, использование не полнотелого, а пустотелого (дырчатого или щелевого) кирпича, оштукатуривание стен (с внутренней или с внутренней и наружной сторон; кладку в этом случае ведут впустошовку, то есть не заполняя шов раствором на глубину около 10 мм), применение так называемых теплых кладочных и штукатурных растворов (то есть изготовленных с заполнителями: доменным или котельным шлаком, молотым туфом, золой), уширенные растворные швы.

### ***Кирпичные облегченные стены***

Кладка сплошных кирпичных стен может быть заменена кирпичной кладкой облегченной системы, которая дает около 40 % экономии кирпича, до 50 % экономии раствора и снижает стоимость здания в целом на 5–10 %. При облегченной кладке с вертикальными поперечными стенками и заполнением пустот минеральной засыпкой или саманными блоками расход кирпича уменьшается. Это дает возможность из одного и того же количества кирпича выложить в полтора-два раза больше наружных стен, чем при сплошной кладке. При этом приведенная стоимость стен и другие затраты значительно уменьшаются.

Наиболее проста конструкция облегченных кирпичных стен системы Попова и Орлянкина (рис. 1.4). Стены по этой системе кладут толщиной 51 см. Стена состоит из двух параллельных стенок толщиной вполкирпича с промежутком между ними. Промежуток заполняется утепляющим материалом – шлаком или шлакобетоном. Через 3–5 рядов по

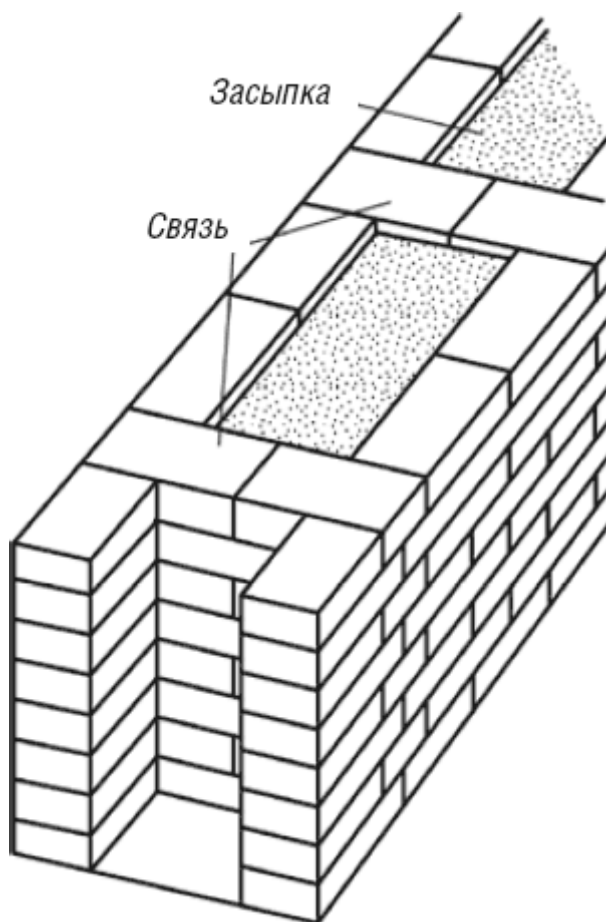
высоте стенки связывают между собой сплошным слоем раствора толщиной 12–15 мм, в который укладывают металлические скобы из катанки диаметром 4–5 мм. Стенки можно связывать между собой также двумя рядами кирпича через каждые пять рядов по высоте.



**Рис. 1.4. Кладка системы Попова и Орлянкина:**

1 – арматура; 2 – раствор; 3 – засыпка

Кроме системы Попова и Орлянкина, можно рекомендовать облегченную кладку колодцевой системы, разработанную архитектором Власовым. В кладке Власова стены связывают между собой выпусками кирпича в сторону промежутка. Выпуски делают поочередно из каждой стены. При этом получают поперечные стены, образующие замкнутые колодцы. Их кладут на том же растворе, что и всю стену (рис. 1.5). В данном случае экономия кирпича и раствора примерно такая же, как и в системе Попова и Орлянкина.



**Рис. 1.5. Кладка системы архитектора Власова**

При кладке облегченных стен применяется как красный, так и силикатный кирпич. Для заполнения пустот в облегченных стенах можно использовать любые шлаки: котельный, паровозный, металлургический. Шлак следует отсеевть через сито с отверстиями  $5 \times 5$  мм и применять для засыпки более крупную фракцию.

Для того чтобы утепление не оседало, можно вместо засыпки заполнять пустоты бесцементным шлакобетоном, который готовят из шлака на известковом или глиняном молоке. Состав бесцементного шлакобетона – 1 часть известкового или глиняного теста, разбавленного водой до жидкого состояния, и 15–16 частей шлака. Бесцементный шлакобетон укладывают в пустоты стен слоями по 12–15 см. Каждый слой трамбуют дощатой трамбовкой.

В качестве утепляющих материалов могут также применяться легкие силикатобетоны на котельном или гранулированном шлаке, различные минеральные засыпки (шлак, зола), минеральная вата и минеральные плиты, фибролит, плиты из камыша и соломы, саманная крошка, антисептированные опилки, растительный грунт, песок и даже строительный мусор.

Во всех случаях устройства облегченных стен, а также при кладке стен из дырчатого кирпича цоколь выполняется сплошной кладкой из полнотелого кирпича.

## Окна

Размещение окон на поверхности стен, размеры проемов, форма перемычек и переплеты зачастую являются делом вкуса архитектора. Именно архитекторами создавались фасады, которые благодаря общему гармоничному впечатлению задавали моду и стиль на целые эпохи.

**Элементы современного окна.** При выборе окон главный вопрос – как сделать

качественный выбор, который позволит забыть о холоде и сквозняках на долгие годы. Хорошее окно – сложный комплекс высокотехнологичных элементов, обеспечивающих защиту, тепло, долговечность, надежность.

Армирующий профиль – это стальной элемент, находящийся внутри ПВХ-профиля; он служит для обеспечения жесткости конструкции пластикового окна.

Импост – профиль, который используется для визуального разделения конструкции на части. Может быть вертикальным, горизонтальным, наклонным.

Откос – плоский широкий профиль, использующийся для отделки боковых поверхностей оконного проема.

Отлив – плоский широкий профиль, который крепится снаружи окна и служит для отвода дождевой воды.

Рама – неподвижная пластиковая часть окна, на которую крепятся створки.

Створка – открывающаяся часть окна.

Стеклопакет – стекла, герметично скрепленные между собой. Могут быть однокамерные (2 стекла) и двухкамерные (3 стекла). Для их производства используются дистанционные рамки различной ширины, молекулярное сито, герметик (для внешней обработки стеклопакета). Стекло бывает тонированным в массе и тонированным с помощью пленки. Тонированное в массе стекло окрашивается химическим способом при его производстве. Самые популярные цвета, прекрасно гармонирующие с белым ПВХ– и алюминиевым профилями, – голубой и «бронза». Богатый выбор тонировочных пленок позволяет придать одностороннюю прозрачность и уникальный вид окнам практически каждой квартиры.

Штапик – пластиковая рейка, удерживающая стеклопакет в окне.

**Фурнитура** – все устройства, обеспечивающие открывание створок, запираение и фиксацию в каком-нибудь положении. Это ручки, шпингалеты, запорные механизмы и т. д. На современном окне фурнитура не столь заметна, как профиль или стеклопакет. Однако именно она во многом определяет качество и стоимость нового окна, поскольку на эту часть оконной конструкции ложатся основные механические и динамические нагрузки, а значит, качество этой незаметной на первый взгляд составляющей окна не должно вызывать никаких сомнений. От качества работы фурнитуры зависит надежность и стабильность работы окна в целом: начиная от удобства в обслуживании и заканчивая защитой против взломов.

Упростить процедуру выбора фурнитуры для окна поможет знание некоторых важных деталей. Главными техническими показателями качества любой фурнитурной системы являются ее надежность и долговечность, которые определяются механической прочностью и стойкостью к коррозии. Надежная фурнитура должна обеспечить не менее 10 000 циклов открывания. Веским доводом в пользу выбора той или иной фурнитурной системы для окна является гарантия на 5–10 лет.

Обратите внимание на крепление петель к раме. Чем большее количество шурупов ввинчивается в ту часть оконной рамы, где проходит стальной усилитель, тем лучше. Спросите у продавца, из какого материала изготовлены элементы, выполняющие силовые функции. Вряд ли прослужит долго фурнитура, силовые элементы которой сделаны из пластика. Как правило, она выходит из строя через 2–3 года. Косвенным показателем надежности является плавный ход фурнитуры. Дополнительные усилия, применяемые при запираении, со временем начнут разрушать саму фурнитуру.

Проверьте, оснащен ли профиль европазом. Уже много лет европейские производители ПВХ-профиля оснащают его стандартным 16-мм фурнитурным пазом, поэтому изготовители фурнитуры разрабатывают свои системы в основном под него, но бывают и исключения.

Учтите, что эмаль, которой покрывают фурнитуру, в процессе эксплуатации может стереться. Гораздо более практичными и технологичными будут пластиковые накладки.

Механизм подъема створки. В современных оконных конструкциях помимо основных элементов, обеспечивающих надежное открывание и закрывание окна, разработаны специальные детали, значительно расширяющие функциональные возможности фурнитуры.

Механизм устанавливается на створке, ширина которой более 670 мм. При закрывании створка получает дополнительную точку опоры, что обеспечивает ей устойчивое положение и снимает нагрузку с петельной части фурнитуры. Это позволяет увеличить срок эксплуатации окна между плановыми регулировками фурнитуры.

Механизм разгерметизации. При данном режиме створка отходит по всему периметру на 5–8 мм, что обеспечивает проникновение воздуха в помещение, но не дает прямого воздушного потока. Это позволяет неинтенсивно проветривать квартиру. Режим особенно актуален в зимний период времени (экономит тепло). При одновременном локальном увеличении влажности в части помещения механизм помогает предотвратить появление конденсата на окнах.

Механизм блокировки ручки. Помогает фурнитуре быть «последовательной», то есть обеспечивает работу окна либо в поворотном, либо в откидном режиме, но не в двух одновременно.

«Гребенка». Небольшая рейка с зубцами и ответный эксцентрик позволяют фиксировать промежуточные положения в откидном режиме открывания. Ограничитель поворота придает оконной створке устойчивость в любом открытом положении в диапазоне от 65 до 150°. Кроме того, обеспечивает надежную фиксацию створки в крайнем открытом положении.

Защелка. Препятствует распаиванию или захлопыванию створки при порывах ветра.

Щелевой проветриватель. Обеспечивает длительное проветривание без сквозняков.

Поворотн-откидной ограничитель. Обеспечивает проветривание в четырех различных положениях. Существует два вида ограничителей поворота створки на большие углы: первый позволяет створке открываться на постоянный угол, чтобы створка не билась об откос; второй – открывать и фиксировать створку на разные углы поворотом ручки.

Стопор поворота. Исключает распаивание окна. Створка может только откидываться. При использовании стопора поворота может использоваться элемент, позволяющий открыть створку на 5 см и зафиксировать ее в этом положении. Он просто необходим, если в доме есть дети.

Детский замок. Позволяет наклонять створку, но не дает возможности открыть ее в повороте.

Москитная сетка. Наиболее простым и распространенным видом москитных сеток является рамная сетка. Это конструкция из алюминия, снабженная ячеистым пластиковым полотном. Она устанавливается на все виды окон: ПВХ, деревянные, алюминиевые. Большое преимущество такой разновидности сеток в том, что они легко монтируются и снимаются, а также просты в обслуживании. Наиболее комфортная сетка – рулонная или роллетная. Ее устройство похоже на жалюзи или рольставни. Сетка находится в алюминиевом коробе, в кассете с пружинным или пружинно-цепочным натяжением. После установки такой сетки отпадает проблема хранения ее зимой.

### ***Выбор материала профиля окна***

**ПВХ-профиль.** Этот пластиковый профиль на сегодняшний день – безусловный фаворит. Он практичен, надежен, замечательно смотрится как снаружи, так и изнутри, а по сравнению с другими материалами относительно дешев.

Пластиковые окна универсальны как с точки зрения их стоимости (здесь практически каждый может подобрать окна в соответствии со своими финансовыми возможностями), так и с точки зрения дизайна и функциональности, ведь пластиковые окна могут быть и белыми, и цветными, и имитирующими дерево. Кроме того, их можно изготовить практически любой конфигурации. Твердый ПВХ является химически инертным веществом, что обусловило его широкое распространение.

Хотя пластик, в отличие от дерева, нельзя назвать живым, теплым материалом, пластиковые окна имеют целый ряд достоинств.

Преимущества металлопластиковых окон и балконных блоков:

- долговечность;
- устойчивость к воздействию влаги, солнечных лучей, микроорганизмов;
- высокая степень звукоизоляции (поглощение шумов до 40 дБ);
- значительное снижение потери тепла в помещениях;
- удобство в эксплуатации;
- пожаробезопасность;
- при производстве металлопластиковых окон используется экологически чистый материал, удовлетворяющий санитарно-гигиеническим требованиям, предъявляемым к материалам, предназначенным для использования в жилых помещениях;
- широкий диапазон эксплуатационных температур (от –40 до +50 °С).

За пластиковым профилем и стеклопакетом не требуется никакого специального ухода, за исключением защиты от любых механических воздействий. Для продления срока эксплуатации рекомендуется придерживаться нескольких несложных правил ухода за окнами:

- смазывать подвижные элементы фурнитуры средствами, не содержащими смол;
- осматривать и очищать резиновый уплотнитель;
- очищать дренажные (водоотводные) отверстия от грязи;
- для увеличения срока эксплуатации москитной сетки рекомендуется снимать ее на зиму и по необходимости, но не реже одного раза в год, промывать теплым мыльным раствором.

По завершении монтажных работ желательно в течение одной-двух недель удалить защитную пленку с внутренней и внешней стороны окна. Клеящее вещество защитной пленки подвержено воздействию погодных условий и солнечного излучения, в результате чего позже это будет сделать сложнее.

### ***Монтаж подоконника***

Свойства материала, из которого изготовлен подоконник, влияют на особенности его монтажа. А от соблюдения технологии при установке в большой степени зависит срок службы оконного узла. При монтаже подоконника необходимо учитывать правильность установки окна. Окно следует устанавливать в зоне наружной трети стены (по толщине). Оконную коробку в местах ее примыкания к стене следует герметизировать монтажной полиуретановой пеной.

Проблема состоит в том, что на стыке холодной и теплой сред образуется конденсат, который может впитываться подоконниками из дерева и ламинированной плиты. То же самое происходит и при протечках. Если подоконник не изолировать от стен и не обеспечить ему хорошую термоизоляцию, он будет промерзать и разрушаться. Крепить подоконники нужно только монтажной полиуретановой пеной вне зависимости от материала, из которого они сделаны.

Не стоит использовать клеящие смеси – они плохие теплоизоляторы. Пена же отлично склеивает подоконник с поверхностью откоса, заполняет пустоты и одновременно служит прекрасным теплоизолятором.

Технология монтажа подоконников из разных материалов по большому счету одинакова. Приступая к установке подоконника, надо защитить его поверхность от механических повреждений: обернуть гофрированным картоном или листовым пенополиэтиленом. Снимать защитную упаковку следует во время проведения монтажа.

Со стороны окна торец подоконника нужно очень хорошо промазать нейтральным силиконовым герметиком с фунгицидными добавками, препятствующими образованию плесени и грибка. После этого подоконная доска заводится в щель под рамой и выставляется по уровню на деревянные маяки (уклон – 1 % в сторону пола). В этом положении подоконник фиксируется. Это можно осуществить, например, с помощью деревянных

брусков 40 × 50 мм. Их устанавливают враспор между верхним откосом и вспомогательной доской, лежащей на подоконнике. Под торцы брусков забивают клинья.

Немного проще монтируются каменные подоконники: они не разбухают и не рассыхаются под влиянием меняющейся влажности и температуры. Если же устанавливаются подоконники из дерева, то в местах соприкосновения со стеной (под штукатуркой откоса) их изолируют прокладкой из листового пенопропилена (пенополиэтилена).

Края подоконника, попадающие под штукатурку (обычно по 25 мм с каждого торца доски), оборачиваются пенополиэтиленом, который после оштукатуривания откосов обрезается ножом заподлицо со стеной. Пустоты под подоконником равномерно заполняются пеной. После затвердения пены маяки и распорки удаляют и проводят отделочные работы.

**Откосы.** Это пространство между внутренней стеной квартиры и самим окном. Ширина откосов может быть разной, но чаще всего она не превышает 60–80 см. Подбираются откосы чаще всего под цвет окна (различные цветовые гаммы существуют во всех подгруппах), а также под материал окна: пластик к пластику, дерево к дереву, штукатурные откосы подходят к окнам практически всех типов.

Пластиковые откосы в последнее время получили широкое распространение; они в основном устанавливаются с пластиковыми окнами. При использовании качественных материалов и утеплителей прекрасно держат тепло.

Раньше пластиковые откосы устанавливали из легкого пластика, полого внутри. Это вызывало массу неудобств: откос, к примеру, можно было легко повредить, просто неаккуратно опершись на него, к тому же он не утеплял окно; зато был прост в обращении и относительно недорог.

На смену легкому пластиковому откосу пришли откосы из усовершенствованного материала – сэндвич-панели. Внутри такого откоса находится пористое трехслойное пенонаполнение, которое обеспечивает отличную звуко– и теплоизоляцию. Большой плюс сэндвич-панелей в том, что теперь можно устанавливать широкие откосы, обходясь без стыковки маленьких панелей между собой, как это было с пустотелым пластиковым откосом, максимальная ширина которого составляла 25 см.

Штукатурные откосы устанавливаются на все типы окон, хорошо держат тепло и неприхотливы в обслуживании. Минусы – при некачественной установке или усадке нового дома на них могут образовываться трещины.

Деревянные откосы производятся из дерева различных пород, в том числе ценных, устанавливаются в подавляющем большинстве к деревянным окнам и подоконникам. Требуют филигранной точности при монтаже. Очень капризны в обслуживании, поэтому ставятся не часто, хотя и демонстрируют высокий статус хозяина.

Стоимость отделки окон определяется несколькими факторами: шириной откосов, погонажем, материалом исполнения (дерево, пластик, штукатурка).

**Жалюзи.** Когда-то жалюзи вытеснили ставни из повсеместного обихода, а теперь активно соперничают со шторами и гардинами. В оформлении интерьеров они уже давно одержали убедительную победу и не собираются уступать свои позиции. Жалюзи в равной степени сочетают в себе как декоративные, так и защитные свойства, к тому же очень удобны в использовании. Жалюзи не надо стирать и гладить, они эффективнее защищают помещение от грязи и пыли и обладают прекрасными шумопоглощающими и солнцезащитными свойствами. Все это является определяющими критериями при выборе драпировки окон.

## Потолки

Потолочные системы призваны обеспечить решение двух задач – эстетической и функциональной, причем в большинстве случаев эти задачи необходимо решать одновременно. К эстетическим задачам относится либо создание простой горизонтальной, однотонной плоскости потолка, которая является нейтральным элементом интерьера, либо устройство сложного криволинейного потолка, часто с декоративными подсветками, с применением цвета, фактур, нескольких уровней и т. д. Во втором случае потолок становится инструментом мощного эмоционального воздействия на человека. Благодаря применению современных потолочных систем, которые позволяют использовать как встроенные, так и подвесные светильники, значительно расширились возможности создания оригинального, в том числе зонального, освещения. К функциональным задачам, для решения которых могут применяться потолочные системы, относятся:

- интегрирование инженерного оборудования в пространство между перекрытием и плоскостью потолка с возможностью обеспечения простого доступа к нему;
- создание благоприятной акустической обстановки в помещении;
- обеспечение необходимой долговечности потолка в помещениях с повышенной влажностью (бассейнах, санузлах и т. д.) и возможностью значительных ударных нагрузок (спортзалах);
- обеспечение соответствия помещений (например, больничных) специальным гигиеническим требованиям;
- обеспечение необходимой огнестойкости потолочных конструкций.

В настоящее время разработаны потолочные системы, которые не только пригодны для решения какой-либо одной задачи, но и отвечают целому комплексу требований, например способны обеспечить требуемую акустику в помещениях с повышенной влажностью. При этом, естественно, данные системы обязаны решать также художественные задачи по формированию интерьера. Необходимо только учитывать, что чем больше функциональных задач возлагается на потолочную систему, тем более сложной, следовательно, дорогостоящей, она будет.

Для того чтобы понять, насколько данная потолочная система может удовлетворять конкретным функциональным требованиям, необходимо ознакомиться с ее техническими характеристиками.

## Штукатурка

Штукатурный слой на поверхность потолка наносят для выравнивания последнего. Первое, с чего начинается любая работа, связанная со штукатуркой, шпатлевкой, грунтовкой и покраской, – подготовительный этап. Все старое необходимо до основания удалить (содрать, размыть). Затем нужно определить максимальный перепад по высоте. Если перепад высот невелик (до 0,5 см), можно просто воспользоваться выравнивающими шпатлевками. Сейчас существуют разные смеси и шпатлевки, которые можно накладывать толстым слоем.

Если перепад высоты составляет 2–3 см, то одной шпатлевкой уже не обойтись: сначала придется положить армирующую сетку, а на нее – штукатурку. Сетка бывает двух видов: металлическая и малярная. Малярная сетка внешне похожа на медицинский бинт или марлю (ее еще называют серпянкой). Серпянку в основном крепят клеем ПВА, хотя можно взять и другие клеящие составы. Главное, чтобы сетка держалась на потолке и к ней хорошо прилипла штукатурка. В последнее время в продаже появилась также самоклеящаяся серпянка. Металлическую сетку крепят к потолку специальными скобами, крючками или гвоздиками с широкими шляпками. Ей отдают предпочтение в том случае, когда необходим толстый слой штукатурки (3–5 см). Кроме того, сетку рекомендуют накладывать на все стыки и швы. Когда штукатурка высохнет, наносится слой выравнивающей шпатлевки. А если в дальнейшем предполагается окраска потолка, не забудьте, что под краску нужно

положить слой грунтовки.

В качестве грунтовки можно использовать ту же краску, которой будет окрашен потолок; в этом случае ее надо развести примерно на 20 % растворителем или разбавителем. Естественно, берут именно тот разбавитель, который указан на банке (если используется краска на водной основе, значит, надо разбавлять водой). И еще один важный момент. Как советуют специалисты, для качественного ремонта потолка лучше всего использовать шпатлевки, грунтовки и краски одной фирмы.

В первую очередь это относится к грунтовке и краске. Только в этом случае можно гарантировать совместимость материалов (то есть они не будут отслаиваться, вспучиваться и т. д.). Расход шпатлевки и штукатурки зависит от толщины слоя, который необходимо сделать. Примерный расход обычно указан на упаковке. Но в среднем при толщине слоя 1–2 мм на 1 м<sup>2</sup> потолка уходит от 0,5 до 1 кг материала.

Преимущества штукатурки: практически не изменяется высота потолка, все материалы натуральные, потолок «дышит».

Недостатки: трудно устранить большие перепады высот; трудоемкий и грязный процесс; в случае протечки придется ремонтировать потолок заново, иначе могут появиться подтеки, трещины и даже плесень.

## Клеевые потолки

При создании клеевых потолков используют квадратные или прямоугольные панели из полистирола. Лицевая поверхность этих панелей может быть покрыта пленкой, окрашенной под дерево, ткань или камень, а также имитировать лепнину или резьбу по дереву. Пенопластовые потолки представляют собой своего рода промежуточный вариант между традиционной окраской потолка (или оклейкой его обоями) и подвесным потолком. С одной стороны, плиты пенопластовых потолков наклеиваются непосредственно на существующую поверхность потолка и не могут скрыть значительных неровностей. С другой – данные потолки прекрасно маскируют различные шероховатости и трещины, не требуют предварительной подготовки поверхности с использованием трудоемких мокрых технологий, предельно просты при монтаже и обладают хорошими эксплуатационными свойствами, скрывая даже трещины, появляющиеся вследствие усадки здания. Стоят такие потолки сравнительно дешево.

Клеевые потолки можно использовать для отделки любых жилых помещений, в том числе кабинетов и спален. В кухнях лучше применять ламинированные защитной пленкой плитки. Клеить их можно практически на любую поверхность: бетон, кирпичную кладку, гипсовые и древесностружечные плиты.

**Установка.** Плитки просто приклеиваются на базовый потолок. Поверхность при этом необходимо предварительно очистить (в особенности от побелки) и желательно загрунтовать. Спектр применяемых клеев очень широк: от ПВА до универсальных. Но лучше всего использовать клей для полистирола или специальный клей для потолочных покрытий – в этом случае плитка гарантированно не испортится и впоследствии ее легко можно отклеить (основа не повреждается, плитку можно наклеить в другом месте).

Для монтажа потолочных плиток необходимо:

- между противоположными углами по диагонали натянуть бечевки и обозначить центр в месте пересечения;
- через центр провести две прямые линии, параллельные стенам и делящие поверхность на четыре равные части;
- на тыльную сторону плитки нанести тонкий слой клея;
- первые четыре плитки приклеить в центре потолка, следующие плитки наклеивать параллельными рядами;
- остатки клея сразу же смыть губкой;
- стыки между стенами и потолком заклеить фризами.

**Уход** за клеевыми потолками заключается в следующем:

- пыль нужно удалять мягкой щеткой или пылесосом с мягкой насадкой;
- небольшие пятна грязи можно удалить обычным ластиком;
- если необходимо мытье, то можно использовать влажную губку, мягкое мыло и теплую воду; ни в коем случае нельзя заливать плитки водой.

Необходимо помнить, что вспененный полистирол, несмотря на негорючесть, довольно легко плавится. Поэтому не следует размещать настенные и потолочные светильники с открытой верхней частью на расстоянии менее 30 см от поверхности потолка, покрытого полистирольными плитками. Надо заметить, что стояковые трубы водяного отопления, проходящие через потолок, не прогреваются до температуры плавления полистирола и можно безбоязненно наклеивать плитки вплотную к ним.

## **Кассетные потолки**

Кассетные потолки открывают перед нами новые возможности:

- отпадает необходимость в какой-либо подготовке поверхности потолка;
- современные технологии позволяют скрыть инженерные коммуникации, находящиеся выше уровня потолка;
- позволяют изменить пропорции помещения;
- дают возможность выровнять разновысокие потолки;
- дают возможность установить светильники непосредственно в плоскости потолка.

Рассмотрим, как эти возможности достигаются с помощью технологии кассетных потолков. Кассета (универсальная панель) представляет собой древесностружечную или древесноволокнистую плиту толщиной 1 см, облицованную натуральным шпоном ценных пород дерева или другим декоративным материалом. Размеры таких панелей имеют значительный диапазон по ширине и длине, что позволяет подобрать их под любое помещение. В кромках кассет имеются пазы, предназначенные для их укладки и крепления. В пазы вставляются плоские или профилированные рейки. Так как кассеты достаточно тяжелые, их крепят на обрешетку. Разметка и укладка производится от центра так, чтобы крайние ряды были попарно симметричны относительно центра и осей потолка.

Дополнительные сложности создает кривизна стен. Для контроля прямых углов между стенами можно изготовить угольник из реек с соотношением сторон 3:4:5 (например, 120:160:200 см). Если углы отличаются от 90°, между стенами и крайними кассетами оставляют деформационный шов шириной около 1–1,5 см.

Крепятся кассеты к обрешетке с помощью степлера или на специальные крепежные скобы. После укладки плит деформационный шов закрывается планкой-нащельником. Сделать переход между разновысокими потолками, спрятать инженерные коммуникации, встроить осветительные приборы или просто придать потолку более оригинальный вид помогут профильные планки.

Понизить уровень потолка и одновременно улучшить вентиляцию можно с помощью двойной обрешетки. Эффективная вентиляция таких конструкций особенно важна для помещений с повышенной влажностью. Непосредственно приклеить плитку к несущему потолку не всегда возможно из-за его неровности. Разницу в плоскости перекрытия до 20 мм можно выровнять с помощью обрешетки из сухих деревянных брусков, а если необходимо скрыть инженерные коммуникации, прибегают к подвесу из металлического профиля и полос из гипсокартона размером 700 × 50–70 мм.

Подвесные потолки отличаются от рассмотренных выше тем, что облицовочные плиты крепятся на жестком каркасе, который, в свою очередь, прикреплен к несущему потолку на регулируемых подвесах.

Для потолков из гипсокартонных плит в качестве каркаса обычно используются деревянные бруски размером 30 × 50 мм или одно- и двухуровневые металлические профилированные каркасы. Профили изготавливаются длиной 2,5–6,0 м из рулонной

оцинкованной стали толщиной 0,5–0,7 мм и представляют собой длинномерные элементы с швеллерообразным сечением.

**Порядок монтажа подвесных потолков из гипсокартонных плит:**

- разметка мест расположения основных профилей или брусков и мест крепления подвесов;
- крепление подвесов к базовому потолку с помощью анкерных элементов;
- закрепление на подвесах основных профилей или брусков и выравнивание основных профилей в одной плоскости (для подвесов с зажимом – регулировка);
- выравнивание с помощью регулируемых подвесов основных профилей в одной плоскости;
- крепление к основным профилям (брускам) несущих профилей (брусков);
- установка с помощью подпорок гипсокартонных листов в проектное положение и крепление их к каркасу шурупами с шагом не более 170 мм;
- заделка швов между гипсокартонными листами и грунтование поверхности подвесного потолка.

Основным недостатком потолка такого типа является невозможность замены отдельных листов после установки. Подвесные потолки из минераловатных плит в настоящее время наиболее распространены и очень близки по конструкции к гипсокартонным. Однако возможность заменять плиты и иметь доступ к инженерным сетям выгодно отличает их от потолков из гипсокартонных панелей.

Основной и поперечный профили подвешивают на одном уровне. Поперечный профиль разрезают и размещают в промежутках между основным. Плиты располагают сверху.

Монтаж производится в следующем порядке:

- обмер помещения и разбивка основных взаимно перпендикулярных осей;
- перенос отметок чистового потолка на стены и колонны;
- разметка потолка от осей помещения в обе стороны для выявления размеров крайних к стенам плит, мест расположения светильников, вентиляционных решеток и других устройств;
- крепление опорных обрамляющих уголков на стены и колонны с помощью дюбелей, устанавливаемых с шагом 1 м;
- крепление подвесов с тягами к базовому потолку посредством анкерных элементов;
- установка основных Т-профилей и выравнивание их в одной плоскости;
- установка поперечных Т-профилей в просечки основных профилей;
- установка продольных Т-профилей в просечки поперечных профилей;
- укладка плит в ячейки каркаса (плиты, примыкающие к стенам, колоннам и другим конструкциям, обрезают по месту);
- при необходимости в процессе монтажа плит производят укладку тепло- или звукоизоляционного материала;
- установка светильников, вентиляционных решеток и т. п. производится в процессе монтажа.

Вес потолка из минераловатных плит составляет около 8 кг/м<sup>2</sup>.

## **Подвесные потолки**

Под подвесным потолком понимают систему, состоящую из металлического каркаса, подвешенного к перекрытию, на который укладываются или к которому крепятся либо готовые модульные элементы (плиты, панели, рейки, кассеты, ячеистые модули), либо гипсокартонные листы.

Преимущества подвесного потолка очевидны. Как и кассетный, он скрывает трещины, пятна и другие дефекты старого потолка, позволяет скрыть инженерное оборудование, расположенное под перекрытием.

При этом в зависимости от выбранной конструктивной схемы может быть обеспечен

легкий доступ к этому оборудованию либо локально, либо по всей площади потолка. В модульных подвесных системах при ремонте унифицированные элементы могут быть легко заменены.

Специальные акустические подвесные потолки создают благоприятную акустическую среду в помещении, они поглощают звук и снижают уровень шума в нем. За счет хорошего светоотражения многие модели подвесных потолков значительно улучшают освещенность помещения без дополнительных энергозатрат. И наконец, еще одним немаловажным преимуществом подвесных потолков является легкость, простота и скорость их монтажа.

Помимо множества функциональных задач, которые могут решать подвесные потолки, они являются еще и прекрасным инструментом для формирования индивидуального дизайна интерьера. Все ведущие производители подвесных потолков выпускают специальные группы дизайнерских потолков. Они отличаются либо декоративной отделкой поверхности, либо наличием геометрических рисунков на поверхности, способствующих появлению различных визуальных эффектов на потолке, либо возможностью создавать причудливые криволинейные, в том числе трехмерные, формы.

Криволинейные потолочные системы позволяют осуществлять переход между перепадами высот базового потолка, а также создать на основе одноуровневого перекрытия криволинейные поверхности, оригинальные рисунки, изогнутые фризы, вставленные в потолок «острова», углубленные и выпуклые детали потолков.

Криволинейные поверхности потолка могут быть легко созданы также конструкциями с использованием гипсокартона. Практически любые фантазии дизайнеров могут быть воплощены в жизнь с помощью этого материала. Интерьер помещения может быть также дополнен гибкими панелями из перфорированного или неперфорированного металла, плетеными проволочными сетками, закрепленными на изогнутую подвеску, или выполнен с применением только декоративных подвесных систем без заполнения модулями.

### ***Классификация подвесных потолков***

Существует несколько способов классификации подвесных потолков: по функциональным признакам, по конструкции, по материалам. Для решения определенных функциональных задач выпускаются специальные виды потолков: акустические, влагостойкие, пожаробезопасные, гигиенические, ударопрочные.

По конструктивным признакам подвесные потолки делят на модульные и сплошные. Хорошо известны подвесные потолки, видимая плоскость которых состоит из готовых модульных элементов (панелей, реек, кассет и т. д.), изготовленных из различных материалов. При этом решетка каркаса может быть выделена или, наоборот, скрыта. Все элементы системы взаимосвязаны, что обеспечивает гибкость при проектировании, технологичность при монтаже и эксплуатации.

Другим конструктивным решением является создание гладкой поверхности, внешне неотличимой от обычного потолка. В основном эти потолки монтируются из гипсокартонных листов. В данном случае сохраняются общие преимущества подвесного потолка – возможность легко и быстро декорировать неприглядный внешний вид базового потолка, прятать инженерные коммуникации, монтировать встроенные светильники, а также создавать любые криволинейные формы потолочного пространства, подчеркивая их подсветкой. Особенностью данной конструктивной схемы является необходимость устройства специальных люков для обеспечения доступа к коммуникациям, расположенным в межпотолочном пространстве.

### ***Устройство подвесного потолка***

В комплект подвесного потолка входят подвесная система (каркас) и плиты из твердого или мягкого минерального волокна толщиной, как правило, 1,5 см и размером 60 × 60 см или

61 × 61 см. Такая разница не случайна: первый размер рассчитан на метрическую систему мер, а второй – на британскую, или имперскую (61 см – это 2 фута). В продаже можно найти и те, и другие плиты.

Подвесная система – это набор Т-образных металлических реек, соединенных между собой в модульную решетку. Принцип их закрепления довольно прост: в потолке дрелью или перфоратором проделываются отверстия, в которые вставляют дюбеля. К дюбелям крепятся специальные крючки, на которые подвешивают решетку. В получившийся металлический каркас вставляют плиты. Так же легко в случае необходимости эти плиты можно заменить либо убрать. По периметру комната отделывается потолочным плинтусом.

При приобретении подвесного потолка обратите внимание на соответствие плит и подвесной системы. Недобросовестные продавцы иногда норовят продать плиты одного производителя, а подвесную систему – другого. На голову такой потолок, может быть, и не рухнет, но деформироваться может запросто. Трудности при ремонте и обслуживании в этом случае тоже практически гарантированы – системы разных производителей могут быть несовместимы друг с другом.

Несмотря на кажущуюся простоту процесса закрепления потолка, доверить эту операцию лучше профессионалу. Браться за дело самому стоит лишь в том случае, если нужно сделать потолок в небольшой комнате. Во всех остальных случаях лучше все-таки воспользоваться услугами фирмы-продавца, хотя монтаж потолка с привлечением профессионалов – удовольствие не из дешевых.

Что касается цвета, то чаще всего плиты подвесных потолков однотонные белые, классическая фактура – гладкая, но могут быть и с шероховатой поверхностью, точками, зазубринами, рельефными геометрическими рисунками и т. д. При желании плиты можно покрасить водоэмульсионными или латексными красками.

**Подвесные потолки на основе деревянного каркаса.** Основные составляющие элементы такого подвесного потолка – каркас из деревянных брусьев, металлические держатели и обшивка. Для соединения каркаса подвесного потолка с базовым применяются потолочные держатели. Это металлические элементы, изготовленные методом штамповки из стальной полосы и состоящие из двух частей. Одна часть крепится к базовому потолку и затем сгибается под прямым углом. Вторая часть (она несколько шире) свободно передвигается относительно первой до достижения необходимого расстояния между базовым и подвесным потолками. Оба элемента имеют швеллерообразные части, которые стыкуются друг с другом. В их полках имеются ряды отверстий, интервалы между которыми в верхней части (крепящейся к потолку) и в нижней (крепящейся к каркасу) немного не совпадают. Через отверстия наискось пропускается металлический штырь (например, гвоздь), и таким образом фиксируется необходимая длина потолочного держателя. Общая длина держателя может изменяться с точностью до миллиметра.

Верхняя часть потолочного держателя крепится к потолку с помощью шурупов и дюбелей. В комплект держателей обычно входят оцинкованные гвозди для фиксации элементов. Один такой гвоздь, пропущенный через отверстия частей держателя, позволяет нести конструктивную нагрузку до 250 кг, два – до 350 кг.

Деревянный каркас, укрепленный на потолочных держателях, называется обрешеткой. Она выполняется либо одинарной (простой), либо двойной (контровой). Простая обрешетка состоит из деревянных брусьев, подвешенных к потолку параллельно друг другу с шагом 600 мм. Шаг держателей – 800 мм. В том случае, когда выполняется двойная обрешетка, перпендикулярно брусьям, закрепленным на потолочных держателях, монтируются контрбрусья, что придает деревянному каркасу дополнительную жесткость. Контрбрусья крепятся шурупами к основным брусьям с шагом 600 мм с помощью шуруповерта или электродрели с соответствующей насадкой.

Для того чтобы ускорить этот процесс, используется деревянный шаблон. Он изготавливается из обрезков деревянного бруса и имеет длину, соответствующую требуемому расстоянию между контрбрусьями. При облицовке подвесного потолка гипсокартонными

листами стыки между ними должны находиться на контрбрусках. Сами же листы крепятся к обрешетке шурупами с шагом 150–200 мм.

**Подвесные потолки на основе металлического каркаса.** Эта система представляет собой каркас из металлических профилей, обшитый листами гипсокартона. Металлические профили изготавливаются из стальной ленты (толщина 0,55–0,8 мм) методом холодной прокатки и имеют швеллерообразное сечение. Поверхность таких элементов покрыта слоем цинка для защиты от воздействия внешней среды.

Для монтажа подвесного потолка применяются два вида профилей – потолочные и направляющие. Потолочные профили служат для формирования металлического каркаса подвесного потолка. Спинка профиля имеет ширину 60 мм, ширина полки – 27 мм. Для облегчения центровки крепежных шурупов и придания элементу дополнительной жесткости спинка и полки профиля имеют по три канавки. К базовому потолку профиль крепится с помощью специальных подвесов. Основные виды подвесов – подвес прямой и подвес с зажимом. Края полок профиля загнуты внутрь и служат упором для подвесов с зажимом. Прямой подвес скрепляется с потолочным профилем с помощью саморезов. Спинка профиля служит для крепления к ней гипсокартонных листов.

Потолочный направляющий профиль ПН 28/27 – это направляющая основа для каркаса из потолочных профилей ПП 60/27. Он имеет спинку шириной 28 мм и две полки шириной по 27 мм. В процессе монтажа подвесного потолка направляющий профиль закрепляется на стенах по периметру помещения. Для установки на несущее основание (в данном случае –

стену) направляющий профиль имеет отверстия  $\varnothing$  8 мм, расположенные с шагом 250 мм.

Крепление производится шурупами с дюбелями.

Существует два типа каркасов для подвесных потолков на основе металлических профилей. В первом случае основные профили, которые крепятся к базовому потолку с помощью подвесов, и несущие профили, на которых располагаются листы обшивки, находятся на разных уровнях. При этом вес 1 м<sup>2</sup> потолка составляет 13 кг. Максимальное расстояние между подвесами – 900 мм. Наибольший шаг между основными профилями – не более 1000 мм, расстояние между несущими профилями – не менее 500 мм, зазор между стеной и крайним основным профилем – 100 мм. Для скрепления основных и несущих профилей используют специальный двухуровневый соединитель профилей.

Второй вариант каркаса для подвесного потолка выглядит следующим образом. Основные и несущие профили находятся на одном уровне. В этом случае расстояние между местами крепления подвесов к основному потолку может достигать 1000 мм, а расстояние между основными профилями – 1200 мм. Остальные параметры такие же, как и для разноуровневого каркаса. Между собой основные и несущие профили скрепляются с помощью одноуровневых соединителей.

Монтаж подвесных потолков следует начинать на той стадии работ, когда закончено применение жидких растворов, способных повысить влажность в помещении. Порядок монтажа подвесных потолков следующий. Прежде всего следует определить необходимое расстояние между основным и подвесным потолками. В соответствии с этим производится разметка и монтаж направляющих профилей. Далее намечаются места установки подвесов и основных профилей. С помощью анкеров подвесы крепятся к базовому потолку, и к ним саморезами привинчиваются основные профили. Регулируя длину подвесов, основные профили выравнивают в одной плоскости, после чего к ним крепят несущие профили.

Затем с использованием специальных подпорок листы гипсокартона устанавливаются в необходимое для монтажа положение и закрепляются на несущих профилях саморезами с шагом не более 170 мм. Листы гипсокартона располагают перпендикулярно несущим профилям, причем их стыки должны находиться на несущих профилях. Швы в местах

стыков заделывают специальной шпатлевкой и армирующей лентой. Обшивка гипсокартонными листами может производиться в два слоя. Шурупы необходимо вворачивать перпендикулярно листам и углублять в профиль не менее чем на 10 мм. Головки шурупов утапливают в гипсокартон на 1 мм.

После проведения вышеописанных мероприятий поверхность подвесного потолка готова для дальнейшей декоративной отделки.

## **Натяжные потолки**

Конструкция натяжных потолков предусматривает не только установку освещения, сигнализации, противопожарной системы, но и прокладку электрических и вентиляционных коммуникаций. Изготовленные из нейтральных материалов натяжные потолки не выделяют вредных веществ, а при пожаре не воспламеняются. Монтаж такого потолка не займет много времени, потому что весь процесс установки давно уже отработан до совершенства.

Выбрать натяжной или подвесной потолок помогут менеджеры фирмы-установщика. В их обязанности входит представить весь ассортиментный ряд, которым располагает компания, и самое сложное при этом – остановиться на одном из сотни предложенных вариантов. Выбор затрудняется не только из-за многообразия оттенков, рисунков, но и из-за характеристик натяжных потолков.

На основе полученных в результате обмера помещения данных фирма, в которой был произведен заказ, приступает к изготовлению потолка.

Залог качественного монтажа – это чрезвычайно точный замер потолка по всем необходимым параметрам (диагонали, периметр, сегменты).

Натяжной потолок можно считать одной из разновидностей подвесных потолков, хотя он, строго говоря, к этой группе и не относится, поскольку крепление к базовому потолку используется только как один, и при этом достаточно редкий, вариант. Обычно же полотно потолка закрепляется по периметру стен.

Материал, из которого изготавливается полотно натяжного потолка, представляет собой обычную ПВХ-пленку разных фактур (матовую, полуматовую, глянцевую, имитирующую замшу, мрамор, кожу и т. д.) толщиной 0,17–0,22 мм. Сам же потолок – это сшитое из отдельных полос полотно, выкроенное точно по размерам помещения с учетом всех его особенностей. Чертеж для выкройки должен делать профессиональный технолог, так как в этом деле, как и во всех вопросах, связанных с натяжными потолками, очень много тонкостей, которые должны быть учтены уже на начальных этапах подготовки и установки. После выкройки полотно обрабатывают по периметру гибкой пластиной (гарпуном), которую впоследствии используют при установке. На этом выкройка полотна заканчивается, его тщательно моют специальными средствами, складывают с использованием межслойных прокладок и упаковывают в несколько слоев теплоизолирующей пленки. В таком виде потолок и поставляется фирмой-изготовителем фирме-установщику.

### ***Основные этапы установки натяжного потолка***

Начинаются работы с того, что по периметру помещения, где предполагается монтаж натяжного потолка, закрепляются ПВХ-профили – так называемые багеты. Специальные стойки на базовом потолке крепятся в тех местах, где впоследствии будут стоять осветительные приборы. В дальнейшем закрепленные светильники выводятся в уровень устанавливаемого потолка.

На этом этапе осуществляется нагревание воздуха до 50–60 °С с помощью тепловой пушки. После поднятия температуры в установленные ранее профили вправляется ПВХ-пленка, которая при нагреве становится эластичной. По мере понижения температуры в комнате пленка растягивается, становясь жестче. Быстрый монтаж становится возможным

благодаря вырезанному точно по размеру комнаты цельному полотну. Рассмотрим этот процесс для простейшего случая – установки натяжного потолка в прямом четырехугольном помещении, без уходящих в потолок труб, со светильником-люстрой.

Первым делом на стены по периметру помещения закрепляется багет, представляющий собой пластмассовый профиль из жесткого пластика или дюралюминия, за который впоследствии и зацепляется гарпуном полотно потолка. Формы профилей, как и способ крепления, у разных фирм-производителей разные, хотя и схожие друг с другом. Для выполнения этой операции прежде всего определяется самый низкий угол базового потолка помещения. Делается это с помощью гидроуровня.

Далее от нижнего угла отмеряется вниз 1–2 см и делается отметка карандашом. Этот зазор нужен только в технологических целях, чтобы было удобнее подобраться инструментом при закреплении багета. Затем с помощью того же гидроуровня эта метка переносится на остальные углы помещения. Гидроуровень больше не понадобится, и его можно убрать. С помощью отбивочного шнура с красителем наносится линия для закрепления багета. Для этого один конец шнура устанавливается на метку в одном из углов, а другой – на метку в соседнем углу; шнур при этом должен быть туго натянут.

Свободной рукой шнур оттягивается перпендикулярно стенам и отпускается. Цель этой операции в том, чтобы натянутый шнур оставил на стене прямую линию от одной метки до другой. Повтором этой операции для всех стен помещения получают горизонтальную линию на заданной высоте. Эта линия и будет базой для последующей установки багета.

Следующая операция – точное измерение углов помещения. Делается это с помощью специального инструмента – гониометра (раскладного транспорта) или способом подбора зарезок (второй способ лучше); сразу же нужно написать значения измеренных углов карандашом на базовом потолке. Необходимая точность –  $0,5^\circ$ , так как цена деления шкалы углов маятниковой пилы, используемой для запила, равна  $1^\circ$ .

Для крепления на стены багета необходимо сначала подготовить рейку. С помощью рулетки точно измеряется длина стены, на которой планируется крепить рейку. Обычно рейка имеет длину 3–4 м, поэтому здесь рулетка большей длины не имеет смысла. Если стена имеет длину меньшую, чем длина рейки, то рейка отпиливается маятниковой пилой под углами, равными половине углов, прилегающих к измеренной стороне, после чего закрепляется на стене таким образом, чтобы верхний край багета совпадал с разметкой горизонта, сделанной ранее. Если же длина стены больше, чем длина рейки, последняя запиливается только в одном углу (второй при этом рекомендуется запилить под прямым углом, так как чаще всего багет нарезается в длину не строго под прямым углом) после ее закрепления либо с помощью дюбелей и саморезов (рекомендуются усиленные дюбели

отечественного производства  $\varnothing$  6 мм и длиной 30 мм), либо с помощью пневматического

пистолета и специальных гвоздей или скрепок с частотой крепления, определяемой материалом стены.

При этом следует помнить, что усилие натяжения потолка на отрыв багета примерно 60 кг/пог. м. Недостающее наращивается куском необходимой длины с соответствующим запилом, который крепится к стене выбранным способом. Повторив эту операцию для каждой стены, получим помещение с горизонтально установленными багетами. Выполняя эту операцию, важно помнить, что стыки кусков багета должны проклеиваться при их соединении с помощью клея цианоакрилатной группы. Затем наступает очередь самой ответственной операции – разворачивания и установки полотна.

Как уже было сказано выше, полотно потолка поступает фирме-установщику в сложенном виде. Качество упаковки может сыграть важную роль, поскольку даже малейшее механическое повреждение полотна приводит к браку в работе. Именно поэтому между

слоями полотна укладываются специальные прокладки из вспененного полиэтилена или тонкой мягкой бумаги. Распаковка полотна должна производиться в уже частично прогретом (до 40–50 °С) помещении. Обычно на несколько минут включается тепловая пушка, а затем полотно натяжного потолка следует осторожно распаковать и развернуть, давая равномерно прогреться (тепловую пушку нельзя подносить к полотну ближе чем на 1,5 м). В полотно потолка всегда вкладывается чертеж фирмы-изготовителя, на котором должен быть обозначен базовый угол (обычно полотно складывается так, чтобы базовый угол был наверху). Развесив по углам помещения на веревочных петлях пружинные струбины в форме клещей (так называемые крокодилы) с обернутыми двумя-тремя слоями прокладочного материала губками, начинают разворачивать полотно.

Первым открывается базовый угол, который после небольшого прогрева в тепловом потоке пушки цепляется «крокодилом» за гарпун. Далее по мере разворачивания полотна будут открываться его новые углы, которые цепляются «крокодилами» в соответствующих углах помещения. Когда все полотно развернуто и зацеплено и пока оно прогревается до состояния пригодности к установке, следует проверить, правильно ли оно сориентировано, – хоть и нечасто, но случались ошибки с базовым углом.

Уровень, до которого следует прогревать полотно, определяется только опытом монтажника – если недогреть полотно, его трудно будет натягивать и устанавливать, если перегреть – оно будет выскакивать из зацепления, а кроме того, глянцевое полотно может потерять блеск. Нормально прогретое полотно должно достаточно легко растягиваться вместе с гарпуном и прочно держаться в замках багета. Только после достижения этого состояния следует начинать непосредственно установку полотна в багет. Начинать можно с любого угла.

Выбранный угол снимается с «крокодила», который сразу убирается, чтобы не мешал. Затем в паз гарпуна вставляется угловая лопатка и с ее помощью гарпун полотна зацепляется за багет. При этом необходимо прижимать гарпун пальцами левой руки сверху в месте, где его уже удалось зацепить за багет, так, чтобы он не выскочил сразу из зацепления. Зацепив сам угол, надо сменить лопатку на плоскую и продолжить зацепление гарпуна вправо и влево от угла до момента, пока гарпун не будет зацеплен хотя бы за два замка в каждую сторону. Далее аналогичным образом зацепляются противоположный и остальные углы. То, что каждый последующий угол зацепляется все труднее, следует считать нормальным.

Когда все четыре угла установлены, можно приступать к зацеплению прямых участков натяжного потолка. Делается это уже с помощью прямых лопаток. Сначала на два-три замка зацепляются участки в месте окончания швов полотен, что уменьшает вероятность возникновения их искривлений. Затем незакрепленные участки делятся пополам и в центре закрепляются опять же на два-три замка. Так до тех пор, пока величина незакрепленных участков не будет такой, чтобы весь участок можно было закрепить без особых усилий (обычно это около 1 м).

Далее производится окончательное зацепление по всему периметру помещения. Когда это сделано, необходимо проверить качество зацепления полотна по всему периметру, проверив плотность прилегания полотна потолка к багету. Если в каком-либо месте полотно неплотно прилегает к багету, следует поправить зацепление. Если же все правильно, то получается довольно туго натянутое на багет полотно, образующее идеально ровную поверхность.

Последняя операция – устройство светильника внешнего монтажа (люстры). Первое, что нужно сделать, – подготовить усилительное кольцо. Оно обычно изготавливается из пластика толщиной 3–4 мм, который должен быть одновременно прочным и легким в обработке. Внешний диаметр кольца должен быть таким, чтобы чашка люстры его прикрывала, а внутренний – чтобы кольцо легко надевалось на закрепленный в базовом потолке крюк люстры. В любом случае ширина кольца не должна быть менее 5 мм. Обычно это условие легко выполнимо. На ощупь через полотно потолка находят крюк люстры, в этом месте делается отметка. На усилительное кольцо сплошной полосой без разрывов

наносится цианакрилатный клей. Это условие является обязательным, иначе впоследствии полотно натяжного потолка поползет, как дырявый чулок. После этого кольцо приклеивается на лицевую сторону полотна таким образом, чтобы сделанная отметка находилась точно в центре усилительного кольца. Клеи указанного типа сохнут обычно в течение нескольких секунд, поэтому, выдержав указанное время, острым ножом внутри кольца полотно вырезается, в полученное отверстие вытягивается провод, подключается к люстре, а затем люстра просто вешается на старый крюк, который при необходимости наращивается в длину.

## **Устройство вентиляции**

В домах с естественной вентиляцией вытяжными каналами должны быть оборудованы кухня, ванная, туалет и помещения без окон (кладовые, гардеробные комнаты), а также помещения, которые отделены двумя или более дверями от кухни, ванной или туалета. В двух- и трехэтажных домах вытяжными вентиляционными каналами должны быть оснащены и все комнаты, расположенные на втором этаже и в мансарде. Из этих помещений следует отводить не менее 30 м<sup>3</sup> воздуха в час.

Однако если просто пробить отверстие в наружной стене, оно не заменит вентиляционного канала. Воздух, вместо того чтобы выходить из помещения через это отверстие, будет поступать через него внутрь. Зимой помещение будет очень холодным. Ситуацию может исправить установка в отверстии маленького вентилятора, лучше всего – управляемого датчиком влажности. Но это будет половинчатое решение. Чтобы вентиляция соответствовала нормам, в помещении лучше сделать отдельный вентиляционный канал.

Каналы должны быть спроектированы и выполнены таким образом, чтобы эффективно отводить воздух из помещений при наружной температуре 12 °С и расчетной температуре в помещении (20 °С в комнатах, 24 °С в ванных). Количество воздуха, удаляемого через вытяжные каналы, зависит от силы тяги (скорости прохождения воздуха) и площади сечения канала. Чем теплее в помещении и холоднее снаружи, тем сильнее тяга в трубе. Поэтому зимой, когда разница температур внутри и снаружи больше, естественная вентиляция действует лучше всего. При повышении наружной температуры эффективность вентиляционных каналов снижается. В холодное время года особенно важно сохранить высокую температуру каналов. Поэтому они должны быть сделаны во внутренних стенах, а находящиеся в наружных стенах – хорошо теплоизолированы. Это касается также отрезков каналов, проходящих через необогреваемые помещения, например чердаки. Полезно размещать каналы по соседству с дымоходами или трубами с горячей водой, чтобы последние их обогревали.

Чем более гладкой будет внутренняя поверхность канала, тем меньше сопротивление потоку воздуха. Поэтому соединения блоков или кирпичей, из которых построен канал, должны быть выполнены особенно тщательно, не иметь уступов или углублений.

Очень важным для эффективности действия вентиляционного канала является его вывод над крышей здания. Выход трубы должен находиться минимум на 60 см выше конька на плоских (угол наклона меньше 12°) и покатых крышах с легковоспламеняющейся кровлей, например крытых гонтом или соломой, и минимум на 30 см над поверхностью покатых крыш с невоспламеняющейся кровлей. Если на крыше есть уступы, а выходное отверстие трубы соседствует со стеной, то завихрения потоков воздуха вокруг дома, образующиеся в ветреную погоду, могут задуваться в вентиляционные каналы. Таким образом тяга снижается и может даже опрокинуться (воздух, вместо того чтобы выходить из дома через вентканалы, будет поступать через них в помещения). В этом случае стоит установить специальные насадки (дефлекторы), поддерживающие тягу и защищающие выходное отверстие вентиляционного канала от задувания в него ветра.

Во всех помещениях, в которых отсутствуют окна, – гардеробной, кладовой,

хозяйственной части дома – необходимо разместить каналы естественной вентиляции, заканчивающиеся вентиляционными решетками. Решетки следует устанавливать в верхней части помещения так, чтобы их верхний край находился не ниже чем в 15 см от потолка. В противном случае они не будут эффективно функционировать – в верхней части помещения, под потолком, будет собираться наиболее теплый и загрязненный воздух, вместо того чтобы отводиться через вытяжные вентиляционные каналы.

Внутренние двери обязаны обеспечивать свободное движение воздуха между помещениями, даже когда они закрыты. Воздух должен проходить из помещений, где воздух менее загрязнен (комнаты), через помещения с более загрязненным воздухом (кухня, ванная, туалет), а оттуда выводиться по вентиляционным каналам. Для этого под дверями следует оставить щель или установить в их нижней части вентиляционные отверстия или решетки. Площадь отверстия в межкомнатных дверях должна составлять около 80 см<sup>2</sup>, а в дверях, ведущих на кухню или в ванную, – 200 см<sup>2</sup>. Но если воздух на пути к вентиляционной решетке проходит через две двери, сопротивление ему может быть очень сильным. Поэтому, если какое-либо помещение отделено от помещения с вентиляционным каналом (кухня, ванная, туалет) более чем двумя дверями, необходимо сделать в нем отдельный вентиляционный канал, обеспечивающий удаление около 30 м<sup>3</sup> воздуха в час.

## **2. Утепление зданий и помещений**

### **Основы теплотехники: и уют, и экономия**

Энергосбережение в последнее время стало глобальной проблемой. По прогнозам экономистов, рост цен на энергоносители и впредь будет значительно превышать инфляцию. Именно поэтому в Европе, например, принят пакет законов, направленных на стандартизацию строительных нормативов с целью повышения энергоэффективности зданий. Ужесточаются нормативы по термическому сопротивлению ограждающих конструкций зданий и у нас. Ведь теплотери через стены составляют до половины суммарных потерь.

До недавнего времени основным строительным материалом был обыкновенный глиняный кирпич. Дома, построенные из него, известны своей долговечностью и прочностью, но есть у кирпича и значительный недостаток – он плохо сохраняет тепло.

Кирпичный дом прогревается медленно и так же медленно тепло возвращает. И если многоэтажное жилищное строительство ведется уже с учетом требований по энергоэффективности, то индивидуальные застройщики зачастую строят по старым нормам и технологиям в части теплосбережения. Наружные стены делают по-прежнему в 2 или 2,5 кирпича или из легкобетонных блоков толщиной 40 см с облицовкой вполкирпича. Сэкономив на толщине стен и теплоизоляции, владельцы домов впоследствии больше платят за отопление; кроме того, увеличивается расход топлива, происходит дополнительное загрязнение окружающей среды. Технические возможности и современные теплоизоляционные материалы позволяют решить эти проблемы уже сегодня. Понятие комфорта очень индивидуально и зависит от многих факторов; если речь идет о здоровых людях, оптимальной считается температура в помещении в интервале  $22 \pm 2$  °С. Например, согласно СНиП 31–02–2001 (СНиП – строительные нормы и правила, совокупность нормативных актов технического, экономического и правового характера, регламентирующих, среди прочего, проектирование, строительство и эксплуатацию зданий различного назначения) в отопительный период для всех помещений с постоянным пребыванием людей температура не должна опускаться ниже 20 °С, в кухнях и уборных – 18 °С, а в ваннах и душевых – 24 °С.

Теплозащитные требования к окнам также направлены на ограничение теплотерь помещения. Для этого обеспечивают точную пригонку переплетов к оконной коробке и друг

к другу, устанавливают упругие прокладки, повышающие герметичность окон и т. д.

Считается, что окно удовлетворяет требованиям воздухопроницаемости, если через 1 м<sup>2</sup> оконного проема в течение часа проходит не более 10 кг воздуха. Для обеспечения комфортных условий в помещении и во избежание запотевания окон температура на внутренней поверхности остекления должна отличаться от температуры внутреннего воздуха не более чем на 9 °С.

Чтобы не мерзнуть, лучше предусмотреть утепление фундамента, стен, проемов и кровли еще на стадии проектирования дома. В результате на его обогрев потребуется вдвое меньше топлива или электроэнергии, чем на отопление неутепленного. С учетом роста цен на энергоносители это немаловажно. К тому же в холодные зимы бывает и так, что температуру в неутепленном доме не удастся поднять выше 10–12 °С, даже если топить на полную мощность.

## **Свойства строительных материалов**

Под теплоизоляцией обычно подразумеваются строительные материалы с пористой или волокнистой структурой, занимающие большой объем при минимальном весе. Воздух, находящийся в порах или между волокнами, плохо проводит тепло и обеспечивает теплозащитные свойства материалов. При грамотном утеплении в доме хорошо удерживается тепло, выводится избыточная влага и поступает свежий воздух. Все свойства утеплителя, такие как теплопроводность, паро- и воздухопроницаемость, взаимосвязаны.

Строительно-физические свойства теплоизоляционных материалов зависят от сырья, из которого они изготовлены. По виду исходного сырья все теплоизоляционные материалы делятся на две большие группы: неорганические и органические. К неорганическим относят теплоизоляционные материалы, изготовленные на основе неорганических веществ – асбеста, шлаков, стекла, кремнезема, перлита, вермикулита и других веществ минерального происхождения. Это минеральные ваты, пеностекло, керамзит, вспученные перлит и вермикулит, газобетон, газосиликат и т. д. Неорганические теплоизоляционные материалы долговечны, плохо впитывают влагу, не гниют, огнестойки, не повреждаются грызунами.

Органические теплоизоляционные материалы в зависимости от природы сырья разделяют на две категории: на основе природного органического сырья (древесина, отходы деревообработки, торф, однолетние растения, шерсть животных и так далее) и искусственные – газонаполненные пластические массы ячеистой или сотовой структуры. Характерная особенность большинства органических теплоизоляционных материалов – низкая огнестойкость, поэтому обычно их применяют при температурах не выше 150 °С.

Теплоизоляционные материалы, сделанные только из природного органического сырья (пробка, ДВП и ДСП, соломит, камышит, торфоплиты), в строительной практике применяют довольно редко – за исключением пробки, они отличаются весьма низкой водо- и биостойкостью. Гораздо шире распространены материалы смешанного состава (арболит, фибролит), получаемые из смеси минерального вяжущего вещества и органического наполнителя (древесных стружек, опилок).

По форме и внешнему виду все утеплители подразделяют на штучные изделия (плиты, блоки, кирпич, цилиндры, полуцилиндры, сегменты), рулонные и шнуровые (маты, шнуры, жгуты), рыхлые и сыпучие материалы (вата минеральная, стеклянная, вспученные перлит, вермикулит). По структуре материалы подразделяют на волокнистые, ячеистые и зернистые. На современном строительном рынке можно найти самые разнообразные теплоизоляторы, каждый из которых по-своему хорош.

## **Теплоизоляционные материалы**

В современной отечественной практике строительства преобладает три основных типа теплоизоляционных материалов: минеральная вата, плиты из пластических масс и различные

засыпки. В каждом из этих типов есть свои разновидности, которые отличаются по характеристикам и цене. Рассмотрим их более подробно.

## **Минеральные ваты**

Продукты из минеральной ваты представлены на рынке в виде плит и рулонных материалов (матов) различной плотности, а также в виде войлока, гранул, скорлуп и сегментов. Они отличаются хорошими теплоизоляционными и акустическими свойствами, высокой огнестойкостью. Эти неорганические материалы применяются для утепления и звукоизоляции фасадов (под оштукатуривание и облицовку), чердаков, крыш, перекрытий, стен и межкомнатных перегородок. Благодаря волокнистой структуре ваты обладают малой теплопроводностью –  $0,032\text{--}0,046 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{С}$ , хорошими звукоизолирующими свойствами и высокой паропроницаемостью – около  $0,48 \text{ г/м} \cdot \text{ч} \cdot \text{гПа}$ . Пар проходит между волокнами, но не впитывается в них. Однако он должен иметь возможность выйти наружу, чтобы не накапливаться внутри плиты или мата: мокрый материал обладает более высокой теплопроводностью. Гидрофобизация изделий делает их стойкими к атмосферным воздействиям и существенно расширяет область применения.

Теплоизоляция из минеральной ваты эластична, устойчива к образованию грибков и плесени, не портится насекомыми и не разрушается под воздействием ультрафиолетового излучения. Она очень хорошо поглощает звуки, благодаря чему утеплители из минеральных волокон одновременно выполняют функцию звукоизоляции и препятствуют распространению шума через изолируемые стены и перекрытия. Однако минеральная вата не выдерживает высоких механических нагрузок и, если не обработана водоотталкивающими средствами, впитывает влагу.

Ваты малой плотности (до  $15 \text{ кг/м}^3$ ) могут оседать на стене, создавая мостики холода, к тому же продуваются ветром. Современная стекловата почти не колется, в отличие от аналогичного материала старого образца, состоящего из очень толстых волокон, которые, как занозы, впивались в кожу. Тем не менее изделия из стекловаты образуют вредную для здоровья пыль, постепенно истираясь при деформациях конструкций. Поэтому их следует использовать только снаружи здания или внутри стен. Базальтовые продукты более пожаростойки и жестки, менее склонны к усадке (из-за разнонаправленности волокон), но дороже, чем стеклянные.

Маты и войлок из минваты во время перевозки и хранения находятся в упаковке в сжатом состоянии, что значительно уменьшает занимаемый ими объем. Необходимо защищать вату от влаги, поэтому лучше хранить ее в сухих закрытых помещениях. Плиты укладываются одна на другую в стопки не выше 2 м, а маты и рулоны устанавливаются вертикально в один ряд. Следует избегать хождения по жестким плитам и категорически запрещается ходить по разложенной мягкой вате – ее можно легко повредить.

Необходимую толщину утеплителя определяют с учетом минимально допустимого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции и температурной зоны, в которой будет эксплуатироваться здание. Чем теплее климат, тем меньше толщина слоев ограждающих конструкций. Толщину теплоизоляционного слоя рассчитывают для каждого конкретного объекта.

Утеплители из минваты режут длинным острым ножом или ножовкой. Необходимо оставить припуск: около 0,5 см при нарезке плит и 1–2 см при нарезке матов, чтобы после монтажа материал плотно заполнил изолируемое пространство. Рулонный утеплитель легче резать до его разворачивания, чем после. Плиты лучше резать по одной.

Волокнистые изоляторы монтируют на стенах с помощью клея, специальных термодюбелей, устанавливая враспор между стойками несущего каркаса или обрешетки. В отдельных случаях можно использовать монтажную пену. Снаружи их обычно закрывают ветро- и гидрозащитным материалом. Следует помнить, что для утепления вертикальных поверхностей можно использовать только минеральную вату повышенной плотности (более

75 кг/м<sup>3</sup>), так как обычная на них просто не будет держаться. Маты по сравнению с плитами хороши тем, что ими можно плотно закрыть конструкции сложной формы.

Поскольку вата является материалом, выделяющим пыль, до начала работ по утеплению здания стекловатой стыки каналов систем транспортировки воздуха должны быть надежно загерметизированы. В противном случае кусочки стекловолокна могут попасть в вентиляционную систему дома.

### Искусственные пластические массы

Сырьем для их изготовления служат термопластичные (полистирольные, поливинилхлоридные, полиуретановые) и термореактивные полимеры, газообразующие и вспенивающие вещества, наполнители, пластификаторы, красители. Образование в пластмассах ячеек или полостей, заполненных газами или воздухом, вызвано химическими, физическими, механическими процессами либо их сочетанием.

В зависимости от структуры теплоизоляционные пластмассы могут быть разделены на две группы: пенопласты и поропласты. **Пенопластами** называют ячеистые пластмассы с малой плотностью и наличием не сообщающихся между собой полостей или ячеек, заполненных газами или воздухом. **Поропласты** – пористые пластмассы, структура которых образована сообщающимися между собой полостями. В строительстве наибольшее распространение в качестве тепло- и звукоизоляционных материалов получили пенополистиролы, вспененный полиэтилен и пенополиуретан.

Готовых изделий с применением пенопласта очень много. Так, для утепления стен мокрым методом выпускаются плиты с профилированной поверхностью, которая позволяет вентилировать пространство между стеной и изоляцией, предотвращая увлажнение стен. Более твердые плиты используют для крыш с инверсионным (обратным) расположением слоев, а также для террас и стен подвалов – канавки обеспечивают отток дождевой воды. У некоторых видов плит вся поверхность дополнительно защищена слоем геотекстиля (специальный материал, обычно синтетический, предназначенный для создания слоев различного назначения в гражданском и другом строительстве).

Выпускаются и плиты, оклеенные рубероидом с одной стороны. Их используют для теплоизоляции плоских крыш, фундаментов, под бетонные основания. Такие плиты имеют поперечные насечки, что позволяет их сворачивать и транспортировать.

Для полов с электроподогревом применяют фольгированные плиты – оклеенные фольгой, которая отражает тепло и увеличивает прочность плиты на сжатие.

Сэндвич-панели представляют собой трехслойную конструкцию: два жестких листа (как правило, из ПВХ), между которыми находится утеплитель (лист пенопласта или экструдированного пенополистирола). Сэндвич-панели широко используются при изготовлении и монтаже дверных конструкций и перегородок. Их толщина может варьироваться от 40 до 200 мм.

Для внутренних работ производятся плиты, оклеенные гипсокартоном с одной или двух сторон. Плиты с односторонней отделкой используются внутри мансард и для подвесных потолков, а с двухсторонней – для возведения легких перегородок.

Компенсационные ленты применяют в конструкциях плавающих полов. Они предотвращают передачу звуков от пола к стенам.

Профили – плинтусы, карнизы, молдинги, применяемые для реставрации исторических объектов и украшения фасадов новых зданий, а также в качестве декоративных элементов внутри помещений. Каждый производитель представляет каталог профилей, из которых можно выбрать соответствующий проекту.

Клинья необходимы для того, чтобы получить соответствующий уклон ската крыши к точкам сброса воды у вентиляционных шахт и зенитных фонарей. Как правило, это плиты клиновидного сечения с уклоном 1,7–3,4 %.

Обои изоляционные выполняют в виде подложки под декоративные обои. Благодаря их

применению сокращаются теплопотери, стены становятся теплыми на ощупь. Изоляционные обои прекрасно закрывают трещины и выравнивают поверхность стен. Такие обои имеют толщину 3,6 и 10 мм при стандартной для обоев длине рулона 10 м.

Гранулят (пенополистирольные шарики, бисер, дробленка) удобен для теплоизоляции в труднодоступных местах. Мелкие гранулы полистирола задувают в пустоты в стенах, а более крупными заполняют пространства под и над перекрытием, а также в скатах крыши. Пенополистирольными шариками можно утеплить труднодоступные места в стенах и конструкциях со сложными формами и неровными поверхностями.

Пеноизол – пористый полимерный материал белого цвета (жидкий пенопласт), который изготавливают с помощью специальной установки прямо на строительной площадке. Компоненты пеноизола (смола, раствор и др.) подают отдельно и смешивают в специальном смесителе. Теплопроводность материала составляет 0,035–0,047 Вт/м · °С.

По внешнему виду и характеристикам пеноизол – недорогой аналог пенополистирола. Его главное преимущество в том, что он текуч. Пеноизолом можно утеплять полы и крыши в эксплуатируемых зданиях, его можно заливать в самые труднодоступные полости, использовать для утепления конструкций каркасных зданий. К тому же он достаточно дешев. Один из недостатков пеноизола – неприятный специфический запах во время высыхания (смолы содержат формальдегид, выделяющийся при полимеризации). В некоторых смолах (ВПС-Г или КФ-ТИ) содержатся специальные добавки, которые связывают формальдегид, поэтому они считаются наиболее безопасными.

**Экструдированный пенополистирол** имеет гораздо более высокую прочность на сжатие, чем пенопласт, паронепроницаем и практически не впитывает влагу (водопоглощение за 30 суток составляет не более 0,6 % объема). Низкое водопоглощение обеспечивает очень малое изменение теплопроводности во влажных условиях – не более 0,001–0,002 Вт/м · °С, что позволяет применять ЭППС без дополнительной гидроизоляции. Поэтому его рекомендуют для утепления стен, крыш, а также конструкций, которые работают в условиях повышенной влажности или частого контакта с водой, прежде всего для фундаментов, подвальных помещений и цокольных этажей. С учетом низкой устойчивости к высоким температурам и ультрафиолету такое применение этого материала наиболее оправданно. ЭППС отличается высокой устойчивостью к деформации сжатия, поэтому подходит для утепления поверхностей, выдерживающих большую нагрузку, например в фасадных системах мокрого типа, особенно если облицовочный материал достаточно тяжелый. Кроме того, он долговечен, не разрушаясь, выдерживает резкие и постоянные перепады температур. Поэтому его применяют для утепления и таких частей здания, подвергаемых действию влаги и механическим нагрузкам, как полы по грунту и плоские кровли. Но следует учитывать, что под штукатурным фасадом пенополистирол не «дышит», то есть не выпускает излишнюю влагу из толщи стены наружу.

Плиты из ЭППС с одной стороны могут быть покрыты слоем флизелина или геотекстиля и иметь фрезерованные дренажные канавки. Такие плиты не только выполняют теплоизоляционные функции, но и благодаря канавкам облегчают отвод воды. Для утепления инверсионных крыш производятся плиты, с одной стороны покрытые слоем пластифицированного цемента.

Обычно поверхность плит гладкая, но есть плиты и с шероховатой поверхностью, которые особенно подходят для теплоизоляции стен: благодаря структуре поверхности при нанесении клея или штукатурки улучшаются их адгезионные свойства. Они также могут служить для изоляции цоколя и использоваться в качестве несъемной опалубки. Стандартные размеры плит из ЭППС 600 × 1250 мм, толщина может варьироваться от 10 до 150 мм. У разных производителей плиты экструдированного пенополистирола могут иметь свой фирменный цвет: зеленый, голубой, розовый или желтый.

**Вспененный полиэтилен** изготавливают путем вспенивания полиэтилена бутан-пропановой смесью. Плотность вспененного полиэтилена составляет 30–180 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность 0,030–0,045 Вт/м · °С, водопоглощение менее 2 %. Он отличается

мелкопористой структурой, эластичностью, гладкой поверхностью, долговечностью, высокой биологической и химической стойкостью; немаловажно и то, что он экологически безопасен. Применяется в качестве теплоизоляции под напольными покрытиями, для изоляции междуэтажных перекрытий, для уплотнения межпанельных швов, монтажных зазоров, теплоизоляции трубопроводов и других инженерных коммуникаций, а также систем звукопоглощения.

**Пенополиуретан** производят из полиэфирной смолы и специальных добавок, которые вступают в реакцию с полимером и вспучивают сырьевую смесь. Отверждение происходит при повышенной температуре. Пенополиуретан бывает эластичный и твердый. Эластичный (поролон) выпускают в виде полотнищ и лент.

**Сотопласты.** Это теплоизоляционные материалы с ячейками, напоминающими по форме пчелиные соты. Стенки ячеек могут быть выполнены из различных листовых материалов (крафт-бумаги, хлопчатобумажной ткани, стеклоткани), пропитанных синтетическими полимерами. Сотопласты изготавливают в виде плит плотностью 30–100 кг/м<sup>3</sup> и теплопроводностью 0,04–0,06 Вт/м · °С. Применяют сотопласты в качестве заполнителя трехслойных панелей.

**Газобетон и газосиликат.** Это ячеистые теплоизоляционные бетоны, получаемые из портландцемента (газобетон) или из смеси извести с молотым кварцевым песком (газосиликат). Предварительно приготовленный шлам (тесто) вспучивают с помощью газообразователей. Газобетон и газосиликат применяют в виде плит и блоков разного размера. Водопоглощение теплоизоляционного газобетона составляет до 20 %, газосиликата – до 25–30 %, поэтому изделия из газосиликата не применяют при относительной влажности окружающей среды более 60 %.

**Пеностекло (ячеистое стекло).** Неорганический теплоизолятор, который производят из кварцевого песка, стеклянного боя и каменного угля, измельченных в порошок. В процессе обжига происходит размягчение частиц стеклянного порошка и его спекание, а газы, выделяющиеся при сгорании и разложении угля, вспучивают вязкую стекломассу. В результате образуется легкий материал с закрытыми порами, что обеспечивает его полную водо- и паронепроницаемость. Благодаря этим качествам отпадает необходимость применения пароизоляционных пленок и гарантирована стабильность теплоизоляционных свойств в процессе эксплуатации.

Пеностекло относится к группе негорючих материалов и имеет неограниченный срок службы, на протяжении которого сохраняются его теплоизоляционные свойства. Химический состав материала обеспечивает его защиту от грызунов, насекомых, бактерий, лишайников и мхов. Он устойчив к воздействию кислот и предохраняет от коррозии соседствующие с ним материалы. С точки зрения экологической безопасности это исключительно чистый материал, не содержащий фенолформальдегидных и других связующих.

Материал очень технологичен – легко обрабатывается обычным столярным инструментом. Укладка плит производится на горизонтальные и вертикальные бетонные, металлические и деревянные поверхности. Связывается и склеивается строительными смесями, битумом или клеем любого типа, может крепиться механически.

При соблюдении технологии монтажа пеностекло обеспечивает полную однородность изоляции и отсутствие температурных мостиков холода. При механическом повреждении теплоизоляционного слоя требуется замена только поврежденного участка, а не всей изоляции, что значительно удешевляет ремонт. Ячеистое стекло широко используется для теплоизоляции различных типов кровли, полов и потолков, фасадов новых и реконструируемых зданий, при строительстве зданий и сооружений с повышенной влажностью (например, бассейнов и саун).

**Керамзит** представляет собой пористый заполнитель, получаемый грануляцией глинистых горных пород с последующим вспучиванием при обжиге. Сырье для производства близко по составу к тому, из которого получают обыкновенный керамический

кирпич. Керамзит применяется также в качестве заполнителя для бетона. В результате получается легкий материал – керамзитобетон, обладающий высокими теплоизоляционными характеристиками.

**Кремнезит** – искусственный пористый материал, изготавливаемый в виде гравия и песка путем термической обработки кремнеземистого сырья природного или техногенного происхождения с высоким содержанием кремнезема (более 80 %) и каустической соды, которые подвергаются специальной обработке. Он может использоваться для производства теплоизоляционных плит, легких бетонов и блоков, а также в качестве теплоизоляционной засыпки.

**Вспученный вермикулит.** Это сыпучий пористый материал в виде чешуйчатых частиц, получаемых путем ускоренного обжига до вспучивания вермикулита – гидрослюда, содержащей между элементарными слоями связанную воду. Пар, образующийся из этой воды, действует перпендикулярно плоскостям спайности и раздвигает пластинки слюды, увеличивая первоначальный объем зерен в 15–20 раз. В результате вермикулит превращается в легкий пористый материал, который благодаря своим уникальным свойствам (низкая плотность, высокие звуко- и теплоизоляционные свойства, огне-, кислото- и биостойкость) широко применяется в различных отраслях, в том числе и для производства теплоизоляции.

**Вспученный перлит.** Одним из широко используемых в строительстве утеплителей является вспученный перлит. Перлитовый песок обладает хорошими тепло- и звукоизоляционными свойствами, не горюч, огнестоек, химически инертен, биологически стоек, легкий, сыпуч. Экологически он совершенно безопасен и даже используется для глубокой фильтрации в пищевой и медицинской промышленности. На сегодняшний день является одним из самых эффективных утеплителей. В чистом виде перлитовый песок используют в виде теплоизоляционной засыпки.

**Теплоизоляционные штукатурки.** По основному теплоизоляционному материалу теплые штукатурки можно разделить на два типа: с минеральным (наиболее распространены) и органическим наполнителем.

Из органических наполнителей используют пенополистирол в виде мелких вспененных гранул. Такая штукатурка имеет теплопроводность 0,06–0,09 Вт/м · °С. Она менее устойчива к механическим воздействиям, чем штукатурка с минеральными наполнителями, поэтому на стене ее следует защищать паропроницаемой краской или финишной штукатуркой. Теплая штукатурка в 3–4 раза легче традиционной: удельная масса после затвердения – 240–360 кг/м<sup>3</sup>. Большинство теплых штукатурок паропроницаемы; их можно наносить на стены из любого материала и красить любыми паропроницаемыми красками (все теплые штукатурки белого цвета, поэтому рекомендуется их последующая покраска).

**Древесноволокнистые плиты.** ДВП производят из древесной стружки и других отходов деревообрабатывающих предприятий. К стружке и опилкам добавляют вяжущие вещества, огнезащитные средства и средства против древесных жучков. Сырье измельчают и расщепляют на отдельные волокна. По сухой технологии волокна перемешивают с латексным клеем и прессуют в плиты, а по мокрой – смешивают с водой и добавками до вязкой консистенции, а потом прессуют и высушивают. Для склеивания волокон друг с другом используются специальные смолы. Для резки плит подходят обычные инструменты для работы с деревом. Древесноволокнистые плиты с открытыми порами регулируют уровень влажности в помещениях и способны компенсировать деформации прилегающих к ним деревянных конструкций. Ими можно пользоваться для утепления крыш, фасадов под оштукатуривание и облицовку, перекрытий, устраивать теплоизоляцию стен по всему периметру. Древесной стружкой можно заполнять пустоты между элементами каркаса строительных конструкций.

**Арболит.** Это разновидность легкого бетона, изготавливаемого из смеси цемента, органических заполнителей, химических добавок и воды. В качестве органических заполнителей используют дробленые отходы древесных пород, сечку камыша, кофру конопли или льна. Технология изготовления изделий из арболита включает операции по

подготовке органических заполнителей, смешивание заполнителя с цементным раствором, укладку полученной смеси в формы и ее уплотнение, отверждение отформованных изделий. Плотность арболита составляет 500 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность – 0,1–0,13 Вт/м · °С. Его относят к категории труднопоражаемых плесенью и трудногорючих материалов. Изделия из арболита используют для возведения навесных и самонесущих стен и перегородок, а также в качестве теплоизоляционного материала в стенах, перегородках и покрытиях зданий различного назначения.

**Фибролит** изготавливают в виде плит из специальных древесных стружек (древесной шерсти) и неорганического вяжущего вещества. Древесную шерсть получают на специальных станках в виде тонких и узких лент. В качестве вяжущего используют портландцемент. Фибролит не горит открытым пламенем, легко обрабатывается – можно пилить, сверлить и вбивать в него гвозди. При влажности выше 35 % он может поражаться плесенью, поэтому его необходимо защищать от увлажнения (например, путем оштукатуривания). Плотность фибролита составляет 300 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность – 0,08–0,1 Вт/м · °С. Применяют его для утепления стен и перекрытий.

**Пробка.** Пробковые плиты хорошо пропускают воздух, не гниют, устойчивы к образованию плесени и грибка. Они применяются для покрытия полов, потолков, внешних и внутренних стен, междустенного пространства, чердачных помещений, а также крыш как с внутренней, так и с внешней стороны.

Помимо теплоизоляции из пробки применяется комбинация из двух натуральных материалов – кокосового волокна и пробкового агломерата. Такая структура позволяет достигать лучших результатов благодаря дополняющим друг друга термическим и акустическим характеристикам обоих материалов.

## Теплотехнические требования к строительным конструкциям

Воздух проникает внутрь здания через неплотности в его оболочке даже в безветренную погоду. Трещины в наружных стенах, щели и зазоры в местах примыкания конструкций способствуют образованию сквозняков в помещениях дома. Через щели в нижней части ограждающего контура внутрь строения проникает холодный наружный воздух, в то время как зазоры в верхней части здания выпускают наружу воздух теплый. Ветер лишь усиливает этот процесс, направляя воздушные потоки в определенную сторону. Дефекты в ограждающем контуре здания снижают эффективность его теплозащиты. Даже дополнительное утепление конструкций в подобных ситуациях не дает желаемого результата, и чем лучше утеплено здание, тем больше тепла теряется через щели и зазоры. К тому же даже небольшое отверстие резко ухудшает звукоизолирующую способность стены. Чтобы уменьшить количество расходуемой на отопление дома энергии и обеспечить в жилище комфорт, необходимо сделать его по возможности воздухонепроницаемым. Таковы современные требования по теплозащите зданий, принятые во многих странах мира.

Необходимое количество воздуха для эффективного воздухообмена можно получить путем проветривания. Недостаток этого способа поддержания микроклимата в том, что он требует присутствия в жилище человека, который должен в нужный момент открыть или закрыть окна или двери. Длительное же проветривание, особенно в ночное время, требует дополнительного расхода энергии. Альтернатива проветриванию – система вентиляции, которая является неотъемлемой частью современного энергоэффективного дома.

Швы между конструкциями дома – явление неизбежное. В каркасных домах проблему герметичности можно решить путем расстилания по поверхностям конструкций пароизоляционной пленки. Стыки между стенами и перекрытием уплотняют путем нахлеста полотнищ изоляционного материала.

Сложнее дело обстоит с домами, конструкции которых имеют неоднородные теплотехнические характеристики. Чаще всего в таких строениях проблемы бывают на

стыках стены с крышей. Неплотности могут привести к отсыреванию изоляции и древесины под воздействием конденсата, образующегося при контакте теплого и относительно влажного внутреннего воздуха с холодными конструкциями дома. Причем пароизоляционная пленка, расстилаемая изнутри ограждающей конструкции, не в состоянии воспрепятствовать образованию влаги при наличии щелей и зазоров, через которые проходит воздух. В этих случаях конденсации содержащейся в воздухе влаги не избежать.

Не застрахованы от конденсата и монолитные конструкции. Например, при наличии негерметичных швов между снабженными надежной теплоизоляцией кирпичными стенами и междуэтажным перекрытием вероятность конденсации теплого воздуха также не исключена. В стенах же, сложенных из кирпича с вертикальными пустотами, холодный воздух может проникать внутрь дома даже на приличном удалении от наружных швов между конструкциями. Такими местами могут стать даже гнезда для электрических розеток. Негерметичные места в доме не всегда легко обнаружить, поскольку они могут находиться в закрытых конструкциях.

Герметичность здания оценивают с помощью коэффициента, характеризующего воздухообмен всего строения в течение 1 ч. Этот показатель не имеет ничего общего с проветриванием через окна, а относится к зданию, у которого все окна и двери плотно закрыты. Например, значение 3,0 говорит о том, что при перепаде давления 50 Па в течение 1 ч в здании происходит тройной воздухообмен.

### **Как избежать негерметичности ограждающего контура**

Для домов легкой конструкции (с каркасными стенами) основной способ обеспечения герметичности – создание сплошного воздухонепроницаемого слоя. Стыки между полотнищами пароизоляционного материала следует делать внахлест и дополнительно проклеивать уплотнительной лентой. По возможности следует уменьшить число проемов и проходных отверстий в конструкциях, например для прокладки труб. Там, где этого не избежать, воздухонепроницаемость необходимо обеспечить путем тщательного уплотнения всех мест прерывания ограждающего контура. В кирпичных и блочных домах помимо того, что кладка и примыкания должны быть выполнены безупречно, все поверхности (в том числе над подвесными потолками) необходимо тщательно заштукатурить. Отверстия для труб, предусмотренные в воздухонепроницаемом слое, подлежат тщательной герметизации. Крыша и фронтоны могут быть уплотнены соединяемыми внахлест полотнищами пленки. Для вентилирования во фронтоне предусматривают клапан.

Обеспечить герметичность ограждающего контура строения можно только при высоком качестве проектно-строительных работ. Обнаружить нарушения ограждающего контура уже построенного дома очень трудно. Поэтому обращать внимание на неправильное примыкание дверной или оконной коробки к стене, плохо выполненные соединения между полотнищами пленки, ее повреждения, дефекты в неоштукатуренной кладке дома, выступающий наружу коньковый прогон лучше в процессе строительства.

### **Понятие мостиков холода**

Для энергосбережения идеальной была бы ситуация, когда теплоизоляция устроена непрерывно по всему зданию. Но существуют места, где теплоизоляционную оболочку приходится прерывать (например, вокруг оконных и дверных проемов). От качества выполнения таких узлов будет зависеть, произойдет ли через них утечка тепла. По сравнению с остальной стеной подобные места характеризуются более низким сопротивлением теплопередаче, поэтому их называют мостиками холода. Следствием их наличия оказываются более высокие расходы на отопление. Считается, что мостики холода в зданиях могут быть причиной потерь до 1/3 тепловой энергии.

Мостики также являются причиной появления на стенах высолов и плесени.

Понижение температуры на внутренней поверхности ограждающей конструкции может вызывать смещение точки росы и, как следствие, конденсацию водяного пара (например, на окне и вокруг него). Там, где появляется сырость, легко собирается пыль, и вскоре там образуются черные, грязные пятна. Поскольку пыль – превосходная питательная среда для микроорганизмов и домашних грибов, пятна быстро покрываются плесенью.

Возможных мест появления мостиков холода очень много. Например, в каркасной конструкции мостиками холода будут стойки, между которыми закладывают утеплитель. Если стойки деревянные, то мостики выражены слабо ввиду довольно низкой теплопроводности дерева. Точно так же балки перекрытия будут мостиками холода при теплоизоляции потолка, а стропила будут мостиками холода при теплоизоляции крыши. При многослойной конструкции стены может стать проблемным устройство коленчатых мансардных стен и наружных железобетонных лестниц. Но самым слабым местом при слоистой кладке является железобетонная плита перекрытия. Причина проблемы заключается в том, что наружная и внутренняя стены кладки усаживаются по-разному. Чтобы не происходило смещение плоскостей, перекрытия между этажами приходится выносить за внешний предел здания, и на них опирают обе стены, внутреннюю и внешнюю. Вставку, как правило, устанавливают так: оставляют разрыв в слое бетона, арматуру покрывают теплоизоляционным материалом и уже потом заливают ее бетоном. Такое решение является наиболее экономически оправданным, однако стальной каркас все равно может отдавать тепло, а значит, могут образоваться мостики холода. Есть вариант более дорогой, но и более эффективный: сделать разрыв и в бетоне, и в самой арматуре, внедрить в них теплоизоляционные материалы и уже тогда залить все бетоном.

Мостики холода делятся на те, которых можно избежать, и те, с которыми придется смириться.

**Окна и двери.** Даже самые теплые окна и двери всегда будут более холодными, чем сплошная стена. Следовательно, если в гостиной установлены большие окна с видом в сад, именно эта часть стены будет иметь значительно более низкие показатели сопротивления теплопередаче. Вместе с тем большие окна на южном фасаде благодаря солнцу впускают в дом больше тепла, чем теряют.

Контуры дверей и окон являются уязвимыми для мостиков холода, и нередко именно они могут упускать тепло. Поэтому необходимо обратить особое внимание на способ их монтажа, предусмотреть закладные детали и использовать теплоизоляционные материалы, чтобы в местах примыкания к стене не возрастали потери тепла.

**Балконы.** Чем сложнее форма здания и чем больше декоративных элементов украшают его фасад, тем труднее выполнить теплоизоляцию правильно. Например, много проблем для теплоизоляции создают балконы. Чтобы балконная плита выдерживала проектные нагрузки, ее необходимо соединить с перекрытием здания прочно и надежно. Чаще всего балконная плита зафиксирована с помощью арматурных прутьев в плите железобетонного перекрытия. Конструктивные требования к прочности конструкции выполняются, но место примыкания плиты к перекрытию становится путем для утечки тепла – возникает мощный мостик холода. Именно в этих местах чаще всего появляется плесень на штукатурке внутри помещения.

Простой современный способ избежать образования мостиков холода в балконной плите – использование специальных теплоизоляционных балконных элементов. Они состоят из анкерной части, то есть арматуры, и термовкладыша, выполненного из пенополистирола толщиной 8 см. Арматура балконного элемента выполняется из высокосортной нержавеющей стали, обладающей низкой теплопроводностью; коэффициент  $\lambda$  у этого материала составляет всего 15 Вт/м · °С, тогда как у обычной стали – 60 Вт/м · °С. Эти элементы можно использовать в одно-, двух- и трехслойных стенах. Их укладывают на этапе армирования перекрытия, соединяя с арматурой как перекрытия, так и балконной плиты, после чего всё одновременно бетонируется. Доступны различные виды балконных элементов, которые можно подобрать для каждого типа балкона – обычных, угловых и

лоджий.

**Точечные мостики.** Часто бывает, что приходится что-то прикрепить к фасаду: ограждение балкона, навес над входом в дом, маркизу над террасой. Такие элементы должны крепиться непосредственно к стене, а не к внешнему слою изоляции. Из-за этого и возникают точечные мостики. Избежать их до сих пор не удавалось, но сейчас на рынке появились анкеры, химическим способом минимизирующие тепловой поток через стену в точке крепления.

Химические анкеры есть двух видов. Применение ампульных анкеров заключается в следующем. В стене высверливают отверстие, которое затем тщательно очищают с помощью нейлоновой щетки и потока воздуха; затем в него вставляют ампулу, содержащую в различных емкостях смолу и отвердитель. Когда в отверстие вбивается крепящий стержень, ампула разрушается, а ее содержимое перемешивается; через час анкер можно нагружать. Применение инъектирующих анкеров связано с использованием монтажного пистолета, в картридже которого в разных секциях находятся смола и отвердитель. Они смешиваются при сжатии картриджа и через сопло поступают в отверстие, в которое затем вставляют крепящий стержень. Применение химических анкеров исключает контакт стены со стальными соединительными элементами и, следовательно, предотвращает появление мостиков холода.

**Щели между плитами.** Небрежность, допущенная в процессе строительства, может привести к тому, что места, которые казались защищенными от теплопотерь, станут в доме самыми холодными. Плиты пенополистирола или минваты должны соединяться плотно встык, иначе между ними остаются щели. Порой строители стараются исправить положение, заполняя щели клеем, который имеет худшие теплоизоляционные параметры по сравнению с изоляционным материалом. В результате такие щели становятся мостиками холода, что значительно снижает эффективность утепления.

**Цоколь.** Между слоем теплоизоляции цоколя и стеной дома должна быть оставлена дилатационная щель (компенсационный шов). В нее помещают уплотнительную ленту. Проблема возникает, когда строители о ней забывают: в этом случае образуется мощный линейный мостик холода. Если же щель заполнена, имеет смысл проверить, применена ли на самом деле специальная, предварительно сжатая саморасширяющаяся уплотнительная лента, так как часто бывает, что используемые строителями традиционные пенки, силиконы или массы через определенное время перестают выполнять свою функцию. Под воздействием высокой внешней температуры пластические массы могут вытекать из щелей. Конечно, кроме ленты, можно применять и другие средства, например забутовочный шнур, – при уплотнении с помощью силикона шнур удерживает массу и ограничивает ее чрезмерное расходование.

**Растворные швы в кладке** тоже являются мостиками холода. Стена из самых термоэффективных блоков теряет свои теплосберегающие свойства, если выполняется на широкие швы или дополняется обыкновенным кирпичом, что ведет к возникновению мостиков холода. Швы промерзают намного быстрее блоков, и по всей их толщине начинают промерзать и сами блоки. Поэтому раствор для кладки должен быть как можно менее теплопроводным, например с использованием перлитового песка, а швы следует выполнять как можно тоньше. Качественно изготовленные блоки, у которых геометрические размеры строго стандартизированы, укладываются на специальный клей. Тогда толщина шва получается 2–3 мм, и влияние мостиков холода сводится к минимуму. При кладке из обычного кирпича это недостижимо.

## Планировка дома

При строительстве теплого дома 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.

Рассматривая влияние климата на тепловую защиту дома, прежде всего следует подумать о ветре, который в холодное время года приносит много неприятностей. При приближении потока ветра к зданию он начинает оказывать давление на обращенную к нему часть фасада. В результате с этой стороны здания образуется зона повышенного давления, или ветровой подпор, 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 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 наветренной стороны к подветренной, сильные сквозняки, выдувающие тепло из комнат, понижение температуры внутреннего воздуха и резкое увеличение теплопотерь зимой. Особенно хорошо заметны эти явления, если дом находится на территории, свободной от застройки. Поэтому при проектировании здания и планировке территории, особенно в районах с сильными ветрами, зная направление господствующих ветров, необходимо защитить дом от их неблагоприятного воздействия живой изгородью или деревьями, спланировать помещения так, чтобы в одной комнате окна не выходили на наветренную и подветренную стороны, использовать для наружных стен материалы с малой воздухопроницаемостью и особенно тщательно уплотнить окна и их сопряжения со стенами.

Архитектура, конструкции и условия эксплуатации здания тесно взаимосвязаны. Только при учете всех сторон проблемы можно построить экономичный теплый дом, отвечающий запросам конкретной семьи. Показателем экономичности планировки является отношение объема наружных ограждений к общей площади помещений. Чем меньше этот показатель, тем меньше будут затраты как на приобретение строительных материалов, так в дальнейшем и на отопление. Уменьшение его зависит от двух факторов: от планировки дома и его площади.

Проектируя внешний облик жилища, не рекомендуется делать дом сложной конфигурации. Сложная форма дома приводит к увеличению периметра и площади наружных стен, через которые тепло из дома теряется наружу. Для возведения таких стен потребуется больше строительных материалов. Кроме того, такие дома, как правило, имеют большое количество углов, а на внутренней поверхности наружных стен в углах температура всегда бывает ниже, чем на глади стены. Это вызвано тем, что углы по сравнению с гладью стены имеют худшие теплозащитные характеристики.

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. Зато в доме с простым планом, близким к квадрату, без выступов и загибов показатель экономичности оптимален.

Дома, имеющие в плане форму прямоугольника, не рекомендуется делать большой протяженности. Площади наружных стен, через которые теряется тепло, увеличатся, а по сторонам вытянутого дома ветер создаст большой перепад давления, приводящий к усиленной инфильтрации холодного воздуха, через стены и окна. Это потребует более интенсивного отопления 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 расположение веранды позволит защитить стену дома от ветра и уменьшить теплопотери.

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.

Выбор планировки дома зависит от образа жизни и состава семьи. Одни хотят отапливать зимой только часть дома; другие, например семьи, в которых представители трех поколений желают жить вместе, все же хотят иметь в доме изолированную часть для молодой семьи. Все это, наряду с соображениями экономии, должно быть учтено в проекте.

Планировка, удобная для экономичной эксплуатации зимой, показана на рис. 2.1. Габариты дома в плане –  $8,0 \times 7,4$  м, общая площадь – 97 м<sup>2</sup>. К теплому объему дома пристроена двухэтажная веранда. Она используется летом, но полезна и в холодное время, так как защищает от ветра вход в дом и часть наружной стены. Благодаря остеклению с трех сторон воздух в ней прогревается солнцем, что особенно важно ранней весной.



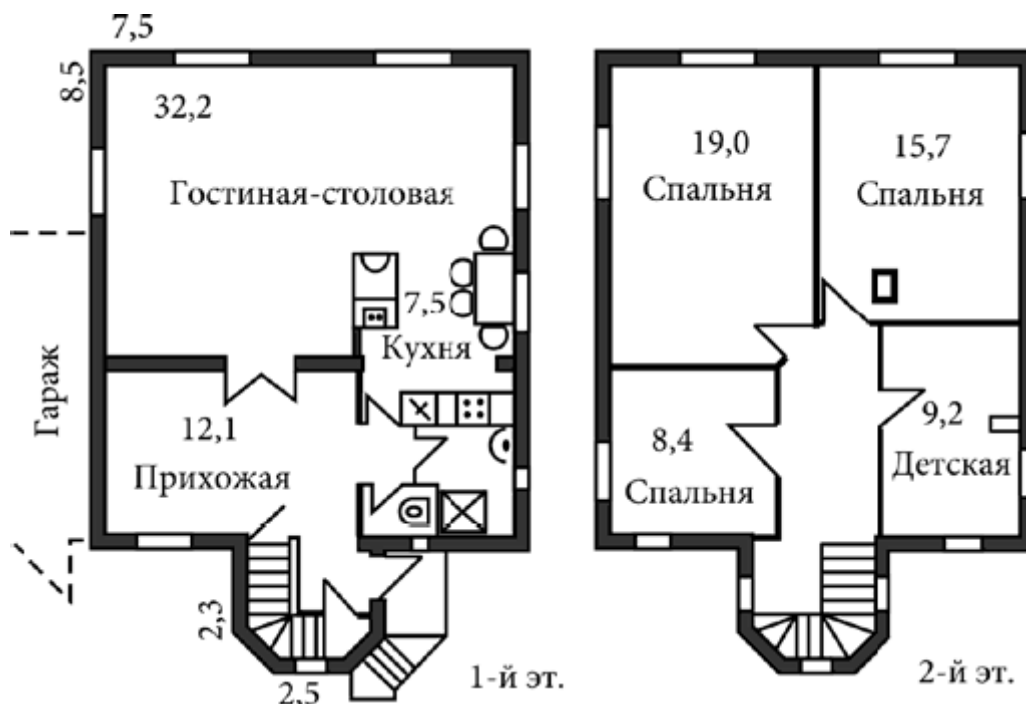
**Рис. 2.1. Планировка дома с зимним отоплением только первого этажа (вариант 1)**

Если в доме постоянно проживает небольшая семья пенсионеров, а дети с ними живут только летом, достаточно отапливать только первый этаж. В планировке учтена эта возможность: воздушные объемы этажей отделены друг от друга, чтобы тепло из нижнего этажа не уходило вверх. Такое разделение возможно только при изолированном размещении лестницы. В данном случае вход на нее расположен в тамбуре и закрывается дверью. Зимой можно жить только на первом этаже, где есть все необходимые помещения: гостиная, небольшая спальня, кухня, прихожая и санитарный узел, а летом – использовать и три верхние комнаты.

Для сохранения тепла в доме важно правильно выбрать размеры окон и их ориентацию, чтобы комнаты первого этажа нагревались солнцем. Для этого нужно учитывать ориентацию улицы относительно сторон света, размещение входа (с улицы или с участка), вид из окон, наличие соседствующих строений. Согласно нормативам отношение суммарной площади окон в комнате к площади пола должно быть не менее 1:8 и не более 1:5,5. Чтобы комната была хорошо освещена, нужно также правильно задавать ширину простенков. Расстояние от угла должно быть не более 1,5 м, если в комнате нет окна на противоположной или смежной стене. На практике именно это правило часто не соблюдается. Для грамотного решения нужно учитывать весь комплекс факторов: освещенность помещений, теплопотери, удобство расстановки мебели, пространственную композицию интерьера и, главное, композицию фасада.

Планировка дома на рис. 2.2 тоже приспособлена для отопления зимой только первого

этажа. Но здесь воздушные объемы нижнего и верхнего этажей разделены еще более четко. Это достигнуто вынесением лестницы в эркер. Вход на нее зимой закрывается дверью. Расположенная на первом этаже гостиная используется зимой как жилая комната. Печь обогревает ее и кухню. Прихожая превращается в традиционные сени – прохладное помещение между теплой жилой комнатой и входным тамбуром. Тепловой режим при такой планировке соответствует условиям, характерным для русской избы, и проверен веками. Если отопление газовое, то можно отапливать и прихожую.



**Рис. 2.2.** Планировка дома с зимним отоплением только первого этажа (вариант 2)

Другой выгодной особенностью этого дома является минимальный объем наружных стен верхнего (мансардного) этажа. Здесь размещены четыре комнаты общей площадью 52,4 м² (три спальни площадью 19, 15,7 и 8,4 м² и детская площадью 9,2 м²). Окна устроены по всем сторонам дома, а не только в его торцах, как это обычно принято. Отсутствие торцевых фронтонов уменьшает расход стеновых материалов.

В том случае, когда в доме проживает большая семья, помещений потребуется больше. Но в любом случае выгоднее развивать объем дома по вертикали, а не распластывать по участку – экономится площадь участка, сокращаются протяженность фундамента, площадь крыши и теплопотери через нее, а следовательно, и расходы на отопление.

## Утепление наружных стен

Добиться высоких показателей теплового сопротивления наружных стен можно двумя способами. Хотя обычная однослойная стена, как правило, не дает необходимой степени теплоизоляции, существуют стеновые материалы, которые в состоянии обеспечить нормируемое сопротивление теплопередаче в составе однослойной конструкции. Это крупноформатные пустотелые блоки из поризованной керамики толщиной не менее 44 см или блоки из ячеистого бетона толщиной не менее 30 см (при условии соответствующей плотности). Основные преимущества такого решения – скорость и удобство кладки, малое количество раствора и небольшие трудозатраты. При этом бытует мнение, активно поддерживаемое рекламой, что стены из таких материалов в дополнительной теплоизоляции

не нуждаются. Практический же опыт строительства свидетельствует о том, что не все так просто. В домах со стенами, лишенными теплоизоляции, зимой холодно, а воздух сырой и влажный. Расходы на отопление такого жилища в условиях суровой зимы заметно отражаются на бюджете.

Однослойные же стены из обычного керамического или силикатного кирпича нормативным параметрам по теплосбережению не отвечают вовсе. Из таких материалов сейчас выполняют многослойные конструкции, в состав которых входит утеплитель (обычно это плиты из минеральной ваты или пенополистирола). В многослойных конструкциях наружных стен и перекрытий толщина несущего слоя определяется исключительно физическими нагрузками, а необходимое сопротивление передаче тепла обеспечивают эффективные теплоизоляционные материалы среднего слоя ограждающих конструкций. В деревянных каркасных стенах нормируемое сопротивление теплопередаче обеспечивает теплоизоляционный материал, входящий в их конструкцию изначально.

Прежде чем выбрать материал для утепления стен и рассчитывать, какое количество его потребуется, нужно определиться с конструкцией системы утепления. Таких конструкций всего три, и они существенно отличаются друг от друга. Можно уложить утеплитель на внутренней поверхности стены; спрятать его внутрь ограждающей конструкции; устроить утепление стены снаружи. Каждый из этих способов имеет присущие ему особенности.

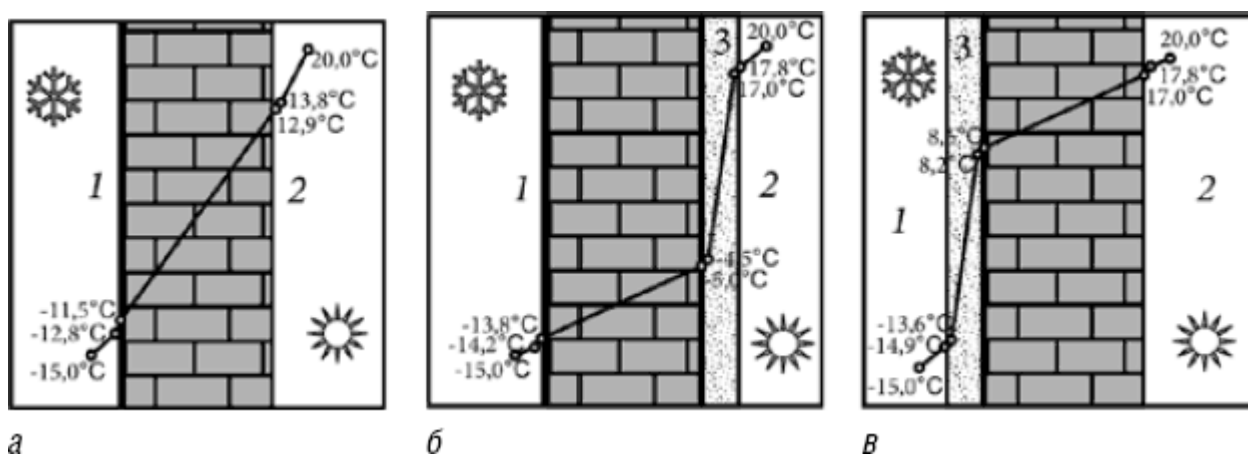
### **Внутренняя теплоизоляция стен**

Конечно, утеплить дом изнутри проще, чем снаружи. Такие работы можно проводить постепенно, по отдельным помещениям, особо не волнуясь из-за неожиданных осадков или морозов. Еще один плюс – помещение с внутренней теплоизоляцией можно быстрее прогреть. И все же это не лучший вариант утепления. Очевидно, что при расположении утеплителя изнутри уменьшается полезная площадь помещений. Но это не основная беда. Главное, что при внутреннем утеплении наружная стена оказывается в зоне низких температур, отчасти захватываемой и сам утеплитель. Это резко снижает тепловую инерцию ограждающей конструкции, поскольку стены утрачивают свои теплоаккумулирующие свойства. Как минимум, это значительно ухудшит климат в помещении. Если же в конструкции имеются скрытые трубопроводы отопления и водоснабжения, которые нынче становятся все популярнее, они оказываются в стене близко к зоне промерзания. При малейших перебоях в отоплении трубы лопаются, тогда их приходится срочно заменять. Такое случается, как правило, в сильные холода, когда делать ремонт особенно тяжело.

Кроме того, нарушается естественная диффузия водяных паров через ограждение, и в зимнее время пар, образующийся в помещении, неизбежно конденсируется за слоем утепления на внутренней поверхности массивной стены. Сконденсировавшаяся и накопившаяся за зимний период влага не может быть выведена наружу даже летом, что приводит к прогрессирующему отсыреванию стен и развитию микроорганизмов, то есть к ухудшению санитарно-гигиенических показателей помещения. Если в таком помещении на стенах образовалась плесень, избавиться от нее можно единственным способом: снять утеплительный слой, просушить стены и провести новые мероприятия по их утеплению. А еще при внутреннем утеплении потолков возможно стекание конденсирующегося пара обратно в помещение.

Распределение температур при различных способах теплоизоляции стен иллюстрирует рис. 2.3 (для полноты картины приведена и неутепленная стена). Наиболее важна зона на границе стены и утеплителя. В случае утепления изнутри (рис. 2.3, б) температура в ней ( $t = -5^\circ\text{C}$ ) немного выше наружной температуры и значительно ниже точки росы. На стыке утеплителя и холодной стены происходит конденсация влаги. К чему это приводит, описано выше. При утеплении стены с холодной стороны (рис. 2.3, в) точка росы вынесена в слой

утеплителя, а кирпичная стена аккумулирует тепло и сглаживает колебания температуры в помещении. В обоих случаях суммарное сопротивление теплопередаче у стен одинаковое, материалы и стоимость работ одни и те же. Но благодаря грамотному взаимному расположению слоев стена в последнем случае более сухая и теплая.



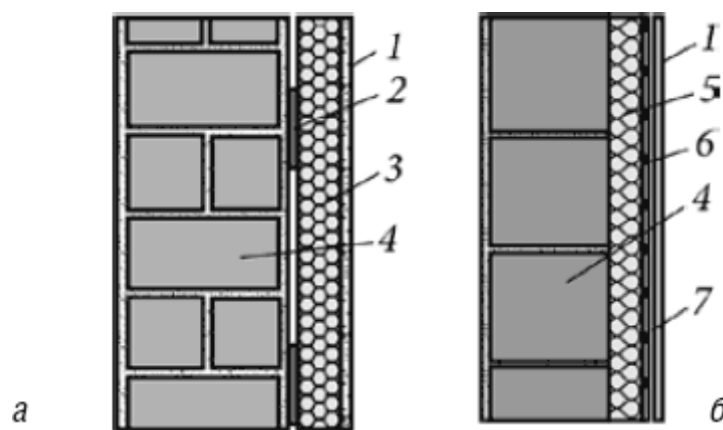
**Рис. 2.3. Распределение температуры в толще стены (для упрощения отделочные слои не показаны):**

*а* – неутепленная стена; *б* – утепление изнутри; *в* – утепление снаружи; *1* – наружная сторона; *2* – сторона помещения; *3* – утеплитель

Еще один недостаток утепления изнутри связан с тем, что перегородки и перекрытия, жестко связанные с несущей стеной и обычно не имеющие отсекающих теплоизолирующих вкладышей, образуют по каркасу здания многочисленные тепловые мостики. Поэтому, чтобы теплотери с единицы площади при утеплении изнутри были равны теплотерям при утеплении снаружи, толщина слоя теплоизоляции должна быть не менее 50 мм. Очевидно, что при этом теряется значительная часть полезной площади.

Из вышеизложенного следует, что располагать теплоизоляционный материал на внутренней поверхности стены существующих зданий следует только тогда, когда это единственно возможный вариант утепления. Например, если приходится утеплять сложные с архитектурной точки зрения фасады или памятники архитектуры. Однако следует учитывать, что при внутреннем утеплении ограждающие конструкции полностью попадают в зону температурных деформаций, не свойственных им в обычных условиях и не предусмотренных при проектировании и строительстве здания. Увеличение температурных нагрузок может привести к появлению температурных трещин и даже к разрушению конструкций. Следовательно, утепление изнутри можно выполнять только после изучения последствий воздействия на конструкции дополнительных температурных нагрузок. При этом для снижения вероятности выпадения конденсата и развития плесени внутреннее утепление рекомендуется выполнять паронепроницаемыми утеплителями, не допускающими проникновение водяного пара в зону возможной конденсации.

В качестве примера на рис. 2.4 приведены варианты внутренней теплоизоляции с применением пенополистирола или минераловатных плит. При этом использование минераловатных плит, в отличие от пенополистирола, который сам по себе паронепроницаем, требует дополнительной пароизоляции. Обычно последний метод используется вместе со стандартными металлическими конструкциями для монтажа гипсокартона, между стойками которых укладывают плиты или маты утеплителя. Для создания герметичности сверху фиксируют пароизоляционный слой из специальной мембраны или обычной пленки с минимальным диаметром отверстий 200 мкм. Между пароизоляцией и внутренней отделкой следует устроить воздушный зазор толщиной 1–2 см во избежание увлажнения материала отделки в случае образования конденсата.



**Рис. 2.4 . Внутренняя теплоизоляция:**

*а* – пенополистиролом; *б* – минераловатными плитами; 1 – гипсокартонная плита; 2 – клеевой раствор; 3 – пенополистирол; 4 – кладка; 5 – минераловатная плита; 6 – паронепроницаемая пленка; 7 – воздушный зазор

Лучше всего для теплоизоляции изнутри использовать блоки из пеностекла, имеющие коэффициент паропроницаемости значительно ниже, чем у минеральной ваты и даже пенополистирола. Со стороны помещения следует установить несколько слоев пароизоляционной пленки или выполнить полимерную штукатурку, плитку или окраску паронепроницаемыми красками.

### **Наружная теплоизоляция стен**

Система наружной теплоизоляции позволяет, во-первых, переместить точку росы из ограждающей конструкции в наружный теплоизоляционный слой или даже за его пределы, а значит, избежать разрушения стены и улучшить ее теплотехнические характеристики. Во-вторых, при правильно спроектированной системе испарение накапливающейся внутри стены влаги происходит во внешнюю среду через наружный штукатурный слой. Поскольку все материалы, используемые в системах наружной теплоизоляции, имеют хорошую паропроницаемость, конструкция сохраняет способность «дышать». В-третьих, применение наружной теплоизоляции позволяет повысить теплоаккумулирующую способность массивной стены, а значит, выровнять температурные колебания внутри ограждающей конструкции. В-четвертых, такая теплоизоляция защищает стены от переменного промерзания и оттаивания и, как следствие, обеспечивает как зимой, так и летом достаточную теплоустойчивость конструкции.

Кроме того, необходимо отметить, что применение системы наружной теплоизоляции повышает звукоизоляцию здания. Способов наружной теплоизоляции стен существует несколько.

#### **Слоистая кладка**

Эта конструкция состоит из трех слоев: несущей стены, стены из облицовочного материала и утеплителя, который расположен между ними. Несущая и облицовочная стены опираются на один фундамент. Наружный слой чаще всего выполняют либо из облицовочного кирпича, либо из строительного с последующим оштукатуриванием, покрытием искусственным камнем, клинкерной плиткой и пр. Теплоизоляцией, как правило, служат плиты из минеральной ваты на основе каменного волокна или штапельного стекловолокна, пенополистирола, реже – из экструдированного пенополистирола (в силу его высокой цены). У всех материалов схожие характеристики теплопроводности, так что толщина изоляционного слоя в стене будет одинаковой, независимо от выбранного типа утеплителя. Предпочтение следует отдать, безусловно, волокнистым материалам. Они, в

отличие от пенополистирольных, негорючие, а главное – эластичные, что позволяет при монтаже их плотнее прижать к стене. Плотное прилегание утеплителя – залог эффективности его работы, поскольку через воздушные карманы могут происходить утечки тепла из здания. Расчеты показали, что способность конструкции сохранять тепло при неплотном прилегании теплоизоляции к основанию резко снижается – до 70 %. Легче добиться и отсутствия зазоров в самом теплоизоляционном слое, то есть избежать мостиков холода. Определенные сложности в применении пенополистирола в слоистых кладках вызваны еще и низкой паропроницаемостью этого материала.

Вместе с тем пенополистирол примерно в четыре раза дешевле минеральной ваты, и для многих это компенсирует его недостатки. Добавим, что согласно СП 23–101–2004 «Проектирование тепловой защиты зданий» при использовании в ограждающей конструкции горючих утеплителей необходимо обрамлять оконные и другие проемы по периметру полосами из негорючей минеральной ваты.

Главные достоинства слоистой кладки – красивый и респектабельный внешний вид при использовании дорогостоящих облицовочных материалов, а также высокая долговечность при условии правильного проектирования и квалифицированного монтажа конструкции. Правда, выполнение последних двух условий зачастую связано с трудностями. Например, очень важно, чтобы все слои такого фасада не только обладали необходимыми показателями по водопоглощению, паропроницаемости, морозостойкости, тепловому расширению, но и сочетались друг с другом по этим показателям. Сочетаемость определяется только расчетом системы в целом. Так, необходимо, чтобы в многослойной конструкции каждый последующий слой (изнутри наружу) пропускал пар лучше, чем предыдущий. Ведь если на пути у пара окажется препятствие, то неизбежна его конденсация в толще ограждающей конструкции. Недооценка этого обстоятельства приводит к совместному использованию, к примеру, минераловатного утеплителя с отличной паропроницаемостью и полимерной декоративной штукатурки (тонкой, но плохо пропускающей пар). В итоге – отслаивание финишного слоя. Если же стена сложена из пеноблоков, затем – волокнистый утеплитель, сверху – облицовочный кирпич, то происходит вот что: паропроницаемость пеноблоков довольно высокая, у утеплителя она еще выше, а паропроницаемость облицовочных кирпичей гораздо меньше. В результате происходит конденсация пара – чаще всего на внутренней поверхности стены из лицевого кирпича (поскольку зимой она находится в зоне отрицательных температур), что влечет за собой негативные последствия. Накапливается влага в нижней части кладки, вызывая со временем разрушение кирпича нижних рядов. Утеплитель будет намокать по всей толщине, и, как следствие, сократится срок службы материала и существенно снизятся его теплозащитные свойства. Ограждающая конструкция станет промерзать, что приведет к неэффективности утепления, деформации отделки помещения, постепенному смещению зоны выпадения конденсата в толщу несущей стены, что может вызвать ее преждевременное разрушение. Во избежание подобных ситуаций специалисты не советуют применять дешевые, но незнакомые или не рекомендованные производителем материалы, так как это обычно пагубно сказывается на качестве и сроке службы конструкции.

Если несущая стена деревянная, то между ней и утеплителем нельзя прокладывать пароизолирующую пленку, иначе на поверхности дерева выпадает конденсат и, как следствие, появятся плесень и гниль. Утеплитель должен всюду плотно прилегать к древесине. Ни в коем случае нельзя допустить образования воздушных карманов. Для рубленой стены в пазы следует заложить полосы утеплителя. А изнутри дома стену стоит пароизолировать, чтобы влага в виде пара не просачивалась из теплого помещения внутрь конструкции стены.

В той или иной степени проблема паропереноса актуальна для слоистой кладки с утеплителем любого типа. Во избежание увлажнения теплоизоляции рекомендуется создать воздушную прослойку между утеплителем и наружной стеной, а также оставить в нижней и верхней частях кладки ряд отверстий размером около 1 см (не заполненный раствором шов),

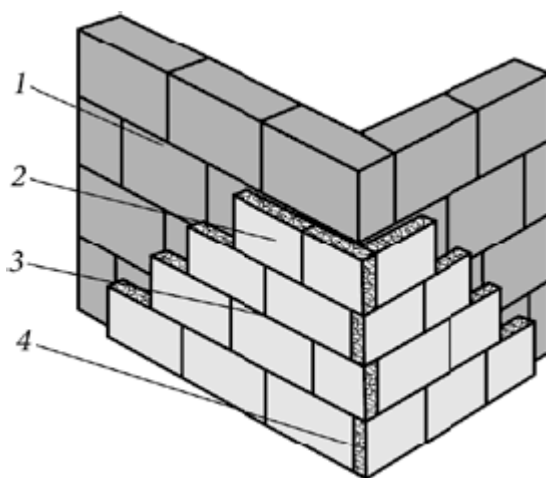
чтобы добиться притока и вытяжки воздуха для удаления пара из утеплителя.

Общая схема утепления такова. Несущая стена, например из силикатного кирпича, и наружный слой из облицовочного кирпича соединяются между собой с помощью закладных

деталей из металлического или стеклопластикового прутка  $\varnothing 4,5-6$  мм. Эти связи также

выполняют функцию крепежа плит утеплителя. Их устанавливают в процессе кладки в несущую стену на глубину 6–8 см с шагом 60 см по горизонтали и 50 см по вертикали из расчета в среднем 4 штыря на 1 м<sup>2</sup>. Предпочтительнее использовать связи из стекло- или базальтопластика, так как стальные связи – это мостики холода. На них неизбежно будет образовываться конденсат, и с течением времени прутки заржавеют. Связи обязательно должны иметь слезник для отвода воды.

После закрепления прутков в несущей стене на них устанавливают теплоизоляционные плиты. Плиты устанавливают вразбежку, а на углах здания создают зубчатое зацепление плит, чтобы избежать образования мостиков холода (рис. 2.5). Затем на прутки крепят пластиковые фиксаторы, обеспечивающие равномерный вентилируемый зазор по всей площади утеплителя. Ширина воздушной прослойки – 25–40 мм. На таком расстоянии от утеплителя устраивают самонесущую облицовочную стенку. До высоты 6–7 м от уровня земли она должна опираться на фундамент, затем – на специальный несущий пояс. Для ликвидации мостика холода в зоне несущей балки-пояса в ней предусматриваются специальные отверстия, которые заполняются теплоизоляционным материалом. В шов между кладкой и несущей балкой-поясом устанавливают трубчатую уплотняющую прокладку диаметром 30 мм из вспененного полиэтилена и заделывают мастикой.



**Рис. 2.5. Схема укладки утеплителя:**

1 – несущая стена; 2 – теплоизоляционные плиты; 3 – Т-образные стыки плит при укладке вразбежку; 4 – зубчатое зацепление плит в углах здания

Для вентиляции прослойки в верхней и нижней части наружного слоя устраивают отверстия общей площадью 150 см<sup>2</sup> на каждые 20 м<sup>2</sup> стены. Для этого в кладке каждый третий-четвертый вертикальный шов в соответствующем ряду оставляют пустым, без раствора. При этом нижние отверстия предназначаются не только для вентиляции, но и для отвода воды.

При использовании пенополистироловых плит с рифленой поверхностью их крепят рифлением к стене. Такие плиты прекрасно подходят для теплоизоляции и отвода влаги. Идеальный вариант – если длина плит равна высоте фасада. Короткие плиты монтируют таким образом, чтобы гребни и бороздки на разных плитах совпадали. Бороздки образуют воздушный зазор, позволяющий отводить влагу наружу и поддерживать обшивку в сухом

состоянии. Но воздух должен свободно проходить по воздушному зазору, поэтому нужно не забыть смонтировать цокольный профиль с отверстиями, обеспечивающими приток воздуха снизу, и карнизный свес, через который происходит отток воздуха сверху. Применяя пенополистирол с рифленой поверхностью, необходимо защитить конструктивный слой стены ветроизоляционной пленкой, которая позволяет сохранить теплый воздух в стене. Пленку крепят к обшивке стен, а пенополистирол – к стойкам с помощью дюбелей с большой пластиковой головкой.

### ***Теплоизоляция со штукатурным слоем («мокрый» фасад)***

Эта система также состоит из трех слоев.

Первый – теплоизоляционный, как правило, из минераловатных плит или пенополистирола.

Второй – армированный (базовый), представляющий собой штукатурно-клеевой состав, усиленный щелочестойкой стекловолоконной сеткой. В этом случае принято называть метод утепления «легким». «Тяжелый» мокрый метод похож на «легкий», но армирующая сетка делается из стали. Она тяжелая, прочная и выполняет несущую функцию (в «легкой» системе эту роль играет утеплитель). «Тяжелая» система утепления заметно нагружает стену, она более трудоемкая и дорогостоящая.

Третий слой – защитно-декоративный, это слой фактурной штукатурки (обычно минеральной, акриловой, силиконовой), поверх которой могут быть нанесены специальные краски. Различают фасады с так называемыми тонким (7–9 мм) и толстым (30–40 мм) штукатурными слоями. Тонкослойный штукатурный фасад наиболее распространен.

Основное достоинство такой системы наружного утепления (особенно легкой) – она, как правило, дешевле, чем слоистая кладка. Сократятся затраты и на возведение фундамента, так как нагрузка на него от слоя утеплителя будет незначительной. Кроме того, такая система увеличивает срок службы ограждающей конструкции, поскольку защищает ее от осадков, ветра, промерзания, температурных колебаний, к тому же не дает водяному пару конденсироваться внутри несущей стены. Последнее возможно только при правильном подборе толщины теплоизоляции и при условии продуманного расчета паропроницаемости всех слоев системы, иначе, напротив, не избежать проблем.

Основанием для монтажа теплоизоляционных плит служат бетон, штукатурка, пенобетон, газосиликат, кирпичная кладка, цементно-волоконистые плиты и др. Основание должно быть сухим, тщательно очищенным от пыли, жира, остатков строительного раствора, высолов, грибка и плесени и ровным (неровности не должны превышать 1 см на 1 м поверхности). Подготовленную поверхность грунтуют для ее укрепления, снижения водопоглощения и улучшения адгезии клеевого состава. Опорой для нижнего ряда теплоизоляционных плит служит цокольный профиль, который крепят к стене дюбелями. С него начинается монтаж утеплителя, поэтому профиль должен быть смонтирован идеально ровно. В местах неплотного примыкания профиля к стене устанавливают соответствующие по толщине подкладочные шайбы.

Плиты утеплителя крепят к основанию с помощью клея и дюбелей. Клей тут играет важную роль, поскольку именно на него ложится нагрузка от собственного веса системы. Полимерцементный или акрилатный клеевой состав наносят с отступом от края плиты

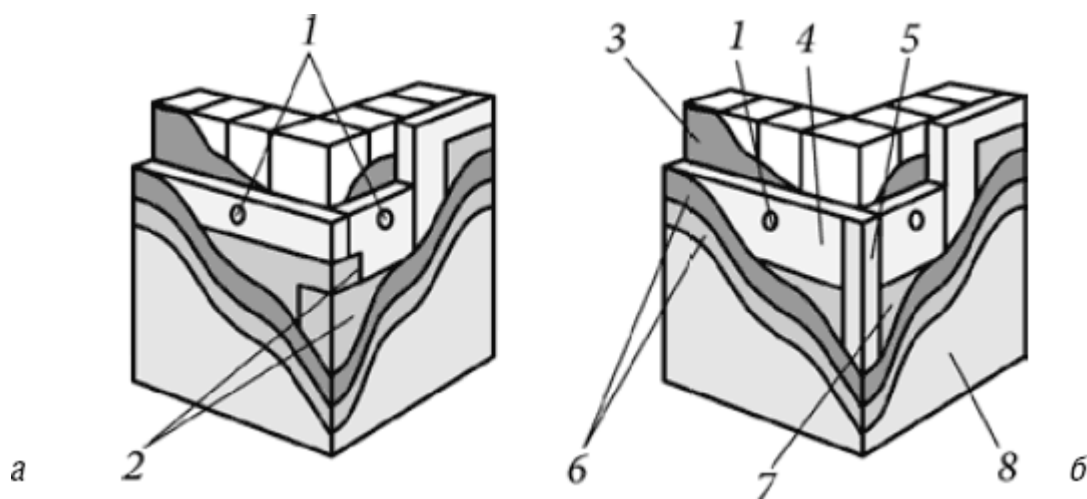
сплошной полосой шириной около 5–6 см и пятью-шестью точками Ø 8–10 см равномерно

по поверхности утеплителя. Для нанесения используется нержавеющий шпатель с зубчатой поверхностью (высота зуба 10–12 мм). Для выравнивания неровностей основания более 20 мм применяются специальные подкладки.

Первый ряд плит монтируется с опиранием на цокольный профиль. Плиты сразу же после нанесения клея прикладываются к поверхности фасада и выравниваются ударами длинной терки. Излишки клея после приклеивания утеплителя должны быть удалены. Плиты наклеивают вплотную друг к другу без щелей, обеспечивая перевязку стыков (по типу кирпичной кладки), в том числе на внешних и внутренних углах здания. В случае обнаружения неровностей их следует отшлифовать наждаком. Если в стыках между плитами есть неплотности, они устраняются заполнением отрезком плиты. Для достижения ровных граней на наружных углах утеплитель монтируется с перехлестом, превышающим толщину плиты на 2–3 см. Излишки плит срезаются ножом после высыхания клея. Поверхность среза зашлифовывается.

Не ранее чем через 48 часов после высыхания клеевого состава плиты крепят к основанию специальными дюбелями. Это дополнительное крепление, чтобы утеплитель лучше выдерживал ветровую нагрузку. Дюбели можно не использовать только тогда, когда основа новая или находится в хорошем состоянии, в противном случае дополнительного крепления не избежать. Применение дюбелей также необходимо, если высота утепляемой стены превышает 8 м. В любом случае они достаточно дешевы и значительно повышают прочность системы. Тип дюбеля и его длину выбирают в зависимости от толщины и вида теплоизоляционного материала согласно рекомендациям производителя. Обычно используют тарельчатые дюбели, их количество – 4–5 шт./м<sup>2</sup>. В угловой зоне утеплитель крепят большим количеством дюбелей, чем на остальных участках стены, – до 7 шт./м<sup>2</sup>. Дюбели не должны быть утоплены в слой теплоизоляции слишком глубоко. В противном случае места их размещения будут видны на штукатурке во время резких изменений температуры и влажности.

Поскольку наружные углы стен, особенно на уровне первого этажа, подвержены повышенному риску повреждений, углы укрепляют дополнительным слоем армирующей сетки, бронированной сеткой или сеткой в комбинации со специальными угловыми профилями (рис. 2.6). Укладка армирующей сетки без углового профиля ведется с нахлестом минимум 40 см, то есть по 20 см двойного слоя сетки с каждой стороны наружного угла (стандартный нахлест на фасаде составляет 10 см). Кроме того, для крепления утеплителя в прилегающей к угловому профилю зоне необходимо использовать большее количество дюбелей.



**Рис. 2.6. Отделка наружных углов стен:**

*а* – с применением только армирующей сетки; *б* – с применением армирующей сетки и углового профиля; 1 – дюбели; 2 – полотна армирующей сетки с нахлестом; 3 – клей для крепления утеплителя; 4 – утеплитель; 5 – угловой профиль; 6 – раствор для выполнения армирующего слоя; 7 – армирующая сетка; 8 – штукатурка

В местах оконных и дверных проемов плиты приклеиваются к поверхности фасада;

предварительно их подгоняют по размеру, обрезая лишнее. При этом стык плит не должен совпадать с линией откоса. В случае примыкания торца утеплителя к существующим неутепляемым конструкциям, таким как соседние здания, балконные плиты, ригели, кронштейны крепления осветительных приборов, камер видеонаблюдения и т. п., их стык с плитой осуществляется через уплотнительную саморасширяющуюся ленту. Лента приклеивается одной стороной к примыкающей конструкции таким образом, чтобы она располагалась близко к наружной поверхности утеплителя, но не выходила за нее. В зоне примыкания утеплителя к оконным проемам устанавливают специальный оконный профиль, играющий роль деформационного шва между оконным блоком и системой утепления и препятствующий образованию трещин по периметру оконных проемов.

Окна и двери обычно устанавливают у наружного края несущей стены, на границе теплоизоляционного слоя. Если проектом предусмотрена железобетонная перемычка, то по всей ее длине возникает линейный мостик холода. В результате на стене со стороны помещения могут появиться роса, темные пятна или даже грибок. Чтобы ограничить утечки тепла через перемычку, теплоизоляция не должна обрываться над перемычкой окна или двери. Достаточно сделать слой теплоизоляции на 2–3 см длиннее, чтобы она заходила на край коробки, образуя так называемую четверть, которая предотвратит утечку тепла. То же самое относится и к откосам – достаточно надвинуть плиту утеплителя на раму и тем самым создать четверть шириной в несколько сантиметров.

Для достижения трещиностойкости системы в районе вершин углов оконных и дверных проемов производится предварительное армирование косынками из стеклотканевой сетки размером 300 × 200 мм под углом 45°. Для этого на поверхность смонтированных плит площадью чуть большей, чем площадь косынки, наносится клеевой состав слоем около 2 мм, в который легким движением гладкой стороны шпателя утапливается сетка. Аналогичным способом укрепляются и все наружные углы, где армирование производится специальным угловым профилем из ПВХ с сеткой.

Чтобы температурные деформации и напряжения на больших участках стен не приводили к образованию трещин и разломов, в конструкциях стен устраивают деформационные швы. Необходимы они и в системах наружного утепления. Их предусматривают при сопряжении элементов из различных материалов и на месте существующих деформационных швов в стенах. Для их устройства можно использовать специальные U-образные элементы или цокольные профили, прикрепленные к стене вертикально.

Основанием для окончательной отделки поверхности декоративными материалами служит слой, состоящий из клеевого штукатурного состава, армированного сеткой с перехлестом полотнищ на ширину 10 см. Это обеспечивает необходимые механические характеристики системы. На плиты утеплителя наносится базовый слой штукатурки толщиной около 4–5 мм, а затем в него утапливается сетка, ни в коем случае не допускается образование складок. Поверх выполненного слоя наносят еще один выравнивающий штукатурный слой 1–2 мм методом «мокрое по мокрому». При этом необходимо следить, чтобы шляпки дюбелей были скрыты, а армированный слой штукатурки хорошо схватился с тарельчатой головкой дюбеля. Если армирующий слой слишком тонкий, в местах соединения теплоизоляционных плит на штукатурке могут появляться трещины. Появление трещин может быть связано и с тем, что армирующая сетка была уложена без нахлеста или неравномерно утоплена в раствор.

Перед окончательной декоративной отделкой на поверхность армированного слоя наносят специальные грунтовки. После высыхания грунтовочного слоя поверхность готова к нанесению финишного штукатурного слоя.

### ***Изоляция стен каркасной конструкции***

Это как раз тот случай, когда утеплитель помещается внутрь изолируемой

конструкции. Обычно внешние стены представляют собой силовой каркас из сухого строганого бруса, заполненный утеплителем, толщину которого выбирают в зависимости от климата в конкретном регионе и назначения используемой постройки. Причем сечение стоек каркаса определяется не только расчетами по нагрузке, но и толщиной применяемой теплоизоляции. Чтобы утеплитель оставался всегда сухим, с внешней стороны его защищают от атмосферной влаги и ветра пленкой, не препятствующей выходу остаточного водяного пара, содержащегося в порах утеплителя. Чтобы в утеплитель не попал водяной пар, образующийся в помещении, изнутри его закрывают пароизоляционной пленкой или пергамином.

Внутренние перегородки изготавливаются из бруса меньшего сечения, заполняются утеплителем и с двух сторон закрываются пароизоляционной пленкой. Снаружи стены отделываются фасадной штукатуркой, облицовочным кирпичом, обшиваются влагостойкими OSB-плитами толщиной 10 мм, сайдингом или блокхаусом, а изнутри – вагонкой или гипсокартоном. Чтобы защитить стены от влаги, обшивку выполняют с перекрывающимися вертикальными и горизонтальными стыками и с устройством необходимых сливов с выступающих элементов стен.

При установке плиту разрезают так, чтобы ширина теплоизоляции была на 10–20 мм больше расстояния между стойками каркаса и ее надо было вставлять с небольшим усилием. Тогда материал целиком заполнит изолируемое пространство и будет надежно зафиксирован в конструкции. При необходимости утеплитель крепят к каркасу гвоздями. Иногда на матах есть специальные уши, с помощью которых теплоизоляцию крепят к каркасу. При укладке плит в два слоя швы между плитами первого слоя должны перекрываться плитами второго слоя.

Другие минеральные утеплители (топливные и металлургические шлаки, керамзит, трепел), которыми раньше засыпали полости в стенах, значительно уступают минеральной вате по сопротивлению теплопередаче, и их применение в районах с расчетной температурой наружного воздуха ниже  $-25^{\circ}\text{C}$  нецелесообразно. Кроме того, сыпучие материалы в процессе эксплуатации могут давать осадку и образовывать пустоты, а стены приходится делать из двух слоев досок для образования полости под засыпку. Впрочем, и им можно найти применение в том случае, когда нужно быстро утеплить каркасный или сборный дом, не переделывая саму ограждающую конструкцию. Поскольку легкие стены таких домов из-за небольшой массы не обладают высокой теплоаккумулирующей способностью, их можно утеплить изнутри следующим способом. Перед стеной устраивают фальшстену из гипсовых строительных плит толщиной 80 мм и заполняют сыпучими материалами промежутки между стеной и гипсовой оболочкой.

Что же касается пенопластов, то они горючи, легко повреждаются грызунами и нередко имеют относительно высокую для человека токсичность. Так что пенопласт лучше использовать для наружного утепления кирпичных или бетонных стен.

## **Утепление подземных конструкций**

При сооружении фундамента вопросу его теплоизоляции следует уделять особое внимание, особенно в регионах с суровым климатом и глубоко промерзающим грунтом. Качественная теплоизоляция фундаментов подвалов и цокольных этажей позволяет избежать до 20 % от общего объема теплопотерь. Утепление защитит стены подвальных помещений от промерзания, предотвратит появление сырости и развитие плесени. Кроме того, если изолированы только стены здания, возникает весьма протяженный мостик холода по верхнему обрезу фундамента.

Толщину теплоизоляции просчитывают по действующим теплотехническим нормам в зависимости от климатических и конструктивных условий: для домов сезонного проживания

– исходя из условия комфортности, а для домов постоянного проживания – из условия энергосбережения. При этом в дачных домах для летнего проживания утепление фундаментных и цокольных стен не имеет смысла, кроме случаев, когда необходимо исправить недочеты конструкции, связанные с последствиями морозного пучения грунтов.

Если подвалы отапливаются аналогично остальной части дома, то сопротивление теплопередаче их стен должен быть таким же, как и у стен здания. Если в помещениях будет поддерживаться температура не выше 16 °С, этот параметр можно существенно уменьшить. Это означает, что, планируя разместить в подвалах хозяйственные помещения: гараж, прачечную, котельную, кладовую для продуктов, которые будут обогреваться незначительно либо не обогреваться вообще, можно применить теплоизоляционный материал небольшой толщины. Главное, чтобы изоляция, уложенная на стены подвалов, плотно соединялась с изоляцией наземных стен. К неотапливаемым подвалам требования по теплоизоляции не выдвигаются. Однако необходимо утеплить стены хотя бы в зоне цоколя, для того чтобы они не промерзли на границе перекрытия между неотапливаемым подвалом и отапливаемыми помещениями первого этажа.

Утеплять подвал, как и стены здания, можно и снаружи, и изнутри, но более эффективна сплошная наружная теплоизоляция по периметру. Наружную теплоизоляцию можно применять на фундаментах любых типов (ленточных и плитных). А для сборных фундаментов из бетонных блоков и монолитов, залитых заодно с подошвой, это единственно правильный способ утепления. Неизолированный периметр монолита применяется только на непромерзающих грунтах или в местах с очень теплым климатом. Наружный слой утепления не только выполняет теплоизолирующую функцию, но и защищает гидроизоляцию от механических и термических повреждений.

При устройстве монолитных фундаментов утеплитель можно заложить внутрь бетонной ленты на этапе заливки, получив в итоге своеобразный «сэндвич».

В этом случае утеплителем может служить обычный пенопласт, ведь он практически не будет подвергаться химическим и механическим воздействиям. А можно воспользоваться несъемной опалубкой из пенополистирола или щепоцементных плит, выполнив для них соответствующую гидроизоляцию. Таким образом, несущий слой железобетона окажется между двумя слоями утеплителя.

Утеплители для наружной теплоизоляции не должны впитывать влагу, портиться от воды и реагировать на тяжесть почвы (то есть не сминаться под ее весом). Плиты из минеральной ваты не подходят именно из-за их сминаемости при засыпке грунтом и высоких показателей влагопоглощения, зато условиям удовлетворяют пенополистирол и пеностекло. Правда, последний вариант весьма дорог. Обычно стены фундамента (подвала) во избежание их промерзания и теплопотерь утепляют листами экспандированного или экструдированного полистирола высокой плотности толщиной не менее 20 мм.

## **Утепление полов**

Теплоизоляцию полов, которые находятся ниже границы промерзания, производить не обязательно, но в отапливаемых помещениях стоит уложить утеплитель. Главное – обеспечить ему хорошую защиту от увлажнения. Кроме того, утеплитель для пола должен обладать высокой прочностью на сжатие, ведь на него приходится большая нагрузка. Для утепления пола используют ПСБ, ЭППС, реже – минеральную вату (из-за высокого водопоглощения), а также различные сыпучие теплоизоляционные материалы.

Сначала готовят основание. В сухие грунты утрамбовывают щебень или кирпичный бой. Для выравнивания основания поверх грунта может быть уложен слой песка толщиной 5–10 см. На песчаную подушку укладывается слой гидроизоляции (для влажных грунтов используют слой гидроизоляции из жирной глины или щебня, пропитанного битумом), поверх которого размещаются плиты пенополистирола толщиной минимум 5 см. Этот теплоизоляционный материал покрывают монолитным бетоном или железобетоном. Если в

качестве утеплителя используется минеральная вата или теплоизолирующие засыпки, то между ним и бетоном тоже прокладывают слой гидроизоляции.

### **Теплоизоляция перекрытий**

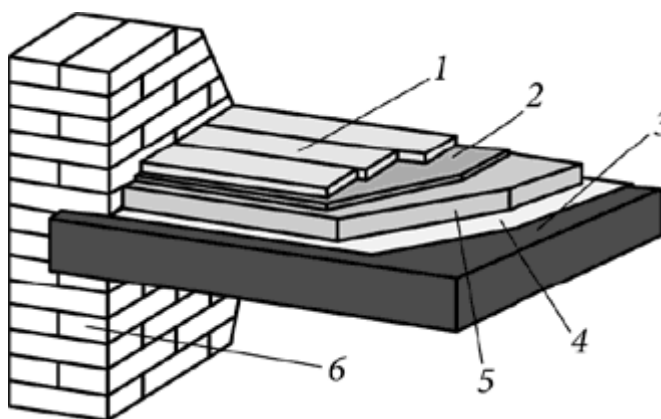
Если под домом есть отапливаемый подвал, утеплять перекрытие нет особой необходимости. Однако теплоизоляция может понадобиться, если температура в подвале будет намного ниже, чем в оставшейся части дома. При этом стоит учесть, что потери теплоты происходят из внутреннего помещения в холодное подполье или подвал, то есть 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 °С. Кроме того, через перекрытие, как и через наружные 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 следует располагать над теплоизоляцией, которую укладывают с более холодной стороны перекрытия, то есть со стороны подвала.

Желательно, чтобы пол плохо усваивал теплоту – не более 12 Вт/м<sup>2</sup> · °С. Всякий знает, что на бетонном, мраморном или цементном полу нога ощущает холод сильнее, чем на паркете. Это вызвано тем, что бетонный (мраморный, цементный) пол интенсивно усваивает теплоту, 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 бесосновные, а также плитки из полимерных материалов, то есть материалы с небольшим показателем теплоусвоения.

### ***Теплоизоляция перекрытий из железобетонных плит***

Если перекрытие сделано из сборных железобетонных плит, то его утепляют независимо от того, чердачное оно или подвальное. Первое, что нужно сделать, – зачеканить (заполнить) швы соединения и неровности плит перекрытия, так как при укладке их выравнивают по нижней поверхности, служащей потолком. Делают это цементно-песчаным раствором. На выровненную поверхность кладут пароизоляционную пленку со стыками внахлест, проклеенными специальной лентой, а поверх пленки – утеплитель, толщина которого определяется теплотехническим расчетом. Надо сказать, что пароизоляция нужна лишь при использовании минеральных утеплителей. Если укладывают полимерный утеплитель, например экструзионный пенополистирол, то пароизоляция, как и гидроизоляция, не нужна. Ведь благодаря закрытой ячеистой структуре этот материал не боится воды.

Если толщины выбранных плит утеплителя не хватает, их кладут в два слоя с разбежкой стыков. Поверх утеплителя делают цементно-песчаную стяжку пола, армированную металлической сеткой с размером ячейки 10 × 10 см. Стяжку выравнивают с помощью нивелировочной массы. Если в помещении будут происходить мокрые процессы, то поверх стяжки надо нанести гидроизолирующий слой, в противном случае он не нужен (рис. 2.7). Теперь к этому основанию (если оно не расположено на чердачном перекрытии) можно приклеить любое напольное покрытие: линолеум, ковролин, керамическую плитку или паркет.



**Рис. 2.7. Схема утепления перекрытия по железобетонным плитам:**

1 – чистовой пол; 2 – выравнивающая стяжка; 3 – железобетонное перекрытие; 4 – пароизоляция; 5 – утеплитель; 6 – несущая стена

Выбор материала для утепления железобетонного перекрытия зависит от конструкции полов. Нагружаемые полы устраивают непосредственно по железобетону. В этом случае на утепляющий слой передаются нагрузки, которые будет нести покрытие, и теплоизолятор должен обладать высокой прочностью и малой деформацией при сжатии. Лучше всего такие нагрузки выдерживают жесткие минераловатные плиты на основе базальтового волокна, предназначенные специально для полов, и экструзионный пенополистирол. В ненагружаемых полах нагрузка передается на лаги и теплоизоляционный слой не выполняет дополнительных функций. Поэтому применять дорогостоящие теплоизоляторы здесь нет смысла. В этом случае годится материал на основе стекловолокна, обычный пенопласт и другие традиционные утеплители, а также пенополиуретан, эковата или различные утепляющие засыпки.

## Утепление крыши

Утеплять целесообразно не только перекрытие, но и крышу, даже если чердачное помещение не планируется делать жилым. По приблизительным подсчетам, с крышей связана треть всех теплопотерь дома. Но, кроме энергосбережения, утепление крыши вкупе с надежной гидроизоляцией и эффективной вентиляцией предоставит возможность расширить жилую зону здания за счет мансарды, которая может быть такой же уютной и комфортной, как и помещения на остальных этажах.

Крыша над нежилым чердаком, состоящая из стропил, обрешетки и кровли, не всегда нуждается в мерах, о которых здесь идет речь. Чердак постоянно проветривается, температура и влажность воздуха внутри него практически не отличаются от соответствующих показателей наружного воздуха, а если отличаются, то незначительно. В таких домах внимание следует уделять утеплению чердачного перекрытия.

Картина меняется при установке подкровельной теплоизоляции. В этом случае температура и влажность воздуха внутри помещений мансардного этажа и снаружи начинают существенно отличаться. Влага вместе с теплым воздухом поднимается вверх и входит в соприкосновение с более холодной нижней поверхностью крыши. Это приводит к появлению на ней капелек конденсата. Проникновению влаги к элементам крыши способствует, например, неаккуратная укладка паронепроницаемого слоя на внутренней поверхности утеплителя, недостаточное перекрытие полос пароизоляции, их неплотное примыкание к стенам и трубам, случайные разрывы и другие обстоятельства. Поэтому первое, о чем следует позаботиться при утеплении крыши, – устройство надежной пароизоляции со стороны внутренних помещений. Со стороны кровли утеплитель должен

быть защищен от влаги слоем гидроизоляции, которую укладывают по стропилам или по специальному настилу.

Такая двухсторонняя защита утепленной крыши достаточно надежна, но и этого бывает мало. Нужно еще создать условия для отвода случайно проникшей сюда влаги, что достигается за счет циркуляции воздуха в полостях, одна из которых находится между кровлей и подкровельным гидроизоляционным слоем, а другая – между подкровельным слоем и теплоизоляцией. Чтобы обеспечить свободный приток наружного воздуха в эти полости и его удаление, в свесе крыши и в верхней части кровли устраивают продухи. А для свободной циркуляции воздуха между кровлей и слоем подкровельной гидроизоляции вдоль стропил укладывают рейки контробрешетки, толщина которых определяет размер воздушной полости. В эту полость воздух поступает через отверстия в боковых свесах крыши.

В качестве теплоизоляционных материалов для крыш наиболее популярны минераловатные маты, пенополистирольные и пенополиуретановые плиты.

Утеплить крышу, каркасом которой служит стропильная система, можно одним из трех способов: укладкой утеплителя между стропилами, на стропила или под стропилами. Чаще всего теплоизоляцию укладывают наиболее простым способом – между стропилами. Изоляция должна быть сплошной, без просветов, в том числе и в зонах примыканий к стенам, дымовым трубам и окнам, встроенным в плоскость крыши. Любое место прерывания теплоизоляции образует мостик холода. К тому же в неутепленных местах вследствие разности температур может образовываться конденсат, который рано или поздно непременно приведет к разрушению конструкции. Следует помнить, что мансардный этаж несет большие теплопотери, чем нижние этажи, так как всей поверхностью соприкасается с внешней средой. Тепло теряется не только через скаты, но и через фронтоны, поэтому изолировать следует весь контур конструкции.

## Утепление окон

Тепловой баланс дома в немалой степени зависит от окон. Как ни утепляй стены и перекрытия, если в оконных рамах есть щели – сквозняка не избежать. Обычные окна пропускают до 40 % внутреннего тепла здания. Современные оконные системы на основе стеклопакетов с эффективным уплотнением швов позволяют значительно уменьшить потери тепла. Благодаря стараниям конструкторов уже вполне обычными можно считать оконные профили, коэффициент сопротивления теплопередаче которых находится в пределах 0,7–0,9 м<sup>2</sup> · °С/Вт. Это гораздо больше того, что предписывает стандарт, но даже такой коэффициент может оказаться недостаточным. Чтобы соответствовать параметрам энергосберегающего, а тем более пассивного дома, окна должны иметь сопротивление теплопередаче, равное 1,2 м<sup>2</sup> · °С/Вт и выше.

Независимо от того, является ли окно деревянным или пластиковым, ширина энергосберегающих оконных профилей не должна быть меньше 70 мм. И не только потому, что более широкие профили лучше защищают от потерь тепла, но и потому, что только в этом случае в них можно установить более толстый (а значит, более теплый) стеклопакет. Дополнительное преимущество широкого профиля – большая стабильность окна, что дает возможность делать створки больших размеров. Однако одного только увеличения толщины рамы недостаточно. Утечку тепла сквозь окна ограничивают за счет многокамерных профилей, особого стекла, теплых дистанционных рамок и уплотнительных прокладок.

Основной способ улучшения теплоизоляционных качеств пластиковых профилей – увеличение количества камер до шести, семи и даже восьми. Наиболее популярные трехкамерные металлопластиковые профили обычно имеют ширину 60 мм и коэффициент сопротивления теплопередаче 0,65–0,67 м<sup>2</sup> · °С/Вт. Дополнительные камеры позволяют лучше защитить наиболее холодную камеру, в результате сквозь нее уходит меньше тепла. Коэффициент сопротивления теплопередаче пятикамерного профиля находится уже на

уровне  $0,75\text{--}0,78 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}$ . В шести- и семикамерных профилях утолщают стенки, чтобы повысить прочность сечения. Иногда профили делают из полиэфирного стеклопластика, в который нет необходимости вставлять армирующий профиль, и дополнительно заполняют камеры полиуретановой пеной. Благодаря этому достигают коэффициента сопротивления теплопередаче в пределах  $0,82 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}$ . Восьмикамерные профили обычно имеют ширину 82 мм, они очень устойчивы, а их теплоизоляционные характеристики еще выше.

От внешнего шума лучше всего изолирует однокамерный стеклопакет со стеклами большой толщины и максимально возможным расстоянием между ними. Промежуточное стекло в двухкамерной конструкции размещается посередине между крайними стеклами, что приводит к повышению пространственно-частотного резонанса и, как следствие, ухудшению звукоизоляционных характеристик. Двойной стеклопакет может снизить шум лишь тогда, когда среднее стекло приближено к одному из крайних. При этом желательно, чтобы стекла в стеклопакете были разной толщины, тогда снижается вероятность возникновения паразитных резонансов.

Во всех энергосберегающих окнах применяется тройная система уплотнения. Кроме уплотнителя в оконной коробке, есть еще два уплотнителя в створке: основной и дополнительный. Благодаря им стык коробки со створкой надежно прикрыт и сквозь него снаружи не проникают влага и воздух. Дополнительный уплотнитель продолжает еще некоторое время защищать окно в случае износа или повреждения основного. Все уплотнители должны быть размещены в специальных канавках в профиле – это продлевает срок их службы и обеспечивает большую герметичность.

Герметичность притвора – это наиболее значимый фактор для шумоизоляции. Широко распространен миф о том, что пластиковые окна в этом плане значительно превосходят деревянные. На самом деле звукоизоляция не зависит от материала створок, ведь оконная рама занимает гораздо меньшую площадь по сравнению со стеклом, к тому же она более массивна, обладает значительно большей жесткостью. Звук практически полностью проникает в помещение через стекло и щели. Поэтому, когда старые рассохшиеся окна без уплотняющих прокладок в притворе заменяют новыми – с эффективными резиновыми прокладками и герметично установленным стеклопакетом – уровень внешнего шума заметно снижается.

Следует отметить, что при столь высокой герметичности окон воздух в помещениях становится более влажным и насыщенным вредными веществами. В этих условиях остро встает вопрос о вентиляции помещений. На протяжении всего периода эксплуатации помещения, в котором установлены ПВХ-конструкции, необходимо регулярно проветривать и следить, чтобы ничто не препятствовало прохождению теплого воздуха к окну во избежание появления конденсата. В окнах могут быть установлены специальные прокладки, которые создают минимальную щель для притока свежего воздуха. В последнее время ведущие производители стали предлагать конструкции оконных профилей, содержащие вентиляционные устройства, в том числе и автоматические: при резких порывах ветра или сильном ветре микропроветриватель самостоятельно перекрывает подачу воздуха. Такие клапаны могут быть шумозащищенными благодаря особому лабиринту в конструкции канала. Установка подобного устройства возможна не только при изготовлении окна в цеху, но и после монтажа его на объекте.

## **Утепление промерзающей стены**

Заклеивание окон на зиму с давних пор является фактически священным ритуалом у большинства городских жителей. Торговые сети в преддверии зимы регулярно перевыполняют план по продаже электрообогревателей. К этим традиционным способам в последние годы прибавилась еще и замена обычных окон пластиковыми с двойным и даже тройным остеклением. В более сложных ситуациях может помочь замена отопительных приборов или переход на автономное отопление. Но что делать, если в квартире по-

прежнему холодно и никакие батареи или окна не помогают? Бывает, что даже при незначительных заморозках на стене образуется конденсат, который во время сильных морозов быстро превращается в наледь. В результате стены всю зиму влажные, быстро покрываются грибком, а в квартире холодно, сыро и неуютно. Тогда единственный выход – теплоизоляция стен.

Как было сказано выше, утеплять внешние стены можно двумя путями – снаружи или изнутри. При наружном утеплении изоляция окутывает здание подобно шубе, а сами массивные стены способствуют поддержанию в помещениях комфортного микроклимата. Площадь квартиры при этом не сокращается, а дом получает дополнительную защиту от атмосферных воздействий и шумов. Однако самостоятельно выполнить наружную теплоизоляцию на верхних этажах в многоквартирном жилом доме, как правило, невозможно. Оптимальный выход в такой ситуации – договориться с владельцами других квартир и совместными усилиями «одеть» холодные стены всего дома. Теплоизоляция участка стены методом слоистой кладки или мокрого фасада первого, иногда второго этажа в целом доступна, но и на такие работы может понадобиться разрешение местных властей. Конечно, все эти проблемы решаемы, но порой слишком дорого обходятся. Зато способ утепления квартиры изнутри вполне доступен домашнему мастеру.

Технологий крепления тепло- и звукоизолирующего материала к внутренней поверхности стен можно предложить несколько. На практике более распространены механические способы крепления изоляции с помощью либо специальных дюбелей, либо обрешетки. Чаще всего такие работы проводятся по технологии облицовки стен гипсокартонными листами, которые монтируются на каркас из металлического профиля или деревянных брусков. Внутри каркаса размещается утеплитель, чаще всего – минеральная вата. Если при этом необходима звукоизоляция стены, каркас не должен ее касаться. Стоечные профили монтируются только в направляющие, которые прикрепляются к перекрытиям через прокладки из упругого материала (например, пенополиуретана). Технология стандартная и широко распространена, а комплекты для облицовки, включающие утеплитель, можно купить в большинстве строительных супермаркетов. И все же методы утепления могут несколько различаться. Вот одно из таких решений для утепления промерзающей наружной стены в квартире жилого дома.

В качестве основного утеплителя выбран пенопласт ПСБ-С-15 толщиной 30 мм. Он не только хороший утеплитель, но и достаточно неплохой пароизолятор. Можно использовать и минераловатные плиты с паронепроницаемой облицовкой из алюминиевой фольги. Если же в качестве утеплителя применить минеральную вату без облицовки, ее слой придется оградить пароизолирующей пленкой или мембраной, иначе вата отсыреет и ее теплоизолирующие свойства значительно ухудшатся. Стыки между полосами пленки покрывают самоклеящейся лентой, чтобы получился сплошной, без разрывов слой пароизоляции. Для обшивки конструкции проще и дешевле всего использовать влагостойкий 10-мм гипсокартон.

Чтобы сократить мостики холода, каркас делают из деревянных брусков сечением 28 × 60 мм. Между брусками и стеной следует уложить слой дополнительной теплоизоляции из пенополиэтилена (ППЭ) толщиной 4 мм. При отсутствии тонкой ППЭ-изоляции можно воспользоваться полосками войлока той же толщины. В результате максимальная суммарная толщина наращиваемой на стене конструкции – 42 мм. Чтобы не слишком утолщать откосы оконных проемов, для их утепления стоит воспользоваться 10-мм пенополиэтиленом.

Подготовка к работе начинается с демонтажа радиатора отопления, после чего на трубы сразу же следует навернуть заглушки с прокладками. Хотя такой ремонт проводится, как правило, летом, когда воду из системы отопления можно при необходимости слить, меры предосторожности не помешают. Затем можно приступать к разборке полов – утеплять стену нужно до нижнего перекрытия. Весь пол можно не снимать, но возле утепляемой стены – обязательно. Доски или щиты и лаги стоит промаркировать, чтобы потом их не перепутать. Со стены удаляют обои, отслоившуюся штукатурку, расшивают и заделывают щели.

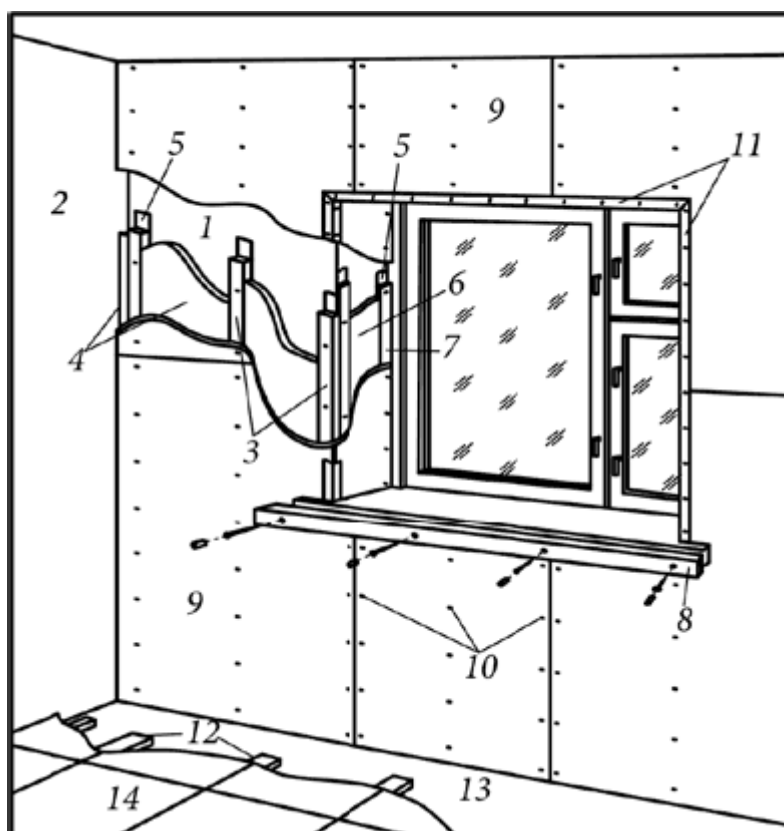
Пораженные грибком участки стены можно прогреть открытым пламенем газовой горелки или строительного фена, соблюдая все необходимые меры противопожарной безопасности, или обработать антисептическими составами. С окна снимают наличники. Потом под них тоже нужно будет подложить 4-мм утеплитель.

Рулонный пенополиэтилен надо раскроить на 60-мм полосы по ширине реек обрешетки. Поскольку приклеить его не удастся, к рейкам полосы можно прикрепить скобами с помощью степлера. Но предварительно рейки обрешетки подгоняют к профилю стены.

Обшивку лучше вести от двух противоположных боковых стен к середине утепляемой стены. Крайние рейки монтируют примерно в 3 см от боковых стен (рис. 2.8). В углах ни металлические, ни деревянные стойки монтировать нельзя – они станут активными мостиками холода. Все рейки обрешетки должны быть установлены строго вертикально, а их внешние кромки – лежать в одной плоскости (отклонение не более 2 мм). Небольшие отклонения (до 1,5 мм на 1 м) можно устранить за счет эластичности ППЭ-прокладок. Большие отклонения исправляются подстругиванием реек или подкладыванием клиньев. Контроль поверхности выполняют длинным уровнем или ровной рейкой, вертикальность

проверяют отвесом или уровнем. Обрешетка крепится саморезами  $\varnothing 5 \times 60$  мм с

антикоррозионным покрытием; шаг не более 60 см. Отверстия в обрешетке под головки саморезов следует углубить на 10 мм, а после установки лунки над головками заполнить обрезками пенополиэтилена, иначе на саморезах будет образовываться конденсат.



**Рис. 2.8. Утепление промерзающей стены:**

1 – утепляемая стена; 2 – смежная стена; 3 – бруски обрешетки  $28 \times 60$  мм; 4 – плиты или маты утеплителя; 5 – полосы ППЭ толщиной 4 мм; 6 – ППЭ-утеплитель толщиной 10 мм; 7 – бруски обрешетки  $8 \times 35$  мм; 8 – брусок  $35 \times 40$  мм; 9 – листы гипсокартона; 10 –

саморезы крепления ГКЛ; 11 – защитный пластмассовый уголок; 12 – лаги; 13 – перекрытие (черновой пол); 14 – чистовой пол (щитовой паркет)

Листы пенопласта раскраивают по месту так, чтобы отдельные фрагменты утеплителя плотно (с натягом 1–3 мм) входили между соседними рейками обрешетки. Это можно сделать тонким ножом или металлической линейкой, но лучше – раскаленной нихромовой нитью, подключенной к мощному низковольтному источнику электропитания. Такой способ поможет и подогнать листы пенопласта по толщине, если они будут где-то выступать из каркаса. Утеплитель вставляют между рейками на максимально возможную глубину и киянкой через деревянный брусок вгоняют до плотного прилегания к стене. Не должно быть щелей ни между листами и утепляемой железобетонной стеной, ни между соседними листами пенопласта. При одновременном утеплении стен и пола на их стыках необходимо предусмотреть непрерывный контур теплоизоляции, чтобы не возникли мостики холода.

После установки утеплителя можно приступать к монтажу гипсокартонной обшивки, хотя ГКЛ и не единственный вариант. Оригинально и уютно будет выглядеть стена, обшитая, например, вагонкой. Но это уже дело вкуса. Главное – стена стала теплой. После этого можно установить на место наличники окна, подложив под них тонкий теплоизолятор, а по периметру оконного проема прикрепить защитно-декоративные пластиковые уголки. В завершение можно ликвидировать мостик холода на торце железобетонного подоконника, привинтив к нему брусок сечением 35 × 40 мм со слоем тонкого утеплителя.

Возможна ситуация, когда утеплением стены необходимо заняться немедленно, причем сроки работ и свободное место ограничены. В таких случаях можно провести экспресс-теплоизоляцию. Для этого потребуются листы пенопласта и предназначенный для него клей в баллончиках, которые удобнее всего использовать с монтажным пистолетом. Прежде всего следует максимально освободить пространство возле утепляемой стены и по возможности очистить ее от обоев, наслоений краски, побелки и т. д. Желательно заделать щели, особенно в углах.

Перед началом работы баллон с клеем хорошо встряхните 10–20 раз. Снимите защитный колпачок с его клапана и прикрепите на клапан монтажный пистолет, вращая по часовой стрелке. Отступив от края плиты 2 см, нанесите клей по периметру плиты. Также пройдите вдоль длинной оси и нанесите 2–3 полосы клея поперек плиты.

Прижмите теплоизоляционную плиту к стене и временно зафиксируйте с помощью рейки, подставки и т. п. для лучшей фиксации плиты. В худшем случае ее придется придерживать несколько минут (время схватывания клея должно быть написано на корпусе баллона или в инструкции к нему). Все работы по утеплению проводите в спецодежде и защитных очках. После завершения работы снимите с баллона распылитель и удалите остатки раствора.

Через 2 ч после крепления теплоизоляционных плит можно приступать к дальнейшим отделочным работам.

Из всех вариантов внутреннего утепления наружных стен наиболее прост в реализации вариант с использованием комбинированных плит высотой до потолка. Комбинированная плита представляет собой слой утеплителя (стиропор или минеральное волокно), наклеенный на лист гипсокартона или на гипсоволокнистую плиту. Перед утеплением стены необходимо очистить от обоев или отслоившейся краски. Комбинированные плиты крепят непосредственно к стенам строительным клеем, который наносят точечно на внутреннюю поверхность плит.

Достаточно эффективно внутреннее утепление из древесноволокнистых плит и минеральной штукатурки. Изготовленные из продуктов волокон хвойных пород, плиты совершенно безвредны для здоровья и легко нарезаются на фрагменты любой формы, что позволяет покрыть слоем теплоизоляции стены любой конфигурации. Плотное пазогребневое соединение на стыках исключает возникновение мостиков холода, а диффузионные свойства материала позволяют поддерживать оптимальный влагообмен и

микроклимат в помещении, надежно предотвращают появление плесени. Такая теплоизоляция обладает и неплохими шумозащитными свойствами. Древесноволокнистые плиты легко поддаются оштукатуриванию и не требуют специальных материалов для отделки.

На очищенную от загрязнений поверхность стены с помощью зубчатого шпателя равномерным слоем наносят грунтовочно-клеевой раствор. Слой клея-грунтовки должен захватывать не менее 2/3 площади плиты, через которую в стене сверлят отверстия под дюбели. Плиты крепят к стене дюбелями (не менее 9 шт. на 1 м<sup>2</sup>), стыки плит покрывают серпянкой, а в места примыкания к перекрытиям и смежным стенам вклеивают уплотнительный шнур. После этого плиты оштукатуривают в три слоя. Первый слой наносят набрызгом, на него кладут штукатурку-основу, поверх которой наносят отделочный слой. Классическое оштукатуривание, естественно, требует соответствующей квалификации.

При облицовке утепленной стены керамической плиткой клей наносят на первый слой штукатурки (набрызг), одновременно заглаживая неровности.

## **Утепление балкона**

Порой может промерзнуть стена, на которой закреплен балкон. Тогда следует позаботиться и о его утеплении. Но в любом случае даже простое остекление балкона и герметизация его объема существенно повысят температуру в квартире. А выбор остекления теплого типа с использованием двухкамерных стеклопакетов и профилей с воздушными камерами способствует не только снижению теплопотерь до 30 %, но и шумоизоляции помещения. Если же имеется лоджия, то ее качественная теплоизоляция предоставит хозяевам еще одно жилое помещение, пусть и не очень большое, но уютное. При этом следует учесть некоторые нюансы.

Балкон – исключительно сложный элемент дома, который достаточно непросто правильно утеплить. Чтобы балкон не служил постоянным мостиком холода, балконную плиту нужно покрыть теплоизоляционным материалом со всех сторон. Зачастую теплоизоляцию монтируют только по нижней стороне балконной плиты, особенно если между нижним краем балконной двери и плитой балкона мало места и его хватает только для укладки покрытия, например из плитки. Но тепловой поток все равно найдет пути проникновения вверх. Поэтому верное решение – монтаж дополнительных слоев теплоизоляции толщиной около 5 см поверх балконной плиты по всей ее ширине.

Это же правило касается и лоджии. Не выполнять его можно только при условии, что плита балкона изолирована от плиты перекрытия с помощью специальных теплоизоляционных балконных элементов.

Утеплению подлежат и все внутренние поверхности балкона – пол, стены, парапет и потолок. Для комфортного покрытия на балконе лучше уложить пол по лагам. Схема монтажа проста: разметить поверхность, установить боковые балки и лаги. Затем необходимо заполнить полости между лагами утеплителем. Выбирая утеплитель, важно обратить внимание на его вес, чтобы свести к минимуму нагрузку на перекрытия. Если это будет минеральная вата в плитах, лаги укладывают с шагом 60 см. Ширина плит как раз немного превышает шаг между лагами (61 см). Плиты при монтаже слегка сжимают и заполняют ими пространство между лагами. Поскольку стандартная толщина плит 50 или 100 мм, сечение лаг или реек каркаса должно быть кратно 50 мм. Аналогичным образом подбирают расстояние между лагами в случае использования пенопласта. Если же утеплитель – сыпучий материал, расстояние между лагами может быть произвольным. Сверху набивают гидроизолирующую мембрану и монтируют покрытие из несущих досок. По такому же принципу можно утеплить и парапетную часть лоджии, а также стены и потолок.

### 3. Гидроизоляция

#### Зачем нужна гидроизоляция здания

Каждый строитель знает, что возведение здания начинается с устройства прочного и надежного фундамента. Причем на этом этапе об экономии лучше забыть, поскольку малейшее отступление от проекта в сторону удешевления любого элемента фундамента может иметь самые катастрофические последствия. От состояния фундамента будет зависеть состояние дома в течение всего срока его эксплуатации. Отремонтировать зарытый в землю фундамент намного сложнее, чем стены дома, следовательно, он должен быть сделан добротно: исключительно надежно выполнен и максимально защищен от пагубных воздействий окружающей среды.

Одно из первых мест в черном списке врагов долговечности фундамента занимают грунтовые воды, способные не только спровоцировать такие неприятности, как повышенная влажность в подвальных помещениях и протечки (что значительно уменьшит возможности использования этих помещений), но и привести к разрушению несущих конструкций, а также к проседанию здания. Вода, которую человек пьет без вреда для здоровья, может разрушать такие прочные строительные материалы, как кирпич и бетон! Как же это происходит?

Дело в том, что вода – универсальный растворитель. Не подвергнутая специальной обработке вода несет в себе множество солей, которые после ее испарения будут образовывать кристаллы внутри капилляров и пор традиционных строительных материалов. Некоторые из этих кристаллов гигроскопичны – при последующем контакте с водой удерживают ее в своей структуре, значительно увеличиваясь в объеме. Возникающее напряжение приводит к разрушению материала несущих конструкций, отслоению штукатурки и краски, деформации отделочных покрытий, короблению обоев. Возможен и противоположный процесс – вода может вымывать из материалов растворимые соли, ослабляя и разрыхляя кладочный раствор или кирпичную массу. Увлажненные конструкции жилых зданий быстро разрушаются: каменные и бетонные – крошатся, металлические – корродируют, а деревянные – гниют. Этот процесс приносит значительные убытки и провоцирует возникновение ситуаций, опасных для жизни и здоровья людей.

Не стоит забывать и о том, что вода – одно из тех веществ, объем которых при замерзании увеличивается, а не уменьшается. Как любая жидкость, вода склонна заполнять весь предоставленный ей объем и после замерзания, не имея места для расширения, способна разорвать даже самый прочный материал. Потому тщательная гидроизоляция фундаментов является важнейшим фактором сохранности и долговечности зданий.

Усугубляет ситуацию то, что вода атакует здание со всех сторон – снизу вверх по капиллярам кирпича и бетона поднимаются грунтовые воды, а сверху вниз стекают атмосферные осадки, которые воздействуют на стены, крышу, оконные и дверные проемы. Влага может попадать в помещение из-за протекания крыши или через поврежденную наружную обшивку стен дома. Дождевая вода несет в себе дополнительную опасность – частично растворенные промышленные выбросы, фактически слабый раствор различных кислот. Чтобы продлить жизнь дому, нужно защитить его от пагубного действия влаги, создав эффективную систему гидроизоляции, которая является неотъемлемым элементом любого сооружения.

Но даже если с фундаментом все в порядке и вода не поступает сквозь крышу или стены, проблемы сырости все равно остаются. Во-первых, они могут быть связаны с явными или скрытыми утечками из водопроводной системы, а во-вторых, с конденсацией паров из воздуха, хотя поверить в это иногда довольно трудно.

Все элементы конструкции здания постоянно находятся в тесном контакте с окружающей средой, в том числе с основными ее составляющими – воздухом и водой. Внешнюю защиту составляет гидроизоляция подвала и фундамента, герметичность оконных

и дверных рам, примыканий труб и антенн на крыше, целостность кровли и водосточной системы. Однако вода часто проявляется в виде пара или конденсата, на какое-то время впитывающегося в конструкции строения и снова испаряющегося.

Каждый дом увлажняется и высыхает с ежедневной и сезонной периодичностью. Обычно это происходит без особого для него вреда. Проблемы начинаются, когда строительные материалы отсыревают быстрее, чем успевают высохнуть. Тогда они начинают плесневеть. Причин появления плесени много, но последствия во всех случаях одинаковые – развитие грибка и мха на различных поверхностях.

Влага в жилых помещениях образуется и в результате жизнедеятельности человека. Готовя пищу, поливая растения, стирая белье и принимая душ, мы добавляем влагу в пространство, в котором обитаем.

Семья из 4 человек ежедневно выделяет до 10 л воды в виде пара. Если не удалять эту воду с помощью естественной или искусственной вентиляции, в доме нарушится влажностный режим и споры грибков, находящиеся в воздухе, начнут размножаться в теплых и влажных плохо проветриваемых помещениях. Этот процесс приобретает лавинообразный характер, если влажность воздуха превышает 70 %, а температура – 15 °С. Для человека нормальная влажность – 40–60 %. При более высоких показателях возникают хронические простудные и кожные заболевания, а грибки, которые усиленно развиваются в сырых помещениях, способны вызывать даже бронхиальную астму.

В древесине бурный рост плесени и грибов начинается после того, как доля влаги в материале достигает 30 %. Однажды начавшись, поражение плесенью и грибами будет продолжаться до тех пор, пока содержание влаги в древесине не опустится ниже 20 %. Отслаивание краски, плитки и штукатурки, вздутие паркета, высолы на стенах, неприятный затхлый запах – вот неполный перечень последствий проявления избыточной влажности в доме.

Проблема защиты материала от воздействия воды решается различными способами гидроизоляции и гидрофобизации (водоотталкивания). Однако эффективно осушить дом можно лишь при условии, если обнаружен и устранен источник влаги. Если же просто бороться с последствиями, сырость будет постоянно возвращаться.

Поэтому необходимо периодически осматривать дом, обращая внимание на зоны, в которых может скопиться влага, а также на возможные места ее проникновения. Эти критические места давно известны.

## **Причины возникновения сырости и борьба с ней**

**Плохая гидроизоляция фундамента.** Грунтовые воды могут подниматься на высоту до 1,5 м. Преградой им служит горизонтальная гидроизоляция фундамента. Если такой гидроизоляции нет, почвенная влага проникает в стены здания. Следы воды можно видеть над плинтусом внутри дома, на испорченных обоях и обвалившейся штукатурке внизу стены, в сырых и покрытых плесенью углах.

Если это уже произошло, нужно обеспечить дополнительную гидроизоляцию или создать ее с нуля, если о ней не позаботились во время строительства.

Для этого придется откопать обратную засыпку фундамента, очистить стены от грязи и сделать вертикальную, а возможно, и горизонтальную гидроизоляцию фундамента. Но это очень тяжелая и сложная работа.

**Плохая гидроизоляция подвала.** Она может привести не только к намоканию стен, но и к затоплению подвала. Обычно его стены делают из бетона или кирпича, и они совмещены с ленточным фундаментом. Грунтовые воды, соприкасаясь с поверхностью стен, имеющих пористую структуру, проникают внутрь и становятся источником сырости и плесени как в подвале, так и в помещениях над ним.

Чтобы ликвидировать эти явления, надо защитить от воды пол, потолок и стены подвала, очистив их от грибка и плесени и продезинфицировав раствором от органических

налетов, а швы затереть цементным раствором. Протечки в стенах устраняют, нанося быстротвердеющие составы или выполняя инъекционную гидроизоляцию.

Для дальнейшей обработки стен и потолка используют противосолевые барьеры, пенетрирующие (проникающие) пропитки и гидрофобизаторы, относящиеся к обмазочным ремонтным материалам. По всей площади пола устраивают глиняный замок, утрамбовывают его и покрывают слоем песка или щебня, после чего наносят цементный раствор и железнят. В дальнейшем на водостойкий клеящий состав можно будет положить керамическую плитку. Для потолка используют покрасочную гидроизоляцию и, если надо, утепляют его.

**Отсутствие отмостки вокруг дома или ее неправильное выполнение.** Из-за этого в подвал проникают атмосферные осадки и следы хозяйственной деятельности на участке. В таком случае отмостку придется сделать или переделать.

Она должна иметь нормативный уклон от дома 2–3° и ширину не менее 70–80 см, но в любом случае быть на 20 см шире свеса карниза, чтобы стекающая с крыши вода не размывала грунт возле здания. В основание отмостки обычно кладут глину, чтобы влага с поверхности земли не достигала стен фундамента. Затем насыпают гравий и песок, трамбуют, а сверху накрывают тротуарными плитами или заливают цементным раствором.

**Текущая кровля.** Протекающая кровля – нередкая причина намокания стен и потолков дома. Протекающие участки следует ремонтировать, заменяя поврежденные элементы целыми, накладывая заплатки (для металлических кровель), а также обрабатывая обмазочными гидроизоляционными материалами. Также следует тщательно герметизировать места примыкания кровли к трубам и антеннам.

**Несоответствие толщины стен требованиям теплоизоляции.** Из-за разницы внешней и внутренней температуры на поверхности стены появляется конденсат. Избавиться от него на стенах просто: надо утеплить здание снаружи. Это увеличит толщину стен, а точка росы сместится внутрь конструкции. При достаточной теплозащите конденсат даже в условиях повышенной влажности воздуха, как правило, не образуется. Это возможно лишь при быстром нагревании дома или при несвоевременном включении обогрева.

**Неправильное утепление стен.** В этом случае водяные пары невозможно вывести наружу. А значит, они скапливаются внутри помещения и в конструкции здания. Утепляя стены, нужно соблюдать технологию и последовательность работ и не заменять одни материалы другими. Очередность укладки материалов подчинена принципу: паропроницаемость слоев должна увеличиваться изнутри наружу. Тогда влага сможет выйти беспрепятственно, не скапливаясь в помещении.

**Нарушение работы водосточной системы.** Засорение или разрушение водосточной трубы или желоба приводит к тому, что дождевая вода попадает на стены, вследствие чего они намокают. За состоянием водостоков надо следить, своевременно прочищая их и заменяя разрушенные элементы.

**Недостаточная внешняя защита стен.** Осадки, пыль и атмосферная влага постоянно воздействуют на стены здания, и благотворным это воздействие назвать нельзя. Для защиты стен используют различные водоизоляционные штукатурки, мастики и гидрофобизаторы. Последние значительно уменьшают расход лакокрасочных и пропиточных материалов, а покрытиям, образованным красками на водной основе, придают водоотталкивающие свойства. Можно защитить фасад дома и водостойкими отделочными материалами: виниловым сайдингом, плиткой под камень, навесными панелями из ПВХ. При этом важно, чтобы между отделкой и несущей стеной был вентиляционный зазор.

**Недостаточная вентиляция.** Из-за отсутствия качественной вентиляции появляются затхлый воздух, чрезмерная влажность, конденсат и, как следствие, сырые углы, влажные стены и запотевшие окна.

Вентиляция настолько важна, что ее количественные характеристики имеют силу закона и изложены в СНиП. Каждому человеку нужно не менее 30 м<sup>3</sup> свежего воздуха в час. Но с тех пор как в строительстве стали использовать герметичные стеклопакеты и монолитный бетон, дом стал похож на термос, не пропускающий воздух. Поэтому надо

проверять проходимость вентиляционных шахт и регулярно проветривать помещения, чтобы избавиться от влажности, табачного дыма, вредных веществ, выделяемых мебелью, отделочными материалами и чистящими средствами. Лучший способ проветривания – сквозняк, при котором за 5–10 мин воздух в помещении полностью меняется. В санузлах поможет принудительная вентиляция. Приточную обеспечат расположенные внизу дверные проветриватели, а вытяжную создаст встроенный в вытяжное отверстие вентилятор, работу которого можно синхронизировать с включением освещения.

**Установка герметичных окон.** Это причина плохого проветривания помещений, запотевших стекол, мокрых подоконников и участков стены под ними, а также сырых откосов. Желательно устанавливать те окна, которые имеют вентиляционные клапаны, закрывающиеся при сильном ветре и открытые в безветренную погоду. Такие клапаны можно вмонтировать и в уже установленное окно, в верхнюю часть профиля. Кроме того, независимо от погоды нужно проветривать помещения два раза в день по 10 мин. Устанавливая подоконник, следует изолировать монтажной пеной место примыкания рамы от теплого воздуха внутри помещения, чтобы тепло не проникало в холодную зону окна и под подоконником не скапливался конденсат.

## **Виды гидроизоляционных покрытий и их применение**

Функции гидроизоляции в старинных постройках выполняли пласты бересты, целиком снятой с толстых берез: их укладывали на фундамент в несколько рядов. Береста в земле не гниет и почвенную влагу от фундамента к нижним венцам не пропускает.

Такая гидроизоляция сейчас, как правило, выполняется из рулонных гидроизоляционных материалов и укладывается по отметкам низа перекрытия подвала, чуть выше отмостки, и в зоне примыкания пола подвала к фундаменту. Для дома без подвала обычно выполняют только горизонтальную гидроизоляцию. По обрезу фундаментов и на уровне чуть выше отмостки укладывают два-три слоя гидроизоляционного материала на негниющей основе. Для защиты вертикальных поверхностей гидроизоляция наносится на наружные и внутренние поверхности фундамента. По способу нанесения и принципу действия различают обмазочную (окрасочную), оклеечную, проникающую и монтируемую (экранную) гидроизоляцию.

### **Обмазочная гидроизоляция**

Для защиты поверхностей внутри дома от капиллярной влаги и снаружи от почвенных вод в дренирующих и маловлажных грунтах, когда грунтовые воды находятся на 1,5–2 м ниже уровня пола подвала, традиционно применяют обмазочную гидроизоляцию.

Основное требование, предъявляемое к ней, – создание сплошного, без дефектов водонепроницаемого слоя, который должен надежно удерживаться на поверхности, особенно вертикальной. Кроме того, он должен быть достаточно эластичным, чтобы перекрывать существующие трещины основания, выдерживать сжатие и расширение, происходящее при перепадах температур. Обмазочная гидроизоляция представляет собой многослойное покрытие толщиной от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров, что зависит от состояния поверхности и характеристик используемого материала.

**Цементные растворы** наносятся оштукатуриванием либо торкретированием (нанесение бетонной смеси сжатым воздухом). Они не требуют тщательной подготовки поверхности и обязательного применения специального оборудования для уплотнения, при желании вполне можно обойтись традиционными терками, гладилками и т. п.

**Битумные материалы** укладывают методом розлива или специальными растворителями с последующим разглаживанием. Это до сих пор самый распространенный метод гидроизоляции в частном домостроении.

**Горячие асфальтовые растворы** наносят с помощью асфальтомётов. Плюс таких

составов в том, что они позволяют производить армирование, минус – в сложности технологии, связанной с необходимостью разогрева.

**Полимерные материалы (мастики)** наносят кистью, валиком или распылением в два-три слоя; они требуют очистки и просушки поверхности, но создают прочную, устойчивую к температурному, химическому и механическому воздействию пленку.

После окончательного затвердевания слой обмазочной гидроизоляции повторяет все неровности обработанной поверхности. Особое внимание уделяют целостности слоя изоляции в местах ввода инженерных коммуникаций. Чтобы исключить возможность повреждения при засыпке стен грунтом, гидроизоляцию закрывают штукатурным слоем или специальной стенкой, например из ДСП. В качестве дополнительной защиты с наружной стороны фундаментов иногда делают глиняные замки толщиной до 0,5 м.

Прогрессивным решением является цементная и полимерцементная гидроизоляция. Она была разработана за рубежом в пятидесятых годах прошлого века, в нашей стране начала применяться в виде полимерцементных штукатурных покрытий лет примерно через десять; позже появились и обмазочные тонкослойные покрытия. Поскольку бетон и цемент имеют одинаковую химическую природу, при их контакте не происходит отторжения. Цементные растворы лучше всего прилипают именно к бетонным основаниям, а использование полимерных добавок увеличивает адгезию смесей к бетонам в десятки раз. Популярность цементных составов также связана с их высокой водонепроницаемостью и простотой применения. Они не вызывают коррозии крепежа и арматуры, могут использоваться в контакте с питьевой водой, способны восстанавливать исходную структуру материалов, что облегчает нанесение на сложные поверхности.

### **Окрасочная гидроизоляция**

Это самый простой, дешевый, а потому и доступный способ борьбы с влагой, который не требует специальных навыков. Окрасочную гидроизоляцию выполняют путем многослойной (от двух до шести слоев) окраски защищаемой поверхности жидкими или пастообразными пленкообразующими составами. Поверхности перед этим нужно подготовить: выровнять, очистить, просушить тепловентилятором, заделать раковины, швы, трещины герметиком и обезжирить растворителем. В местах соединений блоков и на изгибах имеет смысл использовать армирующие ткани или сетки. После предварительных работ поверхность грунтуют битумными или другими мастиками и лишь после этого приступают к нанесению первого слоя гидроизоляции. Само покрытие наносят с помощью кистей, валиков или распылителей.

В целом, окрасочная гидроизоляция от обмазочной отличается не столько используемыми составами, сколько толщиной наносимого водонепроницаемого слоя, который при окрасочной гидроизоляции не превышает 2 мм. По виду применяемого материала различают битумную, битумно-полимерную и полимерную окрасочную гидроизоляцию, а в зависимости от температуры препарата в момент нанесения – горячую и холодную. Используют ее в основном для защиты от капиллярной влаги, а иногда и от просачивающейся внутрь помещения воды. Окрасочные гидроизоляционные покрытия имеют невысокую трещиностойкость, поэтому поверхности обычно армируют стеклотканью или стеклосеткой.

### **Оклеечная гидроизоляция**

При сильно увлажненных грунтах, когда грунтовые воды оказываются практически на одном уровне с полом подвала или плитой фундамента, чаще всего выполняют оклеечную гидроизоляцию с помощью полимерных мембран или битумосодержащих рулонных материалов. Их чрезвычайно широкое распространение связано в первую очередь с простотой нанесения и невысокой ценой. Традиционными являются битумные (рубероид,

пергамин) и дегтевые (толь) рулонные материалы. В настоящее время для верхнего слоя гидроизоляционного покрытия битумные материалы в чистом виде практически не применяют – их вытеснили битумно-полимерные, имеющие улучшенные физико-механические свойства и более длительный срок службы. Рубероиды на основе картона, которые обычно укладываются в два-три слоя на асфальтовую или битумную мастику, являются самыми дешевыми. Несколько более дорогие, но с лучшими техническими характеристиками – рубероиды на основе из полиэстера. Самые дорогие, но и самые лучшие – наплавляемые рубероиды на основе из стеклоткани. Для надежной гидроизоляции достаточно положить только один слой такого материала.

Оклеечная гидроизоляция отличается хорошими показателями по водонепроницаемости, долговечности и стойкости к различным воздействиям. Однако опытные строители отмечают, что современные рулонные гидроизоляционные материалы капризны в укладке. Они требуют тщательной подготовки поверхности: ликвидации всех неровностей, обязательного грунтования битумной эмульсией и хорошей просушки, желательно естественной. Кроме того, важно крайне аккуратно наклеивать или наплавлять сам материал, поскольку исправить ошибки, допущенные при гидроизоляции фундамента, в дальнейшем практически невозможно.

Оклейку защищаемых поверхностей подземных частей здания рулонными гидроизоляционными материалами выполняют горячим или холодным способом. Самым распространенным приемом защиты фундаментов малоэтажных частных домов от грунтовых и паводковых вод остается наклейка рулонной битумной или битумно-полимерной гидроизоляции горячим способом. Монтаж гидроизоляционных материалов выполняют с помощью специальной строительной газовой горелки, которой расплавляют клеящий слой – модифицированный битум. Там, где запрещено применение открытого огня, используют тепловую пушку. Но в любом случае таким способом удобно выполнять лишь горизонтальную изоляцию – между тощим бетоном, который заливают после устройства гравийно-песчаной подушки, и фундаментом, поверх фундамента (цоколя) или при настилке кровли, поскольку раскатывать рулонный материал по горизонтальной поверхности проще. Кроме того, в первом случае он будет, скорее всего, находиться ниже точки промерзания, следовательно, дольше прослужит.

Все гораздо сложнее со стенами. Чтобы битум вначале хоть как-то пристал к бетону, стены смазывают отработанным машинным маслом, затем горячим битумом и быстро раскатывают рулонный материал, пока битум не остыл. Затем, удерживая материал на стене, его дополнительно прогревают горелкой. При этом рубероид нельзя наплавлять при низких температурах, а эффективно и безопасно работать с мощной газовой горелкой удастся только профессионалам. Поэтому традиционный рубероид все увереннее вытесняется гидроизоляционными мембранами – современным материалом для защиты фундаментов и стен подвалов.

При холодном способе рулонные и пленочные материалы наклеивают на наружные поверхности фундаментов с помощью специальной водостойкой мастики. Гидроизоляцию выполняют снизу вверх, при этом наклеиваемые полотнища должны перекрываться на 100 мм в продольных стыках и на 150 мм – в поперечных. Стыки располагают вразбежку. Снаружи такая гидроизоляция должна быть защищена от возможных механических повреждений с помощью экранов или панелей из геотекстиля, кирпичной стенки или асбестоцементных листов. Зазоры между ними заполняют гидрофобным цементным раствором.

Существует и самоклеящаяся рулонная гидроизоляция, которая наклеивается без применения специальных инструментов и дополнительных материалов. Но требования к подготовке поверхности для ее наклеивания еще выше. Еще реже используют механическое крепление – в этом случае нужна особая защита тех мест, где покрытие пробивают крепежными элементами.

## **Гидроизоляция проникающего действия**

Этот метод используют для уменьшения капиллярной проводимости бетона. Механизм проникающей гидроизоляции (пенетрирования) цементосодержащих материалов сводится к химической реакции активных веществ (пенетратов) со свободной известью (гидроксидом кальция) и капиллярной водой в бетоне. Свободная известь присутствует в бетоне практически всегда, поскольку является продуктом гидролиза химических составляющих цементного камня: силикатов и алюминатов кальция. Ее взаимодействие с активными компонентами проникающей гидроизоляции приводит к образованию кристаллических комплексов нерастворимых солей на поверхности фундамента. Этими кристаллами нитеобразной формы заполняются поры и микротрещины в бетоне, что обеспечивает герметизацию опорных конструкций.

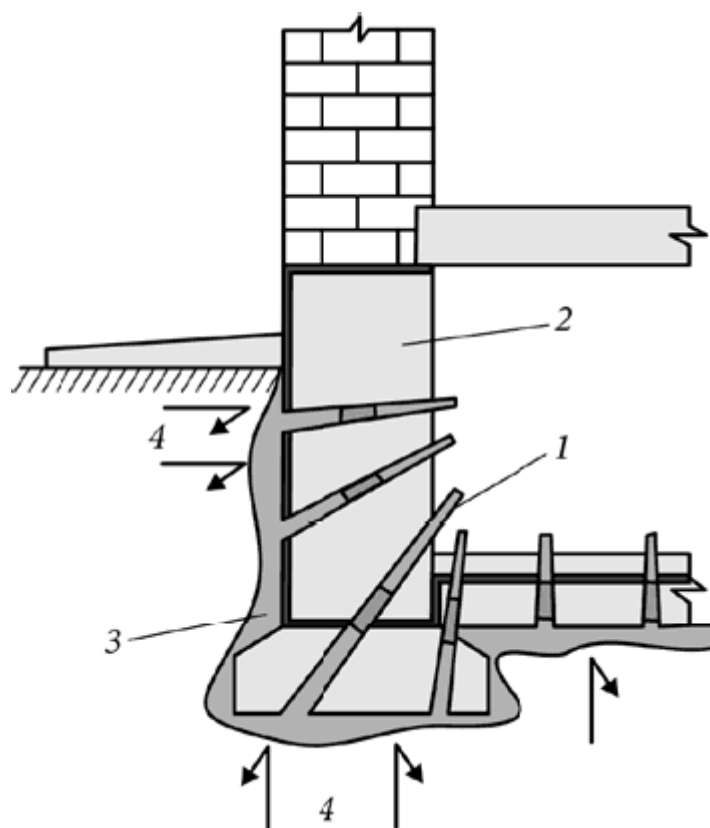
Паропроницаемость при этом уменьшается незначительно. Современные составы проникающей гидроизоляции способны проникать на глубину до 150 мм. Использовать эти материалы можно как снаружи, так и внутри здания.

Главным преимуществом пенетрирующих материалов является способность защищать конструкцию изнутри от проникновения влаги извне. Поэтому данный вид гидроизоляции нашел широкое применение при реконструкции подвальных и полуподвальных помещений, когда наружную гидроизоляцию выполнить уже невозможно.

Вместе с тем проникающие составы хороши лишь для монолитного фундамента и свежего бетона. При ремонте старого основания, когда внешние поры замаслены или забиты, необходимо тщательно очистить поверхность от штукатурки и обезжирить, открыв доступ к капиллярной системе. Причем простой железной щеткой это сделать не удастся – чистить надо тщательно, желательно песком или водой под высоким давлением.

## **Инъекционная гидроизоляция**

Существует гидроизоляционная технология, которая использует сквозные отверстия в стенах и фундаменте, позволяющие закачивать раствор цемента или жидкого стекла с отвердителем изнутри здания наружу, в область между фундаментом и грунтом. Таким образом создается водонепроницаемый «кокон» и внешняя гидроизоляция восстанавливается без проведения земляных работ. Такая система очень надежна и заслуженно пользуется большой популярностью во многих странах мира, в том числе и в Голландии, постоянно борющейся с водой. В последние годы зона ее применения расширилась и на восток – в качестве примера можно привести Санкт-Петербург, где инъекционный метод признан эффективным при внутренней гидроизоляции подвалов (рис. 3.1).



**Рис. 3.1. Инъекционная гидроизоляция:**

1 – инъектирование гидроизоляционного состава; 2 – защищаемая фундаментная стена; 3 – зона распространения гидроизоляции; 4 – вода

Широкому распространению такого способа влагозащиты в индивидуальном строительстве препятствует достаточно высокая цена и невозможность самостоятельного проведения работ, требующих применения специального оборудования. Чаще всего таким образом ремонтируют разрушающиеся фундаменты и локализуют протечки.

Аналогичным образом можно обеспечить и долговечную защиту строений от капиллярной влаги, создав горизонтальную отсечную гидроизоляцию. Для этого гидрофобизирующие жидкости впрыскивают в кирпичные, кирпично-бутовые и бутовые кладки. Выбор средства определяется природой и свойствами защищаемых материалов. Кирпичные (каменные) кладки, бетонные блоки предполагают использование кремнийорганических силоксановых композиций, гидрофобизирующих стенки капилляров и пор. Материалы на основе извести целесообразно защищать силикатными составами. Жидкое стекло реагирует с известью, образуя труднорастворимые продукты, закупоривающие щели и открытые полости. Такая технология позволяет производить осушение любых кладок, в том числе и старинных.

## **Материалы, применяемые для гидроизоляции в строительстве**

На строительном рынке представлен широкий выбор рулонных, пленочных и обмазочных гидроизоляционных материалов. Кроме этого, есть быстротвердеющие составы для ремонта протечек, saniрующие штукатурки, антисолевые пропитки и многое другое. По принципу действия такие материалы можно разделить на составы на основе расширяющихся цементов, штукатурные составы, проникающие и инъекционные гидрофобизирующие препараты, обмазочные минеральные гибкие и жесткие гидроизоляции, работающие по типу гидроизоляционных мембран. В зависимости от специфических требований, предъявляемых

в каждом конкретном случае, применяются материалы с различными свойствами: битумосовместимые и битумонесовместимые, стабилизированные и не стабилизированные к воздействию ультрафиолетового излучения. В рамках этих групп существуют материалы, обладающие дополнительными свойствами, такими как устойчивость к воздействию определенных агрессивных сред, микроорганизмов, сопротивляемость проникновению корней деревьев.

## Рулонные материалы

Это битумные, полимерно-битумные изделия и синтетические мембраны, используемые для гидроизоляции фундаментов, полов, подвалов и крыш. Они характеризуются высокой механической прочностью и хорошей эластичностью, поэтому меньше подвержены повреждениям, чем обмазочные и окрасочные материалы.

Самый известный представитель рулонных гидроизоляционных материалов, рубероид, применяется уже не один десяток лет. Его далеким предком можно считать мешковину, пропитанную дегтем. Затем в качестве основы для рубероида и пергамина стали применять кровельный картон, который выпускается в виде рулона шириной полотна  $1000 \pm 5$  мм,  $1025 \pm 5$  мм и  $1050 \pm 5$  мм. Для разных марок материалов используют картоны, имеющие различную удельную массу, обычно 300–350 г/м<sup>2</sup> и более. Рубероид изготавливают путем пропитки полотна картона легкоплавкими нефтяными битумами с последующим нанесением на обе стороны кровельного слоя из тугоплавкого битума и защитной посыпки асбестом, тальком, минеральной крошкой и т. п. По назначению рубероид может быть кровельный и гидроизоляционный (подкладочный). Пергамин в отличие от рубероида не имеет кровельного слоя и посыпки, это просто кровельный картон, пропитанный нефтяными битумами. Его называют беспокровным рулонным материалом; используется пергамин только в качестве подкладки.

Рубероид и стеклорубероид могут иметь крупнозернистую, чешуйчатую, мелкозернистую или пылевидную посыпку, которая предотвращает слипание материала в рулоне, повышает его стойкость и уменьшает поглощение солнечных лучей, замедляя старение материала. Так, крупнозернистая посыпка красного цвета отражает до 15, а зеленая – до 20 % лучей. Материалы с крупнозернистой посыпкой для обеспечения наклеивания кромок полотен внахлест имеют с одного края лицевой поверхности вдоль всего полотна непосыпанную кромку шириной  $85 \pm 15$  мм.

При устройстве мягкой кровли рулонный материал укладывают обычно в 2–3 слоя, которые образуют кровельный ковер. Для верхних слоев кровельного ковра используется кровельный материал, а для нижних слоев и оклеечной гидроизоляции строительных конструкций – подкладочный. Для верхнего слоя кровельного ковра можно применить и подкладочный материал, но тогда на его лицевую сторону после укладки должна быть нанесена защита из мастики и посыпки.

Последнее время от рулонных материалов типа рубероида, толя или пергамина стали все чаще отказываться. Дело в том, что эти материалы не отличаются высокой водо- и гнилостойкостью и быстро разрушаются под воздействием внешних факторов. Обычный битум имеет температуру размягчения около 40–50 °С, в то время как крыша дома в средней полосе в солнечный день может нагреться и до 85–87 °С. Поэтому битумную рулонную гидроизоляцию – рубероид, пергамин, гидростеклоизол и т. п. – сейчас производят только из модифицированного – обогащенного кислородом – битума. Из-за окисления он становится более тугоплавким, выдерживая температуру 70–80 °С, но одновременно более жестким и хрупким, теряя эластичность уже при 0 °С. Окисление и ультрафиолетовое излучение провоцируют старение битума. Материалы становятся хрупкими не только на кровле или в фундаменте, но даже в рулонах, когда они еще стоят на складе. Зимний холод, циклические переходы через 0 °С весной и осенью приводят к потере эластичности, появлению трещинок, становящихся потом местами протечек. Срок службы продукции на окисленном битуме в

среднем составляет 5 лет, а при грамотном монтаже и бережной эксплуатации – 10 лет. Впрочем, у нее есть одно неоспоримое достоинство – низкая цена.

Гидроизоляция нового поколения дороже, но в конечном счете выгоднее. В качестве основы для нее используются синтетические материалы – полиэстер, стеклохолст, стеклоткань. По сравнению с картоном они более прочны и биологически стойки, а кроме того, гораздо легче (например, масса 1 м<sup>2</sup> стеклоткани не превышает 100 г). На эту основу наносится эластичный и теплостойкий битум, модифицированный стирол-бутадиен-стиролом (СБС) и атактическим полипропиленом (АПП). Рулонная гидроизоляция на СБС– и АПП-модифицированном битуме надежна, служит в 3 раза дольше, чем на окисленном, обладает высокой теплостойкостью, не теряет гибкости при отрицательных температурах, эластична, устойчива к агрессивным воздействиям и ультрафиолетовому излучению. Материалы, армированные полиэстером, обладают допустимым удлинением 30–50 % и высокой прочностью на разрыв.

Нередко фундамент необходимо защитить не только от проникновения влаги, но и от воздействия химически активной среды. Это актуально на автомобильных площадках или в гаражах, где велика вероятность разлива бензиносодержащих жидкостей, которые в состоянии растворить битум и нарушить таким образом целостность гидроизоляции. В этих случаях рекомендуется применять покрытие с верхним слоем из металлической фольги. Она предохранит битумный слой от химических реагентов.

На рынке широко представлены такие материалы, как гидроизол – биостойкий материал из асбестовой бумаги, пропитанной нефтяным окисленным битумом; стеклорубероид – материал из стекловолокнутой основы с нанесением битумных, резиново-битумных и битумно-полимерных веществ, которые делают его значительно долговечнее толя или рубероида; фольгоизол – алюминиевая фольга, имеющая с двух сторон битумно-резиновое покрытие; бризол – материал без основы, изготавливаемый из смеси битума, резины, пластификатора, антисептика, и другие.

К полимерным материалам для оклеечной гидроизоляции также относят вулканизированные резины, полиэтиленовые пленки и термопластичные покрытия, представленные мембранами из поливинилхлорида, в том числе модифицированного резиной, хлорированного и хлорсульфированного полиэтилена. Битумно-полимерные мембраны делятся на низкомоифицированные, среднемоифицированные и высокомоифицированные. Чем выше уровень модификации материалов, тем большим качеством и долговечностью отличается материал. Это отражается и на стоимости: низкомоифицированные материалы стоят в два раза меньше, чем высокомоифицированные.

Кроме того, многие рулонные гидроизоляционные материалы выпускаются как в неармированном, так и в армированном исполнении. Неармированные применяются там, где требуется высокая эластичность, а армированные – в тех случаях, когда на первый план выступают прочностные характеристики материала. Стоит отметить, что при нарушении (разрыве) армирования материал не теряет своих гидроизоляционных свойств, а начинает работать как неармированный (эластичный).

По структуре полотна **рулонные гидроизоляционные материалы** подразделяют на основные (их большинство) и безосновные. Первые получают в результате обработки кровельного или асбестового картона, стеклоткани или полимерного полотна различного вида битумами или дегтем. Безосновное полотно (изол, бризол) изготавливают путем прокатки смеси вяжущего битума, минерального порошка (измельченной резины) и добавок.

Картонная основа недорога, но и недолговечна, под воздействием влаги активно гниет. Именно по этой причине толь, пергамин и рубероид выходят из употребления. Повысить в несколько раз прочность, водо– и биостойкость материала удалось, применив в качестве основы стеклохолст или стеклоткань. Стеклохолст – нетканый материал. По характеристикам способности к удлинению и разрыву он схож с картоном, но совершенно не подвержен гниению, поэтому служит дольше. Однако продукция на такой основе требует

бережной транспортировки и укладки, так как стеклохолст может рваться при раскатывании рулона. Стеклоткань чуть более эластична, ей присуща высокая механическая прочность – примерно в 3 раза выше, чем у стеклохолста. На сегодняшний день рулонная гидроизоляция на основе из стеклохолста и стеклоткани – одна из наиболее востребованных. Но и у нее есть определенные недостатки. При производстве слои битумной массы соединяются через отверстия в переплетениях стеклянных волокон.

В процессе эксплуатации под действием перепадов температур напряжение в верхнем и нижнем слоях битума становится различным, соединения не выдерживают и начинают рваться, а материал со временем расслаивается. Этого изъяна лишен полиэстер – нетканая полиэфирная основа, которую отличает значительный показатель удлинения на разрыв. Если стеклоткань рвется при удлинении на 5–7 %, то полиэстер – при удлинении более чем на треть. Поэтому гидроизоляцию на полиэстере используют в конструкциях, где вероятны значительные деформации кровельного или гидроизоляционного ковра. Основа и вяжущее битумное работают как единое целое, растягиваются или сжимаются при температурных либо механических воздействиях, не теряя при этом свойств. Для решения особых задач выпускают материалы на комбинированной основе, например нетканой полиэфирной, дополнительно дублированной стеклосеткой. Причем у многих производителей продукт с одним и тем же названием может иметь разные основы.

### **Пленочные материалы**

Гидроизоляционные полимерные мембраны все увереннее вытесняют традиционный рубероид. Эти материалы устойчивы к химическим и термическим воздействиям, воздействию микроорганизмов, прорастанию корней растений и не меняют своих характеристик после многочисленных циклов «мороз – оттепель». Полотнища мембран сваривают между собой до однородного состояния горячим воздухом с использованием специального оборудования, образуя надежное гидроизоляционное покрытие любых форм и размеров, которое обеспечивает абсолютную водонепроницаемость даже при постоянной деформации. У некоторых видов мембран для соединения отдельных листов служат профилированные защелки по краю или ламинированные и защищенные бумагой клеевые полосы. У самоклеящихся мембран с одной стороны имеется клеящий слой, защищенный бумагой, которая постепенно удаляется в процессе укладки. После предварительного приклеивания лист прижимается к защищаемой поверхности с помощью валика.

Не следует заменять строительную мембрану другой пленкой, например огородной, руководствуясь внешним сходством и более низкой ценой. При покупке необходимо проверить рекомендации производителя – действительно ли пленка предназначена для гидроизоляции фундаментов и стен подвалов, производится ли она в соответствии с техническими условиями и подтверждает ли это обстоятельство сертификат производителя. Укладка пленки с нарушениями рекомендаций может привести к серьезным и даже неустранимым повреждениям здания.

В строительстве используют два вида пленочных мембран: плоские и профилированные. Обычно они имеют ширину 1,0; 1,5; 2,0, реже 2,4 м и выпускаются в рулонах.

### **Обмазочные материалы**

Это прежде всего различные мастики и краски. Среди таких гидроизоляционных материалов наибольшее распространение получили составы на основе битума.

**Краски.** Из окрасочных материалов применяют этинолевые, эпоксидные и перхлорвиниловые краски. Кроме того, к обмазочным материалам относятся штукатурные и ремонтные составы, гидрофобизаторы и противосолевые барьеры, имеющие достаточную прочность и хорошую адгезию. Они используются для обработки, защиты от солей и

восстановления бетонных конструкций.

Обмазочную гидроизоляцию у нас до сих пор чаще всего выполняют из двух-трех слоев **горячего битума**. Он недорог и прост в применении, но недолговечен. Срок службы гидрофобного слоя на основе битума ограничен пятью-шестью годами, поскольку данный материал теряет эластичность и становится хрупким уже при температуре 0 °С, а возникающие при этой температуре деформации и трещины завершают общее разрушительное действие. Серьезную конкуренцию битуму в последнее время составили синтетические смолы и обмазочные влагозащитные материалы на основе его окисленных или полимермодифицированных производных.

При выборе гидроизоляционных рулонных и окрасочных материалов следует ориентироваться прежде всего на качество, а не на цену и отдавать предпочтение высокомодифицированным мембранам и мастикам, эксплуатационные характеристики и срок службы которых намного выше, чем у низко модифицированных. Дешевые материалы имеют низкую устойчивость к воздействию отрицательных температур, в результате чего гидроизоляция может выйти из строя на ранней стадии эксплуатации и даже во время строительства. Исправить последствия такой экономии в большинстве случаев тяжело, а то и просто невозможно. Избавиться от сырости и протечек в подвальных помещениях еще можно благодаря современным материалам – осушающим штукатуркам, быстросхватывающимся цементным растворам (которые, кстати, обойдутся тоже недешево), но защитить несущие конструкции от разрушительного воздействия влаги уже не удастся.

**Штукатурные составы.** В последнее время все шире применяют цементные штукатурные обмазочные смеси, которые содержат значительное количество полимерных добавок, существенно повышающих их водонепроницаемость и гидроизолирующие свойства. Штукатурные гидроизоляционные материалы обладают прекрасным сцеплением с обрабатываемой поверхностью, высокой эластичностью и выдерживают напор воды «на прижим» порядка 20 т/м, что более чем достаточно для защиты большинства подвальных помещений. Составы затворяют водой и как обычные штукатурки наносят на изолируемые основания. Важное условие использования данных материалов заключается в том, что вода должна прижимать их к защищаемой поверхности, а не действовать на отрыв. Поэтому при устройстве внутренней штукатурной гидроизоляции обычно делают еще и прижимную противонапорную стену, не позволяющую защитному покрытию оторваться от поверхности. Чаще всего это обычная оштукатуренная кирпичная кладка.

**Пенетрирующие материалы** представляют собой смесь специального цемента, мелкого кварцевого песка и комплекса добавок. Смешанный с водой, такой состав приобретает вид жидкого теста, которое наносится на влажные стены и образует на их поверхности тонкую (0,4–0,5 мм) пленку. Под действием осмотических сил активные составляющие материала проникают по порам и капиллярам вглубь бетона на 10–15 см и больше, распространяясь даже против тока воды. Взаимодействуя с гидроокисью кальция, они производят нерастворимые кристаллы, полностью заполняющие пустоты, поры и микротрещины, резко снижая возможность фильтрации воды через толщу конструкции. В результате молекулы воды перестают проникать в поры, но в них остается достаточно места для обеспечения паро- и воздухопроницаемости бетона.

Основным достоинством данного метода является то, что большинство материалов остаются активными очень долго и рост кристаллов продолжается до полной остановки воды. При возникновении новых течей рост кристаллов возобновляется. Эти составы позволяют проводить работы по гидроизоляции стен из бетона не только снаружи, но и изнутри, со стороны, противоположной обводненной поверхности. Протечка при применении такой гидроизоляции может произойти лишь при существенных деформациях стеновых конструкций и появлении в них трещин, что обычно вызывается просадкой здания или пучением грунта.

Более того, если при приготовлении бетонной массы для нового строительства добавить в миксер пенетрирующие добавки в количестве всего 1 % от массы сухого цемента,

то конструкция получится из полностью водостойкого бетона, который к тому же получает свойство «самозалечивания» трещин, пор и капилляров.

### **Средства для инъекционной гидроизоляции**

Для создания инъекционной гидроизоляции применяют различные составы на минеральной, полиуретановой, эпоксидной и других основах, которые под давлением закачивают в щели и трещины в стенах. Это могут быть одно- и двухкомпонентные полиуретановые жидкости с низкой вязкостью, которые при контакте с водой вступают с ней в химическую реакцию, приводящую к расширению раствора в объеме и сопровождающуюся возрастанием его внутреннего давления до 30 атм. В результате раствор распространяется по конструкции, вытесняя воду и образуя внутри трещин и полостей водонепроницаемый полиуретановый наполнитель. В отличие от полиуретановых, эпоксидные инъекционные составы с водой не взаимодействуют, что при сильной обводненности обрабатываемых объектов может приводить к неполной их гидроизоляции, но они более долговечны и могут склеивать поверхности трещин.

Когда разрушительное действие грунтовых, техногенных и поверхностных вод на стены достаточно велико, вышеупомянутые материалы оказываются малоэффективными вследствие недостаточной эластичности, плохой адгезии к мокрым поверхностям, неспособности перекрыть внутренние изломы. Тогда необходима надежная высокоэластичная преграда, позволяющая выдерживать напор воды до нескольких атмосфер, не теряющая своих свойств при воздействии окружающей среды и, что немаловажно для нашего климата, отрицательных температурах. Такие материалы существуют уже более трех десятков лет, считаются наиболее эффективными для защиты от любого напора воды и используются для восстановления гидроизоляции любых подземных сооружений – от метрополитена и подземных паркингов до подвалов частных домов.

Это гели на основе эфиров метакриловой кислоты, которые имеют примерно такую же плотность и текучесть, как вода, и подобно ей способны проникать во всевозможные трещины и дефекты стеновых конструкций. Специфика их применения заключается в том, что составы под высоким давлением (до 240 атм) закачивают через просверленные на расстоянии 50–60 см друг от друга на глубину 15–25 мм отверстия в толщу стены.

Из отверстий гели-акрилаты проникают во все микро- и макротрещины, поры и пустоты стенового материала, полностью заполняя их и частично выходя наружу. Особенно актуально это при проведении гидроизоляционных мероприятий изнутри помещений в ходе ремонтных работ, ведь между стеной и грунтом образуется высокоэластичная гелевая мембрана, одновременно заполняющая все пустоты в самой стене.

После проникновения акрилатов вглубь стенового материала происходит полимеризация состава, в результате чего все дефекты надежно гидроизолируются. Таким образом, создается защита от напорной воды как в самих стенах, так и снаружи – между стеной и грунтом. Причем достаточно всего один раз провести ремонт места проникновения воды в конструкцию, чтобы больше не возвращаться к этой проблеме в течение всего срока эксплуатации здания, так как образующийся в процессе инъектирования полимер является устойчивым к различным воздействиям окружающей среды.

### **Ремонтные смеси**

Для ликвидации всевозможных протечек, особенно опасных в случае, если вода поступает под давлением, используют специальные ремонтные смеси. При смешивании сухого порошка такой смеси с водой образуются быстросхватывающиеся саморасширяющиеся водоостанавливающие и герметизирующие материалы, полностью готовые к применению. Они обеспечивают надежное сцепление с герметизируемой поверхностью и сверхбыстрое нарастание прочности, к тому же с ними можно работать даже

под водой.

Следует расчистить края открывшейся течи и удалить плохо держащиеся слои. Если напор воды большой, то отверстие следует заткнуть тряпкой или деревянной пробкой так, чтобы до плоскости основания оставалось 1–2 см. Теперь нужно отмерить необходимое количество смеси и воды (согласно инструкции к препарату), достаточное для ликвидации одной течи. Смесь засыпают в воду и тщательно перемешивают до получения однородной массы. Формуют пробку в соответствии с размером и формой отверстия, через которое льется или сочится вода, и затыкают его полученной пробкой. Материал быстро отвердевает, расширяясь при этом, так что пробка будет надежно держать воду. Работать следует оперативно, так как скорость отвердевания таких материалов весьма велика: «Пенеплаг» – 40 сек, «Ватерплаг» – 3 мин, «Стримплаг» – 2–3 мин, «Глимс Гидро Пломба» – 1,5–5 мин (в зависимости от температуры окружающей среды). После ликвидации аварии сразу же стоит задуматься о гидроизоляции небольшой площади вокруг образовавшейся пробки, поскольку вода весьма коварна и вполне способна найти обходной путь через соседнюю щель или прилегающие капилляры.

Быстросхватывающиеся ремонтные составы помогут и в том случае, когда невозможно выяснить точку локального прорыва, но при этом видно, что вся стена мокрая. Такое случается, если снаружи нет правильной гидроизоляции и бетон использовали не очень качественный – более низкой марки, чем планировалось, или без свойств водонепроницаемости. Обычно результат такого строительства виден весной, когда грунтовые воды поднимаются и равномерно проникают в стену по капиллярам.

Чтобы быстро прекратить этот процесс, берут ремонтный материал из расчета 200–250 г сухой смеси на 1 м<sup>2</sup> и втирают в стену. В течение нескольких десятков секунд он гидратируется, образуя множество микропробочек в капиллярах по всей стене. Впрочем, далее все равно необходимо выполнить цикл гидроизоляционных работ, поскольку устранено только следствие, а не причина появления сырости.

### Уплотнительные материалы

На всех этапах гидроизоляционных работ можно использовать дополнительные средства, обеспечивающие особую защиту стыков и сопряжений – наиболее уязвимых зон помещения. Речь идет о различных уплотнительных материалах – герметизирующих лентах, шнурах и тканях. Эластичные ленты с прорезиненной центральной частью помещают между двумя слоями гидроизоляционного раствора или мастики. В ассортименте большинства крупных производителей имеются самоклеящиеся гидроизоляционные ленты для мелкого ремонта и ликвидации незначительных протечек, а также различные декоративные изделия. Последние малоэффективны при постоянном контакте с водой, однако имеют ряд полезных добавок, например фунгицидную пропитку, препятствующую распространению плесени. Там, где уплотнение швов лентой затруднено, применяют эластичные шнуры прямоугольного сечения. Некоторые из них при взаимодействии с водой разбухают, надежно преграждая путь жидкости.

Один из важнейших компонентов, входящих в комплексную систему защиты сооружений от воды, – **гидроизоляционные шпонки**. Они предназначены для герметизации подвижных и неподвижных швов бетонных конструкций. Принцип действия их прост: в стык между бетонными конструкциями устанавливают пластмассовую ленту, благодаря которой вода, по сути, отсекается от шва. Специальные профили легко адаптируются к механическим сдвигам и колебаниям в месте стыка, надежно сохраняя при этом изолирующие свойства.

Гидрошпонки устанавливают в шов на стадии заливки бетона. При этом необходимо принимать меры по удержанию профилей в правильном положении, для чего используют специальные клипсы или проволоочные крепления. Важнейшее условие качественного контакта ленты с бетоном – тщательная вибрация раствора во избежание образования

пустот.

Для различных условий эксплуатации и давлений воды выпускаются десятки типоразмеров гидроизоляционных профилей. Так, например, шпонки типа М для деформационных швов выдерживают колебания ширины шва до 40 мм и сдвиг бетонных плит до 30 мм при сохранении герметичности шва. Гидрошпонки могут быть односторонними, устанавливаемыми на поверхности плиты и закрепляемыми на опалубке перед заливкой конструкции, и двухсторонними (центральными), которые устанавливают в толще бетонной плиты на этапе заливки конструкции. Изготавливают шпонки из поливинилхлорида, что позволяет легко соединять их с помощью газовой горелки при температуре сварки около 200 °С. Пробитую по неосторожности шпонку легко отремонтировать – на поврежденное место устанавливают заплату.

Рабочие температуры, при которых материал сохраняет свои изолирующие свойства, находятся в диапазоне от –35 °С до +55 °С. Поставляются гидроизоляционные профили рулонами по 15 и 30 м. Односторонние имеют толщину 3,5 и 4 мм и ширину от 20 до 31 мм, двухсторонние – толщину 2,5–8 мм при ширине от 15 до 40 мм.

## Гидроизоляционные работы

**Защита фундаментов и подвалов.** Гидроизоляция фундамента, подвального или цокольного этажа – достаточно сложная и кропотливая работа, и чем ближе к поверхности земли находятся грунтовые воды, тем более ответственной она будет. Ведь при высоком уровне грунтовых вод даже малейшая трещина или щель в гидроизоляции может свести на нет все усилия, предпринятые для защиты подземных помещений от затопления. А исправлять недостатки в гидроизоляции заглубленной части здания – задача непростая и дорогостоящая.

В любом случае (независимо от уровня грунтовых вод) гидроизоляция подземных помещений должна быть выполнена замкнутым способом; в конечном итоге должно получиться послойно склеенное водонепроницаемое покрытие наружной поверхности конструкции. Особое внимание при устройстве гидроизоляционного покрытия следует обратить на деформационные и рабочие швы, трещины, проходы труб и коммуникаций, поскольку прочность и надежность любого вида гидроизоляции зависит от прочности и надежности самого слабого ее места или узла. Кроме того, специалисты советуют использовать комплексную систему гидроизоляции, что удорожает общую смету строительства лишь на 1–3 %, но увеличивает срок службы фундамента в десятки раз.

Стандартным решением для подземных конструкций с присыпкой грунтом считается холодная битумная гидроизоляция на всех поверхностях, оклеивание битумно-полимерными и полимерными материалами на горизонтальных поверхностях; битумно-полимерная окраска на вертикальных поверхностях.

Холодная битумная изоляция представляет собой тонкий (не более 2 мм) водонепроницаемый покров, образованный путем многослойной окраски поверхности. Применяют ее в основном для защиты от капиллярной влаги, а иногда и от просачивающейся воды. В последнем случае окрасочная битумная изоляция также является праймером (специальный состав для предварительной подготовки поверхности), повышающим адгезию рулонных битумных материалов, которые наплавливаются сверху.

Основание для окрасочной гидроизоляции делают жестким, ровным и прочным, с закругленными или срезанными на фаску углами и гранями. Перед нанесением окрасочного состава основание очищают от грязи и пыли, высушивают, швы и грани оклеивают полосками ткани или рулонного материала шириной не менее 20 см.

На тщательно очищенную от грязи поверхность надо нанести битумно-полимерную грунтовку (разжиженный окрасочный состав). Она не только закроет микротрещины, но и улучшит адгезию наносимого битумного гидроизоляционного материала с поверхностью

стены фундамента и позволит уменьшить его расход. Затем делают обмазку холодной битумно-полимерной мастикой. Срок ее полного высыхания 12 ч, но схватывается она в течение часа. Поэтому сразу же после нанесения первого слоя на поверхности надо прикрепить армирующий слой из геотекстиля, стеклохолста, стеклосетки или стеклоткани. Многие недооценивают значение армирования, тем не менее его наличие увеличивает прочность битумно-полимерных мастик на 60 %. Затем наносится еще один слой мастики. Такой «пирог» гарантирует фундаменту защиту в течение 20 лет. Без армирования защита будет непрочной, поскольку окрасочные покрытия неэластичны и при появлении трещин в конструкции герметичность гидроизоляционного покрытия нарушается.

Вместо армирующего слоя можно поверх обмазочной гидроизоляции уложить слой из рулонных полимерно-битумных материалов на основе стеклохолста или полиэстера или покрыть полиэтиленовой мембраной, которая защитит гидроизоляцию от механических повреждений при обратной засыпке, а также от воздействия находящихся в грунте солей.

Предохранение цоколя дома от увлажнения за счет капиллярного подсоса влаги, находящейся в нижележащих строительных элементах и грунте, осуществляется с помощью отсечной горизонтальной гидроизоляции. Если в доме нет подвала, горизонтальную гидроизоляцию обычно устраивают на обрезах фундамента на высоте 15–20 см от уровня планировочной отметки земли из двух слоев рубероида, уложенного на битумную мастику. Второй уровень гидроизоляции устраивают из рулонных материалов в два слоя по верху цоколя перед монтажом балок или плит перекрытия, а также в местах соприкосновения кирпичной кладки с бетоном по всей площади основания наружных и внутренних стен дома. При этом гидроизоляция пола на грунте и горизонтальная гидроизоляция фундаментной стены должны быть соединены между собой. Если на балки кладут полы, то гидроизоляция должна быть на 10–15 см ниже балок.

Так как верх фундамента или цоколя не всегда бывает гладким, перед укладкой гидроизоляции его выравнивают. Для этого следует по боковым сторонам фундамента на 2–3 см выше его поверхности сделать опалубку из досок с ровными кромками и залить это пространство цементно-песчаным раствором в пропорции 1:3 или 1:4, а затем выровнять. После высыхания поверхности можно укладывать гидроизоляцию.

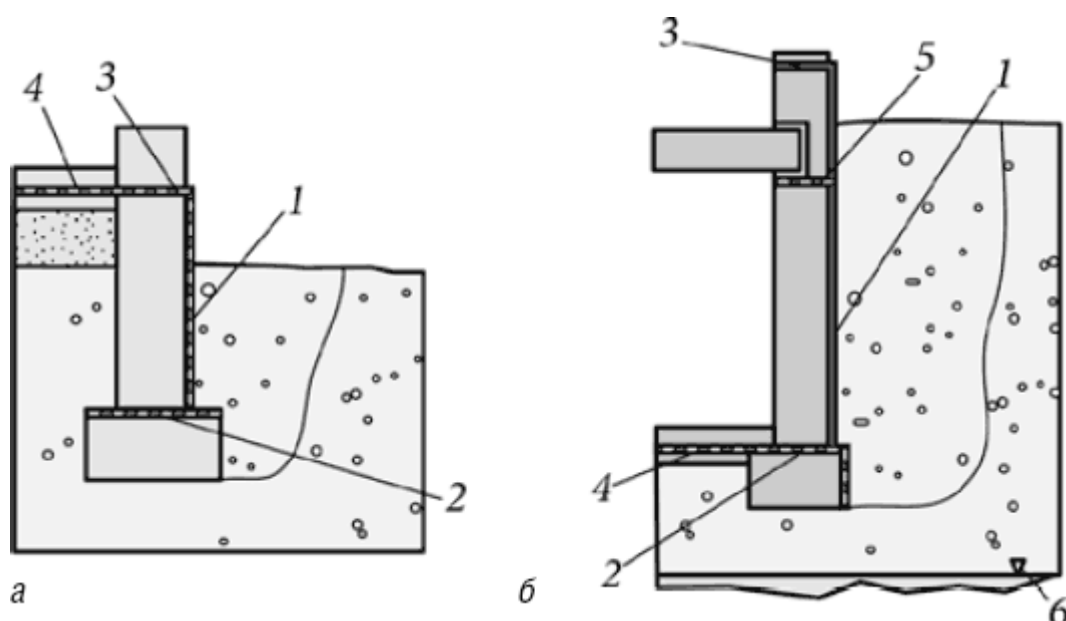
При возведении деревянного дома горизонтальную гидроизоляцию делают поверх цоколя из двух слоев рубероида. Перед укладкой на нее нижних венцов последние следует интенсивно пропитать антисептиками.

Если дом с подвалом и горизонтальная гидроизоляция оказывается ниже уровня земли, тогда вертикальный участок фундамента обязательно изолируют до уровня земли. Когда грунтовые воды находятся глубже 50 см от плоскости пола подвала, горизонтальную гидроизоляцию делают в двух уровнях – на уровне пола подвала или ниже его на 10–15 см и поверх цоколя – на 20 см выше уровня отмостки. Обычно на утрамбованный грунт в подвале кладут пласт жирной глины (25 см), уплотняют его, покрывают слоем бетона (5 см), выравнивают, выдерживают в течение 2 недель, покрывают мастикой и наклеивают двухслойный рулонный ковер из рубероида. Сверху кладут такой же слой бетона, который выравнивают, заливают цементным раствором и железнят. При этом горизонтальная гидроизоляция фундаментной кладки и гидроизоляция пола подвала должны быть герметично соединены между собой.

Второй уровень делают так же, как в предыдущем случае. Если же перекрытие над подвалом находится ниже уровня земли, придется выполнить еще одну горизонтальную гидроизоляцию – сразу же под перекрытием.

Если грунтовые воды залегают выше уровня пола подвала и есть опасность его затопления, тогда выполняют тяжелую водозащитную изоляцию пола и стен подвала с наружной и внутренней стороны, устраивая подобие герметичной ванны, стойкой к давлению грунтовых вод. С наружной стороны с помощью рулонных или пленочных материалов устраивают водонепроницаемый контур. Обычно такая технология применяется при сооружении плитных фундаментов, но при малейшей опасности подтопления ее

желательно использовать в любом случае, чтобы получить полную защиту подземной части здания (рис. 3.2). Приступают к такой гидроизоляции еще на этапе песчаной подготовки. На подготовленное для фундамента основание (песчаное или со слоем тощего бетона) внахлест настилается полимерная мембрана или битумно-полимерный материал, стыки которых соединяются замками или свариваются газовой горелкой либо строительным феном. Выпуск материала за периметр фундамента должен составлять 600–800 мм по всем сторонам. После сооружения фундаментной плиты и стен подвала приступают к устройству вертикальной оклеечной гидроизоляции (нанесение вначале обмазочного слоя не исключается). При этом внизу оставляют свободные концы длиной 300–400 мм. Выпуски горизонтальной гидроизоляции заворачивают на стены, заводят под них свободные концы вертикальной изоляции и сваривают с помощью фена или горелки. Таким образом, получается замкнутый контур гидроизоляции. Кроме того, по периметру стен, в местах примыкания пола подвала, следует устроить деформационные швы в виде эластичного замка из пакли, смоченной в горячей битумной мастике. Особенно необходим такой замок в подвалах с глинистым грунтом, где возможна его неравномерная осадка.



**Рис. 3.2. Устройство гидроизоляции:**

*а* – в доме без подвала; *б* – в доме с подвалом; 1 – вертикальная гидроизоляция фундаментной стены; 2 – горизонтальная гидроизоляция фундаментной кладки; 3 – горизонтальная гидроизоляция фундаментной стены; 4 – гидроизоляция пола на грунте; 5 – дополнительная гидроизоляция перекрытия; 6 – уровень грунтовых вод

Пол подвала выполняют с уклоном 1 % (1 см/1 м) к одному из углов. В этом углу делают приямок размером 30 × 30 см и глубиной 20–40 см. Если грунтовые воды стоят высоко и насыщают толстый слой грунта, воду из приямка придется выкачивать насосом. Если грунтовые воды глубоко и под полом подвала сухо, можно в приямке устроить дренажную скважину.

Для изоляции фундаментов и стен подвалов все чаще применяют **гидроизоляционные мембраны**. Для горизонтальной изоляции используются в основном плоские мембраны. Их ширину подбирают в соответствии с толщиной подвальных и фундаментных стен, поскольку на рынке можно найти материалы различной ширины. Следует знать, что для гидроизоляции фундаментов нельзя применять полимерную мембрану тоньше 0,4 мм. Пленку толщиной 0,2 мм можно использовать только в конструкциях пола на грунте.

Плоская мембрана расстилается на сухое, ровное и очищенное основание. Чтобы герметично изолировать поверхность, листы укладываются с нахлестом 5 см и соединяются с помощью двух толстых полос эластомерно-битумного клея или бутиленовой массы. Кроме

того, края геомембраны можно соединить экструзионной или контактной сваркой, для чего применяется специальное оборудование. Контактная сварка методом «горячего клина» заключается в нагреве положенных внахлест полотнищ геомембраны в месте их соприкосновения до температуры плавления пленки. Для совмещения геомембраны служат прижимные ролики. В итоге получается одинарный или двойной сварной шов шириной от 30 до 50 мм с созданием промежуточного канала для возможности проверки качества сварки. Скорость сварки составляет 1,5–3,5 м/мин в зависимости от погодных условий и толщины свариваемого материала. Этот метод используется для достаточно длинных участков. Экструзионная сварка заключается в подаче в зону сварки расплавленного полимера под давлением и применяется для трудных участков, где сложно применить двухшовную контактную сварку – для обварки сопряжений, обработки углов и т. п.

Железобетонные фундаментные блоки обрабатывают проникающей гидроизоляцией со всех сторон, кроме наружной. Затем производят их монтаж. Внешнюю сторону вскрывают холодной битумной эмульсией. Прогревая рулонную изоляцию, заклеивают фундамент от центра к краям.

Для предохранения фундамента от влаги, проникающей сверху, плиты перекрытия после обработки холодной битумной эмульсией накрывают рулонным материалом. Гидроизоляцию по бокам закрывают асбестовыми щитами или структурированной полимерной пленкой.

Выступы и участки фундамента сложной конфигурации, коммуникационные входы и выходы обрабатывают шпатлевкой и прикрывают пленкой. После этого фундамент засыпают землей и приступают к возведению цокольного этажа.

### **Обеспечение отвода воды от здания**

Эффективность и долговечность любой гидроизоляции можно увеличить, и весьма значительно, а разрушительное действие влаги свести к минимуму. Для этого надо создать такие условия, при которых вода вообще не получит доступа к конструкциям или доберется лишь небольшая ее часть. Такая защита может быть выполнена с помощью дренирования участка земли вокруг здания, линейного водоотвода и устройства отмостки.

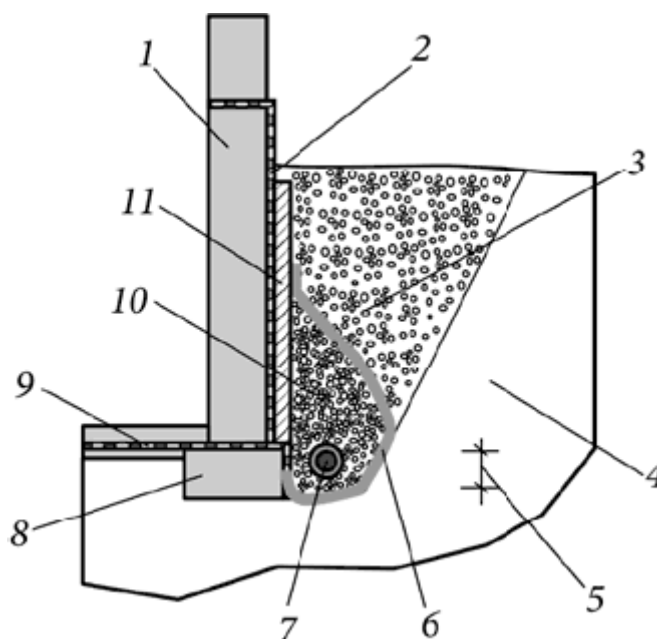
**Дренаж** – это инженерная система, предназначенная для управления водным балансом участка земли. В общем виде это система каналов, труб и сооружений, предназначенных для удаления из грунта избыточной влаги и отвода ее на безопасное расстояние. Дренаж делают, если существует опасность постоянного или периодического подтопления дома водой. С помощью дренажа можно не только понизить уровень грунтовых вод на участке, чтобы он был ниже уровня пола в подвале, но и отвести от здания атмосферную воду, которая может просочиться к фундаментам.

По характеру расположения дренаж делят на два основных вида – пристенный и пластовой. Выбор между ними осуществляется исходя из имеющихся гидрогеологических условий: уровня грунтовых вод и типа грунта.

Пластовой дренаж в основном используют для защиты подземных частей зданий, возводимых на слабопроницаемых грунтах – глинистых и суглинистых. Его выполняют в виде так называемой фильтрующей постели, укладываемой в основании защищаемого сооружения непосредственно на водоносный грунт, и делают это одновременно со строительством здания. Дренаж данного вида полностью защищает постройку не только от подтопления грунтовыми водами, но и от увлажнения капиллярной влагой.

Пристенный кольцевой дренаж применяют в тех случаях, когда водоупорный слой залегает неглубоко от поверхности и основание защищаемого сооружения находится непосредственно на нем. Такой дренаж предназначен для сбора и отвода воды, которая вплотную подходит к фундаментным стенам здания, для ограничения уровня поднятия воды выше линии расположения дренажных труб и предотвращения затопления подвальных помещений.

Чтобы добиться этого, дренажи размещают по периметру постройки с наружной стороны фундамента на расстоянии не менее 0,7 м от плоскости стены. При этом они должны создавать замкнутый контур. Дренажные трубы располагаются выше нижнего уровня плиты фундамента, но ниже уровня ее высшей точки (рис. 3.3).



**Рис. 3.3. Элементы кольцевого дренажа:**

1 – стена подвала; 2 – вертикальная гидроизоляция; 3 – грунт, заполняющий траншею; 4 – материковый грунт; 5 – зона расположения дренажной трубы; 6 – дренажный материал (геотекстиль); 7 – дренажная труба; 8 – фундаментная кладка; 9 – противокapиллярная или противонапорная гидроизоляция; 10 – фильтрационная обсыпка; 11 – фильтрующий слой (гравий или дренажная плита)

Расстояние от наружной стороны фундамента необходимо рассчитывать в каждом конкретном случае индивидуально. Располагаясь выше уровня грунтовых вод, дренажная система образует своеобразный барьер между грунтовыми водами и фундаментом. Влага в этом случае естественным образом может засасываться в трубу. В результате около здания и под ним может образоваться депрессионная воронка – пространство с обезвоженным грунтом. По отношению к полу подвала глубина заложения пристенного дренажа обычно составляет 0,5–1 м. Необходимо проконтролировать, чтобы дренажные трубы были уложены на непромерзающей глубине. В противном случае замерзшая зимой и не оттаявшая весной система приведет к затоплению подвальных частей здания.

Работы начинаются с того, что вдоль фундамента здания выкапывается траншея, дно которой утрамбовывается и выравнивается смесью щебня и гравия. Толщина выравнивающего слоя должна быть не менее 50 мм. На него укладываются дренажные трубы. Укладка труб начинается с места, наиболее удаленного от места предполагаемого отвода, и обычно происходит в двух направлениях. Чтобы сеть не заилилась, скорость течения воды в трубе должна быть не менее 0,2 м/с. Такая скорость обеспечивается соответствующим минимальным уклоном заложения трубы – 0,005 (или 0,5 %) в сторону поглощающего колодца или другого водоприемника.

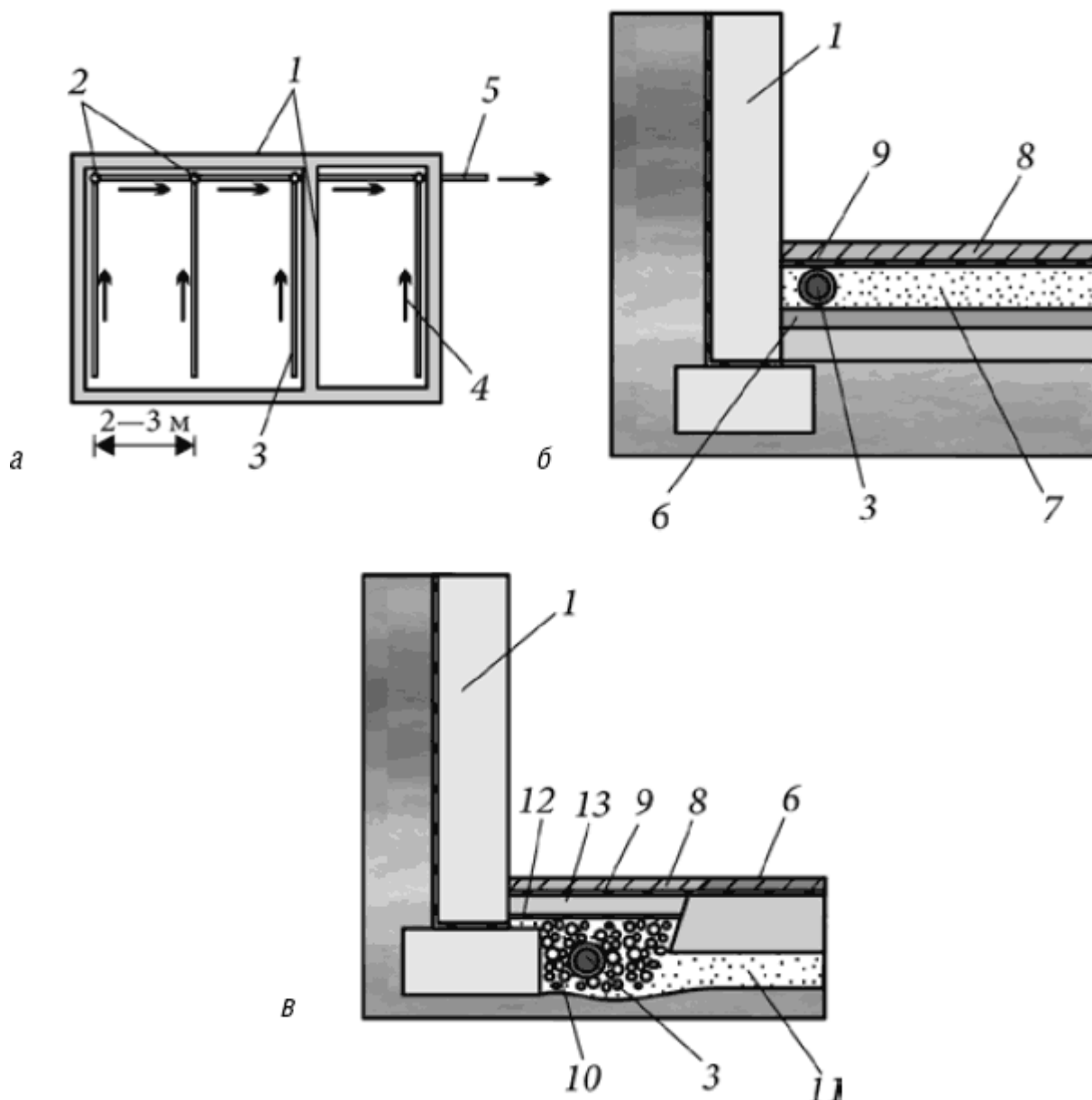
Дренажные трубы засыпают фильтрационной обсыпкой. Это слой щебня фракции от 4 до 32 мм. Правильно выполненная обсыпка обеспечивает свободный приток воды в дренаж, поскольку задерживает принесенные водой мелкие частички грунта, которые могли бы забить отверстия в дренажных трубах. Обсыпку производят послойно. Ближе всего к дрене располагается промытый щебень или гравий с размером зерен не более 16 мм. Сверху стелют

полотно из геотекстиля, отделяющее этот слой от песка с размером частиц 0,5–5 мм. Толщина обсыпок колеблется в среднем от 100 до 300 мм (чем менее водопроницаем окружающий грунт, тем толще засыпка). Сверху укладывают вынутый ранее грунт. Между щебеночной обсыпкой и грунтом, заполняющим котлован, тоже необходимо проложить слой геотекстиля, который будет препятствовать вымыванию мелких частиц грунта. Это полотно также должно защищать поверхность дренажных плит со стороны их примыкания к засыпке котлована.

Пространство между стеной здания и стеной траншеи заполняет фильтрующий слой. Его образуют щебень или специальные дренажные маты. Благодаря фильтрующему слою вода, текущая в направлении стены, будет отводиться к фильтрующей обсыпке и дренажным трубам. Если фильтрующим слоем будет щебень, его закладывают одновременно с фильтрующей обсыпкой. Дренажные маты или геомембрану укладывают на защищенных от влаги стенах фундамента или подвала (или приклеивают к ним).

Дренаж выполняется на основании проекта, в котором определяются диаметр труб, глубина укладки и уклон, а также место отвода воды – в дождевую канализацию, мелиоративный ров, реку или накопительный колодец. На песчаных почвах для отвода воды можно также применить метод распыления, то есть распределить воду по участку. При необходимости осушить подворье траншейный дренаж может быть выполнен и по всему приусадебному участку.

Но бывают случаи, когда нет возможности для устройства наружного дренажа, например, если дом сблокирован или на территории вокруг него нельзя проводить земляные работы. Подвал может быть устроен только под частью дома, или вода появляется лишь в определенных местах. В таких случаях делать кольцевой дренаж вокруг всего дома нет необходимости, и устраивают внутренний дренаж – внутри дома, в самом подвале (рис. 3.4).



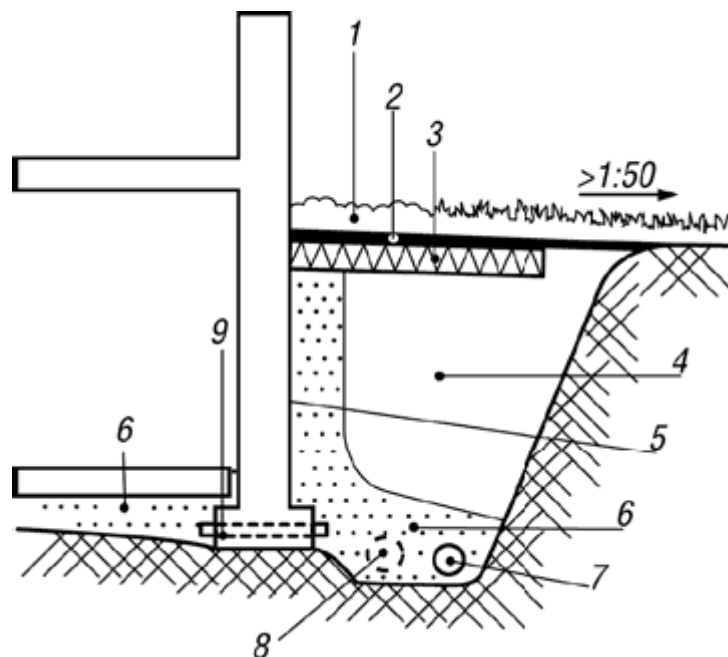
**Рис. 3.4. Внутренний дренаж:**

*а* – общая схема; *б* – в высоком подвале; *в* – в низком подвале; *1* – стена подвала; *2* – смотровые колодцы; *3* – дренажная труба; *4* – направление уклона дренажных труб; *5* – сток к накопительному колодцу; *б* – старый пол; *7* – фильтрационный слой; *8* – новый пол; *9* – гидроизоляция; *10* – щебеночная обсыпка; *11* – песок; *12* – пленка; *13* – бетон

Дренажные трубы укладывают в полу вдоль стен помещения, а в большом помещении – в несколько рядов параллельно более короткой стороне. Если высота подвала позволяет, дренажные трубы кладут на существующий пол, а между ними прокладывают дренирующий слой из щебня или гравия. Затем конструкцию покрывают гидроизоляционным материалом и монтируют новое напольное покрытие. Однако часто подвальные помещения имеют небольшую высоту, и, для того чтобы выполнить дренаж, приходится демонтировать старый пол и укладывать трубы на высоте фундаментных лент. Если ремонт пола проводить не планируется, то его разбирают только на тех участках, где нужно сделать дренаж.

Собранная дренажными трубами вода поступает в расположенный в самом низком месте участка водоприемный накопительный колодец, откуда она может забираться для полива, сбрасываться в общую канаву водоотвода или трубу ливневой канализации, направляться в пруд или реку и т. д. Дренажную сеть с колодцем соединяют с помощью водопроводных труб, диаметр которых должен быть больше, чем у дренажных, чтобы

обеспечить свободный отвод воды из всей дренажной сети. При этом дренаж ни в коем случае не должен быть соединен с трубами, отводящими поверхностные стоки (воду, которая стекает с крыши). Во время ливня дренаж не сможет справиться с большим количеством воды, и она под давлением направится к фундаменту здания. Эту воду нужно отводить независимой системой. Обычно дренажную трубу и канализацию дождевой воды прокладывают параллельно и под тем же углом (5 мм/м) вдоль фундамента здания (рис. 3.5). В фундаментных стенах желательно тоже обеспечить дренажные отверстия с выходом в дренажный слой.



**Рис. 3.5. Полная схема водоотведения от стен фундамента:**

1 – отмостка; 2 – водоупорный слой грунта или полиэтиленовая пленка; 3 – теплоизолятор толщиной 100 мм; 4 – обратная засыпка; 5 – гидроизоляция цоколя; 6 – дренажный слой; 7 – ливневая канализация; 8 – дренажная труба; 9 – отверстие в фундаменте

Любое из принимающих воду устройств должно быть расположено ниже уровня дренажной системы. Если воду, собранную с помощью дренажа, отвести некуда, а в основании есть грунты, хорошо ее фильтрующие, например песок, то можно прибегнуть к распределению воды в поверхностных слоях грунта с помощью так называемых полей орошения. Такой способ основан на отведении воды из дренажа по территории участка на расстояние 20–30 м от дома. Вода проникает в почву по сети труб, закопанных в грунт ниже уровня дрен.

Если же и грунт не пропускает воду, но глубже все-таки залегает водопроницаемый слой, можно устроить специальный поглотительный колодец. К примеру, благодаря такому колодцу можно избавиться от воды сквозь слой глины через глубже пролегающий слой песка. Колодец, как правило, имеет глубину не менее 3 м. Чем менее водопроницаем грунт, тем глубже должен быть колодец и больше объем засыпки. Дно в таком колодце не бетонируется – вместо этого делают послойную засыпку из щебня и песка. В итоге вода уходит через засыпку в нижние грунтовые слои.

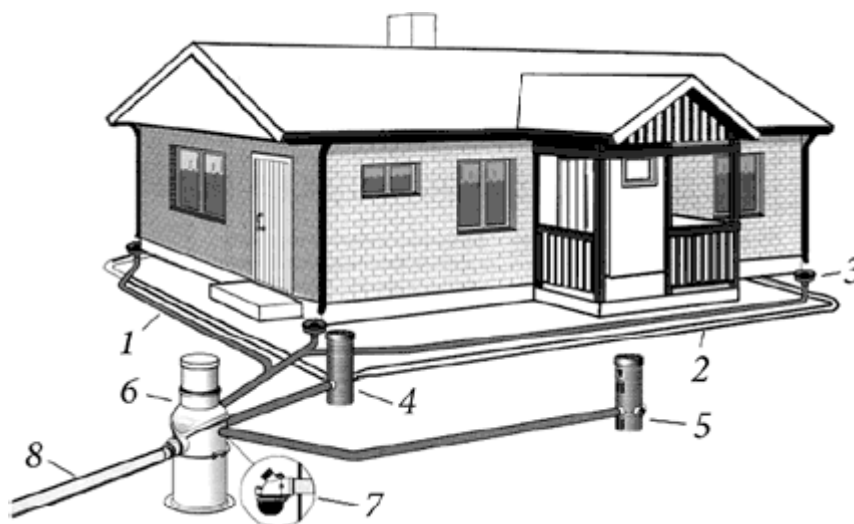
Необходимо убедиться, не будет ли возвращаться вода, отведенная с помощью дренажа. Во избежание такой ситуации следует вмонтировать обратный клапан при входе в приемный колодец. И все равно любой дренаж необходимо контролировать, чтобы не допустить блокировки стока. Многие производители утверждают, что правильно выполненный дренаж нет необходимости чистить чаще чем раз в 10 лет. Но все же лучше его проверять каждые два-три года, очищая колодцы от осевшего песка и промывая дренажные

трубы. Стоит проверять систему весной и осенью, а также дополнительно – после сильных осадков. Особенно опасна ситуация, когда одновременно наблюдается отсутствие воды в одном из смотровых колодцев и высокий ее уровень в другом. Это главный признак непроходимости системы.

### **Системы поверхностного водоотвода**

Для отвода дождевых и паводковых вод, которые также могут негативно воздействовать на находящиеся в земле конструкции домов, используют системы линейного и точечного водосбора, которые образуют систему поверхностного водоотвода.

**Линейный водосбор** – способ сбора и отведения поверхностных вод, основанный на устройстве плоских уклонов поверхности к линии водоотвода (рис. 3.6). Эту линию составляют модульные каналы, при этом она располагается с учетом рельефа участка, плана здания или комплекса зданий. Точечный водосбор широко применяется для сбора ливневых вод, стекающих с кровли по водосточным системам. В этом случае дождеприемник устанавливают непосредственно под водосточной трубой и подсоединяют к ливневой канализации.



**Рис. 3.6. Пример устройства поверхностного водоотвода:**

1 – ливневая канализация; 2 – дренаж; 3 – точечный дождеприемник; 4 – дренажный колодец; 5 – колодец для дождевой воды; 6 – коллекторный колодец; 7 – обратный клапан; 8 – сброс воды в грунт

Поверхностный водоотвод представляет собой комплекс водосборных лотков – каналов, закрытых решетками из чугуна или оцинкованной стали, различных водоприемников и других элементов, собранных в единую систему, которая подключается к общему водосборнику. Долгое время в этих системах применялись бетонные желоба и дождеприемники различного размера, веса и формы с чугунными решетками и без. Они и сейчас выпускаются многими отечественными фирмами и являются самыми дешевыми в ассортименте элементов водоотвода.

Основные трудности при использовании таких изделий в индивидуальном строительстве составляют их большой вес и трудоемкость монтажа. Поэтому сейчас гораздо большей популярностью пользуются изделия из современных материалов: полимербетона и различных пластиков, выпускаемые как отечественными, так и западными производителями. Они существенно легче бетонных, а средний срок службы составляет около 30 лет. Особенности пластиковых каналов является малый вес и большой выбор типоразмеров.

**Отмостка** – это прицокольная конструкция в виде дорожки, имеющая наклон от стены в сторону участка. Ее главная задача – отвод поверхностных стоков и дождевой воды от стен

и фундамента дома. Кроме того, отмостка не дает разрастись газону или растениям вплотную к стенам дома, предотвращая избыточное увлажнение его конструкций и повреждение фундамента корнями деревьев и кустарников.

Устройство отмостки является одним из заключительных видов работ на стройке. Ее делают уже после того, как отделан фасад или хотя бы цоколь здания. Отмостку делают по периметру всей постройки. Уклон должен составлять минимум 1,5–2 %, что составляет 8–10 мм на 50 см ширины отмостки. И хотя такой уклон почти незаметен, он обеспечивает гарантированное отведение воды от пояса фундаментных стен.

Ширина отмостки зависит от типа грунта, но при этом всегда должна быть на 20 см больше, чем карнизный выступ крыши, чтобы стекающая с крыши вода не размывала почву и не застаивалась под домом. Обычно ее делают шириной 70–80 см, но на просадочных грунтах (т. е. таких, которые под воздействием внешней нагрузки и собственного веса при замачивании водой претерпевает вертикальную деформацию – просадку) рекомендуется ширина до 1 м и уклон не менее 5°. При этом, чем круче уклон, тем лучше отводится вода и тем неудобнее становится отмостка в качестве пешеходной дорожки вокруг дома. Уклон обеспечивается либо соответствующим формированием и утрамбовкой земли в траншее, либо планировкой покрытия во время укладки. Но в любом случае для прочности отмостки важно правильно утрамбовать грунт по периметру фундаментных стен. Откладывать трамбовку до начала отделочных работ не стоит, выполните ее сразу же по окончании нулевого цикла.

Сооружение же собственно отмостки вне зависимости от того, из каких материалов она будет выполнена, начинают со снятия поверхностного слоя почвы. Он не только мешает хорошо утрамбовать грунт, но еще и поглощает и удерживает влагу, что разрушительно для подземных частей здания. Выкопав канаву необходимой глубины, нужно удалить остатки корней, чтобы прорастающая трава не разрушила покрытие. Иногда для большего эффекта землю обрабатывают гербицидами, но делать это нужно очень осторожно, чтобы не причинить вреда полезным растениям.

Для устройства отмосток делают канаву меньшей глубины (5–10 см). Дно тщательно трамбуют вручную, а затем на всю ширину канавы застилают двумя слоями гидроизоляционного материала с нахлестом 20–30 см. Это могут быть мембраны из ПЭВП, полиэтиленовая пленка, рубероид и другие негниющие материалы, которые заменят в данном случае толстый слой глины. На гидроизоляцию до заполнения траншеи укладывают песчано-гравийную смесь, а поверх нее – финишное покрытие. Использование современных рулонных материалов вместо слоя глины становится все популярнее при устройстве и других конструкций отмостки.

Сооружая отмостку, следует помнить о зазоре между ней и стеной. Его назначение – защита от повреждения и разрушения гидроизоляции стен подвалов. Если зазора нет, то выполненная из брусчатки или плит отмостка под действием мороза будет оказывать давление на стену, а в результате хождения по ней – оседать и повреждать изоляцию на внешней поверхности фундаментной стены. Чтобы предотвратить это, необходимо оставить компенсационный шов толщиной 1–2 см и заполнить его песком или пенополистиролом. Удовлетворительным решением является укладка между стеной и отмосткой двух слоев рубероида.

Для финишного покрытия отмостки используют разные материалы, чаще всего бетон, асфальт и тротуарную плитку. Однако можно сделать отмостку из дерна, булыжника, гравия, клинкерного кирпича и т. п. Естественно, при использовании любого материала надо учитывать некоторые нюансы и тонкости.

Наиболее дешевый вариант покрытия – **слой щебня** (можно и кирпичного), уложенного с трамбованием. Это идеальное решение при высоком уровне грунтовых вод и в случае, когда вокруг здания выполняется дренаж, поскольку щебень способствует прониканию поверхностных вод. Вместо щебня можно использовать гравий, гальку, керамзит. Однако при неорганизованном водостоке с крыши (то есть когда вода стекает не

по желобам, а непосредственно со всего ската) покрытие придется регулярно подправлять.

Более надежный вариант – залить утрамбованный щебень цементным раствором. По сути, это не что иное, как изготовленный на месте **бетон**. Он позволяет получить монолитную поверхность без щелей. Еще более прочной будет отмостка из **монолитной бетонной плиты** толщиной 6–8 см.

Более трудоемкий, но очень красивый и органичный вариант – **отмостка из дерна**. Для ее создания слой земли по периметру вынимают на глубину до 5 см, утрамбовывают почву основания и устраивают дренаж из крупного песка. Затем насыпают слой мятой глины, который тоже тщательно утрамбовывают, формируя уклон для стока воды. После этого укладывают слой плодородной почвы и дерн, желательно луговой. Такую отмостку первое время необходимо поливать и регулярно подстригать. Через несколько недель под стенами дома образуется газонная полоса с упругой дерниной, которую трудно вытоптать или размыть. Такое покрытие выглядит интереснее, чем бетонное или асфальтобетонное. Но при этом следует особо тщательно выполнить гидроизоляцию между слоем дерна и стеной.

**Каменная брусчатка** является натуральным материалом и по сравнению с бетонной не имеет такого разнообразия форм. Обычно это куб или параллелепипед из серого, красного или желтого гранита, а также из базальта черного цвета. Разумеется, стоит она гораздо дороже бетонных аналогов. Брусчатку укладывают так же, как и тротуарные плиты, – на подготовленный слой из песка и щебня. Аналогичным образом заполняют швы и утрамбовывают.

## Защита фасадов

Красивый и аккуратный фасад дома во многом формирует впечатление обо всей усадьбе. Однако большинство материалов, из которых традиционно строят стены, имеют существенный недостаток – избыточное водопоглощение. Вездесущая атмосферная влага постоянно впитывается в стеновой материал. В холодное время года она замерзает и кристаллы льда, расширяясь, приводят к появлению трещин. Весной же, оттаивая, вода способствует образованию грибков и плесени.

Помимо внешнего вида она влияет и на прочность конструкций, и на микроклимат в помещении. Например, когда влажность кирпичной стены достигает 20–30 %, коэффициент ее теплопередачи удваивается, что вызывает повышенные энергозатраты. При резких сезонных перепадах температур стены то охлаждаются, то перегреваются, что не может не сказаться на их прочностных характеристиках. К тому же при этом появляется конденсат. Залогом долголетия наружных стен является надежная и качественная защита от влаги и температурных колебаний.

Чтобы повысить эффективность отмостки, по ее наружному периметру устраивают открытую бетонированную дренажную канаву глубиной 10–15 см, которая будет направлять стекающую с отмостки воду к накопительному колодцу.

Для защиты фасадов зданий на рынке представлено великое множество современных отделочных материалов. Это прежде всего окрасочные составы и водоотталкивающие антиплесневые растворы. При этом вид защищаемой поверхности играет определяющую роль.

Минеральным поверхностям свойственно при понижении температуры набирать влагу, а при повышении – отдавать ее в виде пара. Поэтому фасадные краски для таких поверхностей должны иметь структуру, не пропускающую воду в конденсированной фазе, но выпускающую ее в газовой (парообразной), иначе пар оторвет пленку краски. Краски, не дающие фасаду здания «дышать», будут провоцировать накопление влаги внутри, что приведет к разрушению самого минерального основания. Часто старые кирпичные сооружения, оштукатуренные плотными цементными штукатурками и покрытые слабодышащими красками, превращаются под штукатуркой в рыхлую массу.

Для бетонных поверхностей приемлемы не все водные краски, так как они «вытягивают» щелочь на поверхность, снижая ее содержание в верхних слоях основания. Это способствует разрушению металлической арматуры, а также может привести к ускоренному выцветанию самого покрытия.

Для деревянных поверхностей самыми важными являются показатели эластичности и водостойкости краски. Поэтому раньше дерево красили масляными красками на натуральной олифе.

Сейчас такие краски практически не выпускают из-за высокой стоимости. Но их с большим успехом можно заменить водными эмалями и лаками, которые к тому же негорючи.

Для красок по металлу важно не пропускать воду к металлическому основанию, сохранять долгое время высокую эластичность и не провоцировать коррозию.

### **Изоляция проемов**

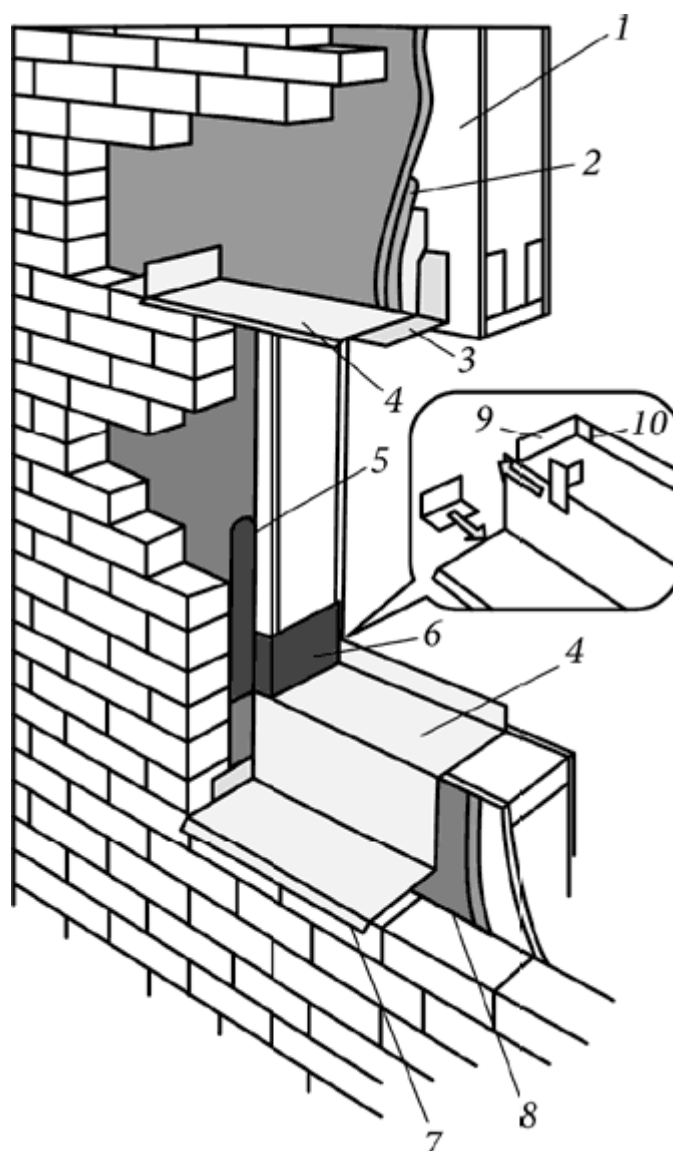
Кроме собственно стен, в тщательной гидроизоляции нуждаются зоны вокруг оконных и дверных проемов. Особенно важно качественно изолировать проем в каркасных конструкциях, потому что это наиболее вероятное место проникновения воды к каркасу. Для гидроизоляции используются металлические фартуки (отливы) и различные гидроизоляционные прокладки из материалов, содержащих битум и стекловолокно.

Все слои изоляции должны перекрывать друг друга, чтобы отвести воду от внутренней конструкции. Вначале лист гидроизоляции прикрепляют к подоконнику и загибают его полосой шириной 150 мм вниз с припуском 150 мм по ее краям с каждой стороны. Нижний край полосы не закрепляют – он козырьком перекрывает гидроизоляцию стены. Затем, прикрепив гидроизоляцию к боковым сторонам проема, ее загибают на 150 мм над обшивкой, как и на подоконнике стены, с напуском сверху и снизу по 150 мм. Аналогично выполняют и изоляцию верхней части проема. Наружные края не закрепляют, позже ее укладывают поверх общей гидроизоляции стены.

В районах, для которых характерны обильные осадки с сильным ветром, гидроизоляцию можно усилить. Полосу гидроизоляции шириной 150 мм закрепляют под проемом на стене с выпуском ее по краям на 150 мм.

Следующий лист закрепляют в проеме так, чтобы он выступал наружу на 150 мм за каркас нижней части проема. Для возможности отгиба лист прорезают и выступающие полосы гидроизоляции загибают. Аналогичным способом изолируют верхнюю часть проема.

Отливы могут быть в различном исполнении. Но у всех у них обязательно должна быть отогнута задняя стенка и сформирован слезник, чтобы вода не стекала по обратной стороне отлива назад в полость стены (рис. 3.7). Чтобы вода не проникала за пределы концов фартуков и далее вниз – в пространство между оконным блоком и примыкающими стойками каркаса, отливам придают форму корыта. Делают это с помощью концевых накладок, тщательно герметизируя места их соединений с основными профилями.



**Рис. 3.7. Конструктивная гидроизоляция оконных и дверных блоков:**

1 – деревянная обшивка; 2 – прокладка из рубероида (приклеена герметиком к металлическому отливу); 3 – перемычка (металлический профиль); 4 – металлический фартук (отлив); 5 – полоска гидроизоляции (крепится к обшивке и к вертикальной обвязке коробки, не позволяет воде из дренажной полости просачиваться в оконный проем); 6 – угловая накладка; 7 – слезник; 8 – два слоя рубероида; 9 – концевая накладка; 10 – изогнутая полоса

Вертикальная задняя стенка отлива должна быть прибита к обшивке по крайней мере на 10 см выше его горизонтальной полки, иначе влага может проникнуть в конструкцию стены через отверстия для гвоздей или саморезов. Поэтому места примыканий отливов к проемам целесообразно закрывать накладками из композиционных гидроизоляционных материалов.

Если снаружи окна был установлен деревянный карниз-подоконник, он под действием влаги и ветров мог прогнить. Если у него нет слезника или он слишком мелкий, скапливающаяся на нижней стороне карниза вода не будет стекать. Она проникнет в древесину и начнет свое разрушительное действие. Разрушение будет еще большим, если защитное покрытие с нижней стороны повреждено вследствие разбухания дерева. Повреждение обнаруживают, как правило, лишь после отслоения защитного покрытия с верхней стороны карниза, когда простой ремонт вряд ли уже поможет. В этом случае подоконник надо полностью заменить новым или по меньшей мере залатать поврежденные

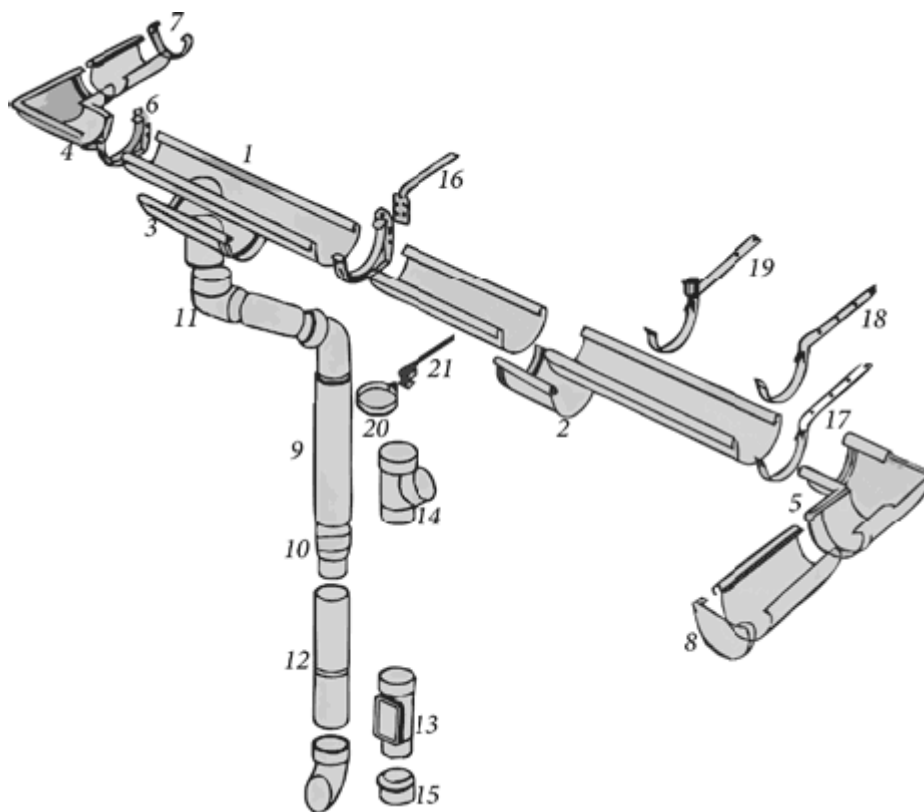
места, чтобы процесс разрушения не распространился на оконную коробку и раму.

Такой карниз обычно склеен с оконной коробкой, поэтому полностью его удалить и заменить, как правило, невозможно. В этом случае достаточно с помощью ножовки по дереву и стамески вырезать только поврежденные места; затем необходимо зачистить поверхности. Вырезанные фрагменты заменяют вставками соответствующей формы из того же материала (как правило, это сосна). Каждая из них должна строго соответствовать как по ширине, так и по длине ремонтируемым участкам. Вставки крепят на водостойком клее и нержавеющих шурупах. Клей лучше использовать двухкомпонентный, например эпоксидный. Он быстро твердеет, поэтому надо заранее точно подогнать вставки, просверлить и раззенковать отверстия под шурупы. Прежде чем покрыть лаком отремонтированный карниз, необходимо заделать шпатлевочной массой лунки поверх шурупов.

Под действием влаги и отрицательных температур постепенно разрушается не только дерево. Каменные и бетонные карнизы тоже растрескиваются. Здесь поможет только радикальное вмешательство, например замена разрушенного слоя бетона клинкерными плитками. Если карниз расположен намного ниже оконной рамы, его верхний поврежденный слой следует удалить на такую глубину, чтобы вместо него можно было уложить новые клинкерные плитки. Очень тонкие плитки, не достающие до оконной рамы, можно укладывать непосредственно на карниз, предварительно устранив его повреждения. Иногда же, чтобы уложить слой раствора как основу, карниз приходится полностью удалять. Плитки кладут на специальный морозостойкий раствор, тщательно подправляя их резиновым молотком. При этом необходимо, чтобы между нижней кромкой оконной рамы и верхней кромкой края карниза был небольшой уклон, обеспечивающий сток воды. Расшивку швов между плитками производят также морозостойким раствором. Зазор между плитками и рамой заделывают эластичной уплотнительной массой, например битумно-каучуковой мастикой.

## **Водостоки**

Для отвода воды с крыши самым популярным решением являются желоба и водосточные трубы (рис. 3.8). Такая система позволяет отвести потоки падающей воды на отмокку с минимальным ущербом для стен и фундамента дома. До последнего времени наиболее распространенными в строительстве были водостоки из жести или оцинкованной стали. Но эти материалы имеют ряд недостатков. Так, железо подвержено коррозии, цинковое же покрытие, особенно при большом количестве кислотных дождей, через два-три года окисляется, и время жизни такого водостока составит в лучшем случае 7–10 лет. Сталь имеет малое тепловое расширение, поэтому зимой из-за образования льда труба может лопнуть либо треснуть по швам. Жесть же достаточно мягкий материал, и от различных механических ударов в ней образуются вмятины.



**Рис. 3.8. Конструкция водосточной системы:**

1 – кровельная водосточная труба; 2 – трубомуфта; 3 – спусковая воронка; 4 – внешний наугольник; 5 – внутренний наугольник; 6 – хватка водосточной трубы; 7 – левое доннышко трубы; 8 – правое доннышко трубы; 9 – спусковая труба; 10 – хватка спусковой трубы; 11 – колено; 12 – держатель; 13 – очиститель; 14 – тройник; 15 – редукция; 16 – укрепляющая рейка (прямая или скрученная); 17 – крюк прямой; 18 – крюк скрученный; 19 – крюк регулируемый; 20 – стальной держатель разделенный; 21 – крюк держателя

Таким образом, трубы из листовой стали толщиной 0,2–0,5 мм или оцинкованного кровельного железа (0,44–0,82 мм) в скором времени начинают протекать и теряют внешнюю привлекательность. В результате их приходится постоянно ремонтировать и красить. Кроме того, металлические изделия в последние годы становятся все дороже. В связи с этим традиционные водосточные системы постепенно вытесняются пластиковыми, в основном из ПВХ. Они устойчивы к коррозии, атмосферным и химическим воздействиям, лучше справляются с попадающим в трубу мусором, легче в транспортировке и монтаже. Пластик прочен и гибок, не боится ударов и выдерживает большие нагрузки. При производстве водостоков из ПВХ окрашивается не только поверхность детали, но и вся масса пластика, поэтому цвета устойчивы к ультрафиолетовому излучению и не выгорают со временем. Недостаток пластика – линейное расширение под действием высоких температур. Поэтому специалисты не рекомендуют использовать пластиковые водостоки в регионах с большими перепадами температуры.

В последнее время все большую популярность в мире приобретают металлические водостоки с пластиковым покрытием. Правда, за счет высокой цены у нас они пока менее распространены, чем изделия из ПВХ. Современные конструкции изготовлены из прочной листовой оцинкованной стали толщиной 0,6 мм и покрыты с внутренней и наружной стороны защитным слоем пластика (как правило, пластизола или пурала). Такое покрытие защищает металл от коррозии, ультрафиолета и механических повреждений и намного продлевает срок эксплуатации системы. Толщина пластикового слоя – от 50 до 200 мкм. Под воздействием воды и ветра в год «смывается» порядка 1 мкм покрытия, так что его хватает на долгие годы. Подобные системы не деформируются от морозов и выдерживают большие

нагрузки. Впрочем, от механических повреждений их все-таки следует оберегать.

### **Гидроизоляция кровельных покрытий**

Практически ни одно кровельное покрытие на скатной крыше не является полностью герметичным и в одиночку не способно обеспечить полного отсутствия влаги под кровлей и комфортного микроклимата в помещении зимой и летом. Чтобы вода, которая может проникнуть под покрытие, не намочила конструкцию крыши и нижележащие элементы здания, необходимо уложить дополнительную гидро- и пароизоляцию. Для этого можно использовать как традиционный способ изоляции крыши – жесткий настил из водостойкой фанеры или плит OSB, соединенных на паз – гребень, покрытый рубероидом, так и современный – подкровельную пленку.

Сплошной настил необходим, если планируется укладывать на крыше рубероид и битумную черепицу. Эти покрытия слишком мягкие, для того чтобы их можно было крепить непосредственно на деревянную обрешетку. Гонт и рубероид прибивают к настилу оцинкованными гвоздями. Для покрытия из плоского кровельного листа также необходим сплошной настил со слоем гидроизоляции. Его выполняют и под любое другое покрытие, которое будет укладываться на крыше с небольшим уклоном – от 10 до 20°.

Жесткий настил с рубероидом может долго лежать на крыше без покрытия и удобен для дальнейших работ по укладке покрытия, поскольку по нему легче передвигаться, чем по реечному каркасу. Вместе с тем он повышает стоимость крыши, требует трудоемкого монтажа и, следовательно, увеличивает общее время устройства крыши.

Кровельные пленки дешевле сплошного настила даже при использовании дорогой пленки с высокой паропроницаемостью. Кроме того, дощатый настил вместе с рубероидом весит 15–23 кг/м<sup>2</sup>, а вес кровельной пленки обычно не превышает 0,09–0,2 кг/м<sup>2</sup>. Однако большинство пленок чувствительны к ультрафиолетовому излучению, поэтому их можно оставить без финишного покрытия максимум на месяц, и только некоторые – на 3–4 месяца.

Подкровельная пленка устроена таким образом, что вода стекает по ней, не просачиваясь, и при этом может обеспечиваться разная степень паропроницаемости, что позволяет пару уходить через пленку в верхний вентилируемый зазор. У пленок с низкой паропроницаемостью этот показатель не превышает 700 г · сут/м<sup>2</sup> (то есть за сутки через 1 м<sup>2</sup> пленки проходит не более 700 г водяного пара). Такую пленку нельзя укладывать непосредственно на утеплитель или деревянный настил, поскольку они могут отсыреть. У пленок с высокой паропроницаемостью этот показатель гораздо выше. Выведение пара достигается за счет перфорации в виде микроотверстий в форме воронки, обращенной широкой стороной внутрь помещения. Благодаря этому пленка не пропускает воду, но не препятствует прохождению водяного пара. Такие пленки, свойства которых в разных направлениях различны, часто называют мембранами. Наряду с классическими подкровельными пленками на рынке присутствуют диффузионные и супердиффузионные мембраны, паропроницаемость которых достигает 3000 г · сут/м<sup>2</sup>. Выпускаются и паронепроницаемые пленки с показателем паропроницаемости близким к нулю. Их используют для того, чтобы водяной пар, образующийся в результате жизнедеятельности обитателей дома, не увлажнял изнутри утеплитель (такие пленки используют также в каркасных конструкциях стен).

При выборе типа гидроизоляции необходимо в первую очередь руководствоваться требуемыми значениями показателей паропроницаемости и прочности. Так, если у пароизоляции сопротивление паропроницанию окажется меньшим, чем у гидроизоляции, то при отсутствии достаточного воздухообмена над слоем утеплителя в холодный период года в нем неизбежно будет образовываться и накапливаться конденсат.

То же самое происходит в результате некачественной – с большим провисом – установки гидроизоляционной пленки. Это, кстати, наиболее распространенная ошибка. При использовании пленок необходимо строго соблюдать величину зазора между

гидроизоляцией и теплоизоляцией. И эта величина может быть разной у разных видов гидроизоляционной пленки.

В целом, наиболее целесообразным является использование подкровельных пленок на крышах со средним и выше среднего углом наклона. Они не рекомендуются для плоских крыш и крыш с углом наклона 10–20°. В этом случае безопаснее выполнить традиционный дощатый настил, покрытый рубероидом. Следует также учитывать, что пленки укладываются в основном под жесткие кровельные покрытия: черепицу, кровельные листы, металлочерепицу, профнастил.

### *Монтаж кровельной гидроизоляции*

Все типы гидроизоляционных пленок и мембран раскатываются горизонтально от карниза к коньку с нахлестом. Места нахлеста обозначаются на пленке специальной полосой, а его размер зависит от уклона крыши. При уклонах до 21 % горизонтальный нахлест должен быть не менее 20 см, при 22–30 % – 15 см, а при уклоне свыше 31 % допускается нахлест 10 см. Крепятся пленки с помощью строительного степлера или оцинкованными гвоздями с широкой шляпкой, места нахлеста изолируются специальной клейкой лентой. При этом рекомендуется раскатать пленки таким образом, чтобы места нахлестов приходились на деревянные конструкции (стропила, рейки контробрешетки, дистанционные бруски). В ендовах (внутренний угол в месте стыковки двух скатов) и на наклонных коньках вальмовых и шатровых крыш пленка сначала укладывается вдоль оси конька или ендовы. Если обрешетка была пропитана антисептическим составом, то перед монтажом пленки нужно убедиться, что пропитка высохла.

Гидроизоляционный слой должен выступать за линию стен у карниза крыши и у свеса крыши над фронтоном не менее чем на 200 мм, по торцам крыши гидроизоляционные пленки должны выходить на торцевые доски. При этом у карниза гидроизоляция выводится по стропилу и прикрепляется клейкой лентой. В этом случае по количеству стекающей с пленки воды удастся быстро распознать повреждения кровли.

Перфорированная пленка обязательно должна укладываться таким образом, чтобы перфорация была ориентирована наружу. Иначе она начнет пропускать влагу внутрь крыши и не выпускать пар изнутри, что будет означать действие, прямо противоположное ее предназначению. Надписи на пленке всегда указывают ее лицевую (наружную) сторону.

Пленки укладывают с провисом между стропилами около 20 мм. Провис требуется для исключения натяжения пленки и ее обрыва в результате уменьшения размеров пленки от холода, а также некоторой «игры» стропильной системы. При этом желательно, чтобы расстояние между стропилами было не более 1,2 м.

Антиконденсатная пленка устанавливается в сухую погоду после монтажа стропильной системы крыши и укладки утеплителя. Ее раскладывают на стропилах от карниза к коньку крыши внахлест горизонтальными полосами впитывающей поверхностью вниз и закрепляют скобами строительного степлера или оцинкованными гвоздями с широкой шляпкой. При этом нижняя поверхность не должна касаться утеплителя. Чтобы обеспечивалось проветривание, расстояние между пленкой и утеплителем должно быть 40–60 мм. Нижняя кромка пленки должна обеспечивать удаление стекающей влаги в водоотводный желоб.

Сверху пленочного покрытия крепят бруски контробрешетки сечением 40 × 25 мм с интервалом между ними 100–150 мм. Их прибивают вдоль стропил оцинкованными гвоздями. Поверх монтируется обрешетка под кровельное покрытие.

Применение той или иной схемы гидроизоляции часто обусловлено типом используемого кровельного покрытия. Так, для кровли из **натуральной черепицы, шифера или композитной металлочерепицы с внутренним акриловым покрытием** в качестве гидроизоляции рекомендуется диффузионная и супердиффузионная мембрана. В этом случае делается только верхний вентиляционный зазор. Вполне возможно и применение гидроизоляционных пленок из полиэтилена или полипропилена. В этом случае устраиваются

два вентиляционных зазора – верхний и нижний. Методика работ не отличается от вышеописанной: по стропилам кладется гидроизоляция, сверху укладывается контробрешетка, затем обрешетка, к которой крепят покрытие. При устройстве кровли из **мягкой (битумной) черепицы** поверх обрешетки крепят сплошной настил и уже поверх него – черепицу. Изнутри монтируют утеплитель и затем – пароизоляцию.

**Еврошифер** имеет высокую теплопроводность, при суточном перепаде температур на нижней его поверхности появляется конденсат. Поэтому в качестве защиты кровли из еврошифера применяются антиконденсатные и другие гидроизоляционные пленки, уложенные с двумя вентиляционными зазорами. Применять диффузионные мембраны в этом случае не рекомендуется.

В качестве гидроизоляции **кровли из металлочерепицы без внутреннего покрытия акрилом** рекомендуется антиконденсатная пленка, так как металл имеет высокую теплопроводность и при суточном перепаде температур на нижней поверхности металлического покрытия появляется конденсат. Возможно применение гидроизоляционных пленок. Нельзя применять диффузионные мембраны, кроме специальных объемных разделительных диффузионных мембран. Для устранения влаги между металлочерепицей и гидроизоляцией с помощью обрешетки создают верхний вентиляционный зазор высотой около 40 мм. Между теплоизоляцией и гидроизоляцией выполняется нижний вентиляционный зазор.

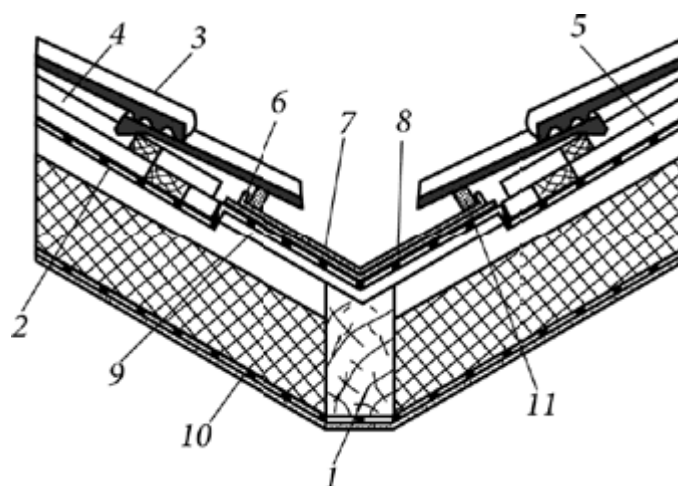
Для **металлической фальцевой кровли** рекомендуется применение антиконденсатной и паронепроницаемой пленки с двумя вентиляционными зазорами. Также возможно применение гидроизоляционных пленок (как перфорированных, так и неперфорированных) из полиэтилена или полипропилена и пароизоляционных пленок с двумя вентиляционными зазорами. Нельзя применять диффузионные мембраны, кроме специальных объемных разделительных мембран для металлических фальцевых кровель.

### ***Гидроизоляция сложных участков крыши***

Особенно тщательно необходимо изолировать места пересечения с проникающими элементами конструкции: печными и каминными трубами, вентиляционными коробами, стойками антенн и т. д. Гидроизоляция накладывается на эти элементы на 50–100 мм выше кровельного покрытия. В месте пересечения в пленке делается надрез в виде трапеции. Верхний и нижний клапаны отводятся и закрепляются на проникающей детали или на ближайшем горизонтальном элементе обрешетки с помощью скотча или самоклеящейся двухсторонней ленты. Боковые клапаны отводятся вверх и закрепляются на проникающем элементе похожим способом. Для лучшей изоляции желательно уложить сверху дополнительный слой пленки вокруг этих элементов.

Кроме того, можно использовать профилированные металлические фартуки, выполненные непосредственно на месте (из оцинкованной стали с полимерным покрытием, меди, легированного титаном цинка), или готовые доборные элементы. Примыкание трубы дымохода к скату крыши, как правило, уплотняется фартуком из оцинкованной кровельной стали, накладка вокруг фартука закрывает щель между ним и стеной. Она необходима, если элементы фартука не заведены в стену трубы, а только прилегают к ним. Элементы фартука – нижний, верхний и два боковых – выполняют из кровельного металлического листа шириной около 40 см.

В месте соединения с мансардным окном мембрану накладывают на оконный короб на ширину 5 см и крепят. Соединение заклеивают. Обычно производитель окон предусматривает в комплектации уплотнители и дает инструкции к монтажу.



**Рис. 3.9. Гидроизоляция ендовы:**

1 – стропило; 2 – гидроизоляционная пленка; 3 – кровельное покрытие; 4 – обрешетка; 5 – контробрешетка; 6 – скоба крепления желоба; 7 – желоб; 8 – супердиффузионная мембрана; 9 – сплошной настил; 10 – пароизоляция; 11 – поролоновая полоса

В ендовах (рис. 3.9) для обеспечения дополнительной надежности рекомендуется укладывать материал с нахлестом 300 мм и обеспечивать накладку над основным слоем из супердиффузионной мембраны шириной 300–500 мм по всей длине ендовы.

### **Особенности гидроизоляции в многоквартирном доме**

Жители многоквартирных домов, как правило, непосредственно не сталкиваются с проблемами отсыревшего фундамента или протекающей крыши. То есть фундаменты, бывает, затапливает, а крыши, бывает, текут, и даже сильно. Но ремонт подобных повреждений занимаются (по крайней мере – должны заниматься) коммунальные службы или специально приглашенные ремонтные бригады. Поэтому здесь мы рассмотрим проблемы гидроизоляции, которые могут возникнуть внутри самой квартиры, а именно в кухне, туалете и ванной. Конечно, и в гостиной может, к примеру, лопнуть аквариум, но такое бывает довольно редко. Зато ванная, туалет и кухня – это не только элитная сантехника, гидромассажные кабины, джакузи и мраморная мойка с измельчителем. Это еще и постоянный источник влаги в доме, разрушительное действие которой может длиться годами, а может проявиться самым банальным образом в виде затопления соседей. Например, большинство хозяев при проведении ремонта уровень пола в санузлах и жилых помещениях делают одинаковым. По их мнению, в этом случае более эстетично выглядят границы помещений и линии стыка разных напольных покрытий, к тому же не приходится спотыкаться о порожки в местах перепада высот. При этом о последствиях даже сравнительно небольших протечек мало кто задумывается. Вместе с тем согласно СНиП уровень пола в туалетных и ваннных комнатах должен быть на 15–20 мм ниже уровня пола в смежных помещениях либо помещения должны быть разделены порогом. Тогда в аварийной ситуации вода не потечет сразу в коридоры и комнаты, а будет постепенно наполнять эту своеобразную чашу, и останется время, чтобы перекрыть стояк. При этом правильно выполненная гидроизоляция пола не даст скопившейся воде проникнуть к соседям, живущим этажом ниже.

Где делать гидроизоляцию? Необходимо герметизировать все места, наиболее подверженные увлажнению, а также поверхности, на которые попадает вода. Называются они мокрыми зонами. Это прежде всего пол и стены вблизи душевой кабины и ванны. Остальные поверхности – это так называемые влажные зоны. Но если в процессе

эксплуатации какое-то место во влажной зоне (например, стена вокруг умывальника) будет постоянно контактировать с водой, там также нужно уложить слой гидроизоляционного материала. Может оказаться, что проще и легче уложить изоляцию во всей ванной, чем на отдельных участках, поэтому ее часто укладывают до самого потолка.

Чаще всего санузлы отделывают керамической плиткой, полагая, что это и есть гидроизоляция. Однако плитка не обеспечивает стопроцентной защиты от воды. Даже если она сама по себе водонепроницаемая, влага может проникать в конструкции стен и пола сквозь швы между плитками, а также через всякого рода щели вокруг труб, ванны или душевого поддона. Ежедневное пользование ванной приводит к тому, что ее пол часто залит водой, а на стенах конденсируется пар. То же можно сказать о туалете или кухне. Если разлитая вода просочится к более глубоким слоям конструкции пола, она не только разрушит напольное покрытие, но может повредить и основание. Конденсирующийся на стене водяной пар может вызвать появление плесени и грибков. Если влага просочится сквозь всю толщину стены, плесень и грибки появятся даже в соседних помещениях. Поэтому, чтобы защитить конструкции перекрытий и стен от влаги, необходима дополнительная гидроизоляция.

### **Гидроизоляция рулонными и пленочными материалами**

При использовании рубероида и его производных на основе стекловолокна или полиэстера гидроизоляцию выполняют из двух или трех их слоев. Рулонное полотно приклеивают к выровненному, очищенному от пыли и сухому основанию. Чтобы изоляция образовывала сплошной слой, листы рубероида укладывают с нахлестом не менее 10 см, а затем наплавливают, разогревая строительной газовой горелкой, или приклеивают битумной мастикой. Еще проще работать с самоклеящимися материалами. Достаточно снять антиадгезионную пленку с обратной стороны рулона, уложить его на подготовленную поверхность и прокатать валиком.

Для гидроизоляции влажных помещений используют и плоские полимерные мембраны из полиэтилена высокой плотности или поливинилхлорида. Герметичный шов получают, сваривая края пленки или склеивая их липкой лентой. Пленка может иметь дополнительные слои, например теплоотражающий, и только такую пленку используют для полов с подогревом. Главная особенность работы такого пола – повышенная температура. Большие, чем обычно, температурные колебания могут разрушить неправильно подобранный слой гидроизоляции.

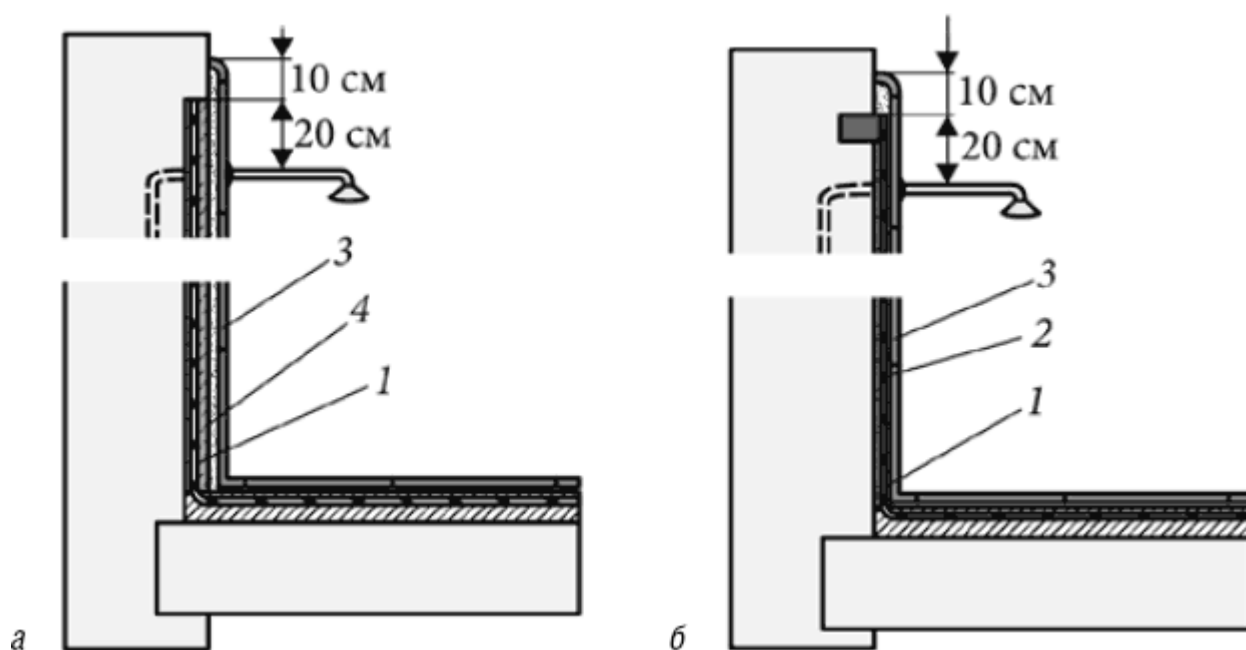
Чтобы обеспечить лучшее сцепление полотен с основанием, последнее предварительно покрывают праймером. Обычно это растворы битума на специальных органических растворителях, которые обладают большей проникающей способностью, чем битум. Действовать следует аккуратно, так как раствор пожароопасен.

Рулонные и пленочные материалы для гидроизоляции пола следует заводить на стену на высоту как минимум 15 см и хотя бы на 5 см над верхним краем плинтуса. Если изоляция будет заканчиваться ниже верхнего края плинтуса, то вода сможет просачиваться, минуя изоляцию, и стены будут намокать, а следовательно, и перекрытие тоже. В зоне дверного проема гидроизоляцию также заводят как можно дальше за порог и заворачивают край вверх.

Трубы канализации и подачи холодной воды нужно жестко прикрепить к перекрытию и обернуть изоляцией, формируя ворот. Трубы подачи горячей воды пропускают через гильзу большего диаметра, прикрепленную к перекрытию. Обернутая вокруг гильзы изоляция создает ворот, защищающий более глубокие слои конструкции пола от проникновения воды с поверхности.

Если в конструкции пола есть сливной трап, то пол с гидроизоляцией должен иметь уклон 1–2 % в сторону трапа, чтобы к нему свободно стекала вода. Трап должен иметь широкий ворот, на край которого накладывают изоляцию. Благодаря этому вода, стекающая по поверхности изоляции, будет попадать прямо в слив.

Между гидроизоляционными слоями пола и стен не должно быть щелей и разрывов. Гидроизоляцию стены с гидроизоляцией основания следует соединить с нахлестом не менее 10 см. Если гидроизоляция стен будет выполнена из рубероида или пленки, необходимо предотвратить сдвиг плиточной облицовки по слою гидроизоляции или вместе с ним. Для этого гидроизоляционный слой нужно прочно прикрепить к основанию. Существует два способа крепления гидроизоляционного слоя – в нише и на поверхности. В первом случае в стенах мокрых зон формируют ниши, в них приклеивают или прибивают колышками с резиновыми головками рубероид или пленку, заведенные на стену с пола. Затем гидроизоляцию прижимают кирпичами (рис. 3.10, *а*). Такой метод крепления защищает покрытие пола от сдвигов и создает основу для плитки. Если нет места для кирпича, то изоляцию заводят на стену, крепят к ней и накладывают сверху стальную сетку. На сетку наносят цементный раствор, а к нему приклеивают плитку (рис. 3.10, *б*).



**Рис. 3.10. Изоляция стены рубероидом или пленкой:**

*а* – в нише; *б* – на поверхности; 1 – гидроизоляция; 2 – цементный раствор по сетке; 3 – керамическая плитка; 4 – кирпичная стенка

Крепить рулонные и пленочные материалы к стенам помещения весьма неудобно и довольно сложно, поэтому их используют главным образом для гидроизоляции пола. Но главная сложность состоит в том, что на такую гидроизоляцию нельзя сразу укладывать керамическую плитку, мозаику, линолеум и другие отделочные материалы. Сначала нужно обязательно сделать цементно-песчаную стяжку. Причем цементный раствор не образует хорошего сцепления с поверхностью битума или полимерной пленки, а просто лежит на слое гидроизоляции. По СНиП толщина плавающей стяжки должна быть не менее 4 см, иначе цементная плита не будет иметь требуемых прочностных характеристик и не выдержит массы ванны, стиральной машины, унитаза и т. д., создающих значительные нагрузки. С учетом времени на отверждение стяжки и набор ею нужной прочности к укладке керамической плитки или другого финишного покрытия можно будет приступить не ранее чем еще через месяц.

### **Гидроизоляция обмазочными материалами**

С обмазочной гидроизоляцией легче и быстрее работать, чем с рулонными материалами, особенно в ограниченных пространствах типовых ванных комнат и санузлов.

Промышленностью выпускаются одно- и двухкомпонентные обмазочные и штукатурные составы. Удобным в применении материалом являются жидкие битумно-латексные мастики. После грунтовки и двукратного нанесения мастики на поверхность пола и стен образуется сплошная однородная изоляционная пленка, на которую укладывают финишное декоративное покрытие. Мастики образуют лучшее сцепление с основанием, чем рулонный материал, устойчивы к внешним воздействиям. Однако цементный плиточный клей не образует надежного сцепления с битумом, поэтому при последующей кладке плитки тоже потребуется устройство стяжки.

Полимерные мастики похожи на краски, и на поверхность их наносят кистью или валиком. После нанесения на поверхность и испарения содержащейся в них воды они превращаются в тонкую эластичную пленку, которая сохраняет гидроизолирующие свойства при температурно-вибрационных нагрузках и появлении небольших трещин. Мастики образуют самый тонкий гидроизолирующий слой (0,5–1 мм) и предназначены для стен и полов душевых, ванных, санузлов, кухонь. Но повредить такой тонкий слой очень просто, и даже ходьба по недостаточно выровненной поверхности, где мастика на выступающих частях лежит слишком тонким слоем, может привести к нарушению целостности гидроизоляции.

Пожалуй, наиболее приемлемыми материалами для гидроизоляционных работ в квартире являются водонепроницаемые массы на основе цемента, модифицированного синтетической смолой с минеральными заполнителями. Цементный раствор или плиточный клей будут удерживаться на цементно-полимерной массе гораздо лучше, чем на рубероиде или пленке. Общая толщина пола получится меньше, поскольку не имеет дополнительной цементной стяжки, защищающей рулонную гидроизоляцию. А заодно таким составом можно выровнять небольшие неровности поверхности, например, если наносить его на качественно выполненную неоштукатуренную стену из ячеистого бетона, силикатного кирпича или на штукатурку без затирки.

Два компонента цементно-полимерного состава необходимо смешать с помощью строительного миксера или насадки к электродрели до получения однородной массы сметанообразной консистенции без комков. Важно смешивать раствор в чистой таре в указанных производителем пропорциях, строго соблюдая последовательность работ, а именно: сухой порошок засыпать в жидкость, перемешать, оставить на несколько минут, снова перемешать и лишь после этого приступать к работе. Двухкомпонентный состав после размешивания должен быть использован в течение 2 ч без перерыва, поскольку по истечении этого времени он начинает затвердевать в ведре. Чтобы не расходовать все содержимое упаковки, лучше взять только часть компонентов, тщательно соблюдая указанные производителем пропорции.

Нанесение гидроизоляции начинают с углов и отверстий для труб, то есть в местах потенциальных протечек. Одна из главных ошибок при таких работах – использование жесткой гидроизоляции для подвижных конструкций, которые представляют собой не только недостаточно жесткие материалы (например, гипсокартонные плиты), но и любое примыкание перпендикулярных поверхностей. Поэтому все углы стен и стыки стен и пола дополнительно укрепляют с помощью специальной уплотнительной ленты из полиэфирной ткани, покрытой каучуком. На сливные отверстия, трубы, кронштейны для навесного оборудования накладывают изолирующие манжеты. При отсутствии манжет можно использовать ту же ленту или пластырь из нетканого полотна. При работе битумной мастикой ленту утапливают в ее слой, при нанесении гидроизоляционной штукатурки – приклеивают на грунтовочный или первый слой. Кистью или полутерком промазывают стыки и углы полимерцементной массой и клеивают ленту, начиная от углов. Ленту разравнивают и прижимают пластиковым шпателем. Аналогично проклеивают все манжеты и прочие уплотнения. Затем наносят первый слой массы на стены. Примерно через полчаса состав высохнет (обычно это видно по изменению его цвета). Можно наносить второй слой массы. При этом мазки второго слоя должны быть перпендикулярны мазкам первого.

Через некоторое время (1,5–2 ч для большинства смесей) на сухую ровную стену можно приклеивать плитку цементным клеем, а по истечении следующих 24 ч можно затереть швы.

В ванных комнатах с ровными поверхностями, например, в комнатах, отделанных с помощью влагостойкого гипсокартона, в качестве гидроизоляции эффективно применение водонепроницаемого клея для плитки с добавлением смолы. Этот способ, хотя и менее трудоемкий, требует не меньше времени, чем устройство гидроизолирующей мембраны, поскольку необходимы более длительные технологические перерывы. Как и при устройстве мембраны, работы начинают с укрепления углов, стыков и сливов лентой и манжетами. Затем на всю поверхность стен и пола с помощью кисти или полутерка слоем около 1,5 мм наносят клей. Применяя плотный клей, можно не экономить и не делить помещение на мокрые и влажные зоны. Через 6 ч, когда нанесенный на стены слой клея высохнет, можно укладывать плитку. Клей наносят на поверхность с помощью шпателя с зубцами 3–8 мм (в зависимости от размеров плитки) и прижимают к нему плитку. Через сутки можно приступить к затирке швов на стене, а через три дня – на полу. Следует учесть, что этот способ можно использовать только на исключительно ровной поверхности: такой клей наносится более тонким слоем, чем другие составы для плитки.

После установки сантехнических приборов щели между стенами и оборудованием стоит дополнительно заполнить силиконовым герметиком. Предварительно поверхность, на которую должен быть нанесен силикон, необходимо очистить от пыли и других загрязнений (ржавчины, облупившейся краски) и обезжирить ее, промыв бензином или ацетоном. Минимальная ширина шва должна быть равна 5 мм, а максимальная не должна превышать 30 мм. Соотношение ширины к глубине не должно быть больше 2:1. Силикон выдавливают так, чтобы он связал края изолируемых поверхностей, не допуская при этом разрывов клеевого слоя. Чтобы использовать эластичность силиконовой массы, то есть обеспечить ей возможность компенсации движения швов, следует избегать трехстороннего прилипания герметика, вызывающего разрыв шва. Поэтому глубокие компенсационные швы должны быть сначала заполнены подкладочным материалом, который не пустит клей вглубь. В качестве подкладки используют полиэтиленовую ленту либо шнур из вспененного полипропилена с закрытыми порами.

## 4. Электричество

Все, к чему прикасаются руки человека на работе или в быту, в той или иной мере связано с использованием электричества. На сегодняшний день наука об электричестве – огромный объем информации, начиная от теоретических работ на переднем крае науки и заканчивая сугубо практическими знаниями инженерно-технического характера. Электричество вошло в наш быт давно. Мы уже вряд ли сможем представить свою жизнь без электроприборов и освещения. Конечно, некоторые работы по ремонту и обслуживанию электрики в квартире или доме должны выполнять специалисты с соответствующими образованием и квалификацией. Но есть работы, которые вы в силах сделать и сами. Это в первую очередь касается установки новых электроприборов и ремонта электроустановочных устройств (розеток, выключателей, осветительных приборов и т. д.).

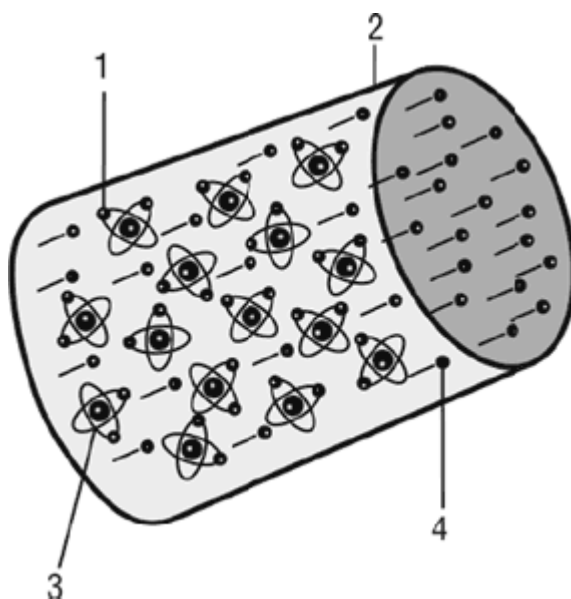
Чтобы понять законы электричества и научиться использовать их в собственных интересах, совсем не обязательно знать все премудрости физических постулатов и понимать хитрые формулы. Это работа ученых и инженеров: привести сложную теорию в разряд доступной практики. Ведь никто не изучает в деталях теорию двигателей внутреннего сгорания, перед тем как сесть за руль.

Электричество – совокупность явлений, обусловленных существованием, взаимодействием и движением электрических зарядов.

Электричество – это энергия, которая существует в природе. Наиболее яркое ее проявление – это молния во время грозы. Однако молнию пока не удалось поставить на службу человеку, поэтому электричество приходится производить на основе других видов энергии (тепловой, атомной, Солнца, ветра, падающей воды). По сравнению с другими видами энергии электричество обладает определенными преимуществами: его легко передавать на расстояние, для его хранения не требуются складские помещения, оно готово к немедленному потреблению и является экологически чистым. Единственное, что можно было бы поставить ему в упрек, – неэстетичный вид воздушных высоковольтных линий, а также некоторых установок в наших домах.

К сожалению, электричество опасно, если неправильно эксплуатируется. Поэтому требуется соблюдение строгих норм, разработка и совершенствование все более безопасного оборудования. Чтобы освоить какую-либо область, нужно хорошо знать ее основы, поэтому постараемся для начала просто понять, что же такое электрический ток.

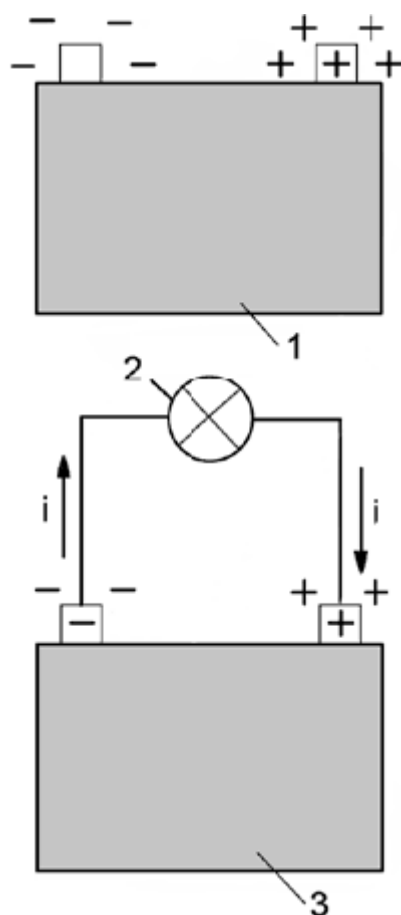
Электрический ток представляет собой движение свободных электронов между двумя точками проводника (рис. 4.1). Электроны – это частицы, которые вращаются вокруг ядра (почти так же, как планеты вокруг Солнца). Ядро и электроны составляют атом. Свободным электроном называют электрон, способный легко отделиться от атома. Различают два вида тел: те, которые имеют свободные электроны (они называются проводниками; в быту чаще всего используются металлы), и те, которые их не имеют (диэлектрики, или изоляторы, – стекло, фарфор, пластик и т. д.).



**Рис. 4.1. Строение проводника:**

1 – связанные электроны, остающиеся в атоме; 2 – проводник; 3 – атом; 4 – свободные электроны, обеспечивающие ток

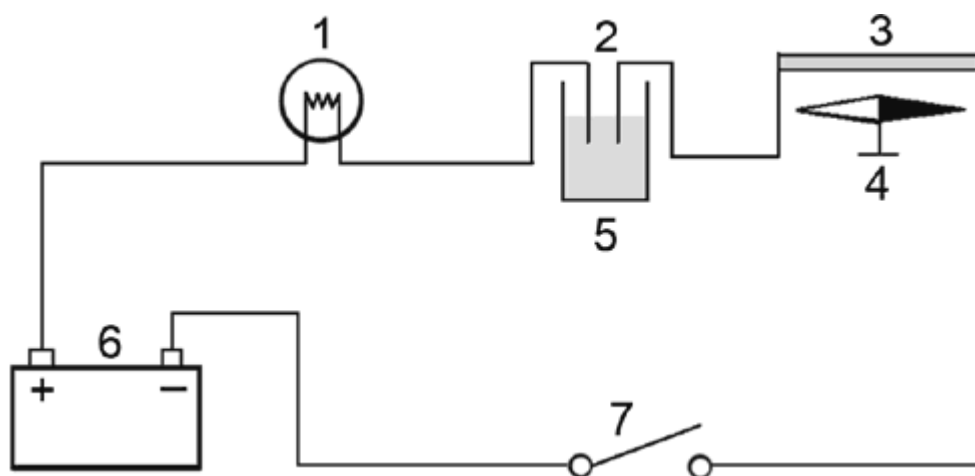
Генератор – установка, которая производит электричество. Генератор имеет два полюса. Он снабжен устройством, которое создает избыток электронов на одном из полюсов и их недостаток на другом. Клемму с избытком электронов обозначают плюсом (+), а с недостатком – минусом (—). Когда к клеммам подсоединяют прибор-потребитель, например лампочку (рис. 4.2), генератор действует как насос для электронов: он втягивает положительные заряды и отталкивает отрицательные; другими словами, электрический ток имеет некое направление. Раньше считали, что ток идет от клеммы «+» к клемме «—». В действительности все происходит наоборот, однако сохранили эту условность.



**Рис. 4.2. Простейшая электрическая цепь:**

1 – генератор; 2 – лампочка; 3 – генератор

Чтобы понять возможности электричества, сделаем следующий опыт. Соберем электрическую цепь, соединяя элементы последовательно, то есть один за другим (рис. 4.3). Раствор кислоты в данном случае представляет собой источник ионов (одно- или многоатомных электрически заряженных частиц, знак которых зависит от того, присоединили они свободные электроны или отдали). Что происходит, когда мы нажимаем на выключатель? Лампочка загорается и излучает тепло – это тепловой эффект; заряженные частицы появляются на электродах – это химический эффект; стрелка компаса поворачивается – это магнитный эффект.



**Рис. 4.3. Возможности электрического тока:**

1 – лампочка; 2 – электроды; 3 – медная перемычка; 4 – компас; 5 – емкость с раствором соляной кислоты; 6 – генератор; 7 – выключатель

**Тепловой эффект** мы наблюдаем, когда электрический ток проходит через материал, оказывающий сопротивление; именно тогда электрическая энергия преобразуется в тепловую. Этот эффект можно использовать для освещения (вольфрамовая нить в вакууме или инертном газе нагревается до свечения), а также для обогрева (в электрических приборах разных конструкций – конвекторах, тепловентиляторах и т. д.).

**Химический эффект** – между электродами начинается обмен электронами (заряженными частицами). Такая химическая реакция называется электролизом. Электролиз используется в промышленности для получения некоторых металлов (алюминия, золота, серебра) и гальваностегии (создания металлического осадка на другом веществе, например серебрения или позолоты). Если прохождение тока способно вызывать химическую реакцию, то возможен и обратный процесс – химическая реакция может генерировать электрический ток. Примером использования этого эффекта могут служить давным-давно ставшие привычными аккумуляторные батареи для автомобилей.

**Магнитный эффект:** в медной перемычке, через которую пропускают ток, возникает магнитное поле, благодаря действию которого отклоняется стрелка компаса. Этот эффект применяется очень широко: он позволил разработать электродвигатель, трансформатор, звонок, электрический замок и большое количество различных автоматов. Магнитный эффект имеет и обратное действие: в результате механического вращения ротора электродвигателя появляется ток. Этот эффект сделал возможным существование генераторов (например, генератор переменного тока для автомобилей или ветрогенератор); электричество, получаемое потребителями, также выработано генераторами.

И напоследок: если поменять местами провода генератора, то можно увидеть, что в растворе осадок будет откладываться на другом электроде, а стрелка компаса повернется в противоположном направлении. Только лампочка будет реагировать так же, как и раньше. Вывод очевиден: изменение направления движения тока влияет на некоторые его эффекты.

Теперь нужно вспомнить несколько физических величин, которые характеризуют электрический ток. Существует два вида тока:

- **постоянный ток**, получаемый химическим способом (батарейки и аккумуляторы), как в рассмотренном примере, или генерируемый полупроводниковыми фотоэлектрическими преобразователями, которые в просторечии обычно именуются солнечными батареями. Этот ток поляризован и течет в определенном направлении, как было описано выше;

- **переменный ток**, вырабатываемый благодаря магнитному эффекту (электромагнитной индукции); такой ток используется в быту. Переменный ток не имеет полюсов в том виде, в котором они определяются для постоянного; смена полюсов происходит циклически и непрерывно. Это явление (смена полярностей) происходит с определенной частотой. Измеряется она в герцах (Гц). В бытовых сетях на территории бывшего СССР используется переменный ток частотой 50 Гц; это значит, что смена направления происходит 50 раз в секунду. Два провода, которые идут от ввода линии в дом, называются фазовым и нулевым проводами.

**Однофазный и трехфазный переменный ток.** Рядовой потребитель сталкивается с электричеством, ежедневно зажигая свет и включая тот или иной прибор в розетку. Выключатели друг от друга отличаются мало, а вот с розетками все гораздо сложнее. Попробуем разобраться, как устроена розетка.

Розетки, особенно в старых домах, обычно подключены всего к двум проводам. Изоляция одного из проводов обязательно должна иметь голубоватую или синюю окраску. Именно так определяется рабочий нулевой проводник. Ток по нему идет не от источника, а от потребителя. Этот провод вполне безобидный, и если схватиться за него, не прикасаясь ко второму, то ничего страшного не случится.

А вот второй провод, окраска которого может быть любой, за исключением синей, голубой, желто-зеленой в полоску и черной, более опасный. Называется он фазовый проводник. Дотронувшись до этого провода, можно получить сильный разряд. И это

серьезно, поскольку напряжение бытовой сети переменного тока 220 В, а любой ток, напряжение которого выше 50 В, убивает человека за несколько секунд. Наличие напряжения в фазовых проводниках можно определить специальными индикаторами. Они выполнены в виде обыкновенной отвертки с плоским шлицем (встречаются индикаторные отвертки с крестообразным шлицем). Рукоятка, внутри которой встроена лампочка-диод, изготовлена из полупрозрачного пластика. Верхняя часть рукоятки металлическая. Дотроньтесь рабочей частью индикатора до проводника, а большим пальцем руки – до металлической части на рукоятке. Если диод загорелся, трогать этот провод не стоит – он сейчас под напряжением. Заметьте, что при прикосновении к нулевому проводнику светодиод не загорается (естественно, если этот проводник не соприкасается с фазовым проводом).

Многие слышали такие загадочные слова, как одна фаза, три фазы, ноль, заземление, или земля, и знают, что это важные понятия в мире электричества. Однако не все понимают, что они обозначают. Тем не менее знать это обязательно. Не углубляясь в технические подробности, которые не нужны домашнему мастеру, можно сказать, что трехфазная сеть – это такой способ передачи электрического тока, когда переменный ток течет по трем проводам, а по одному возвращается назад. Вышесказанное надо немного пояснить. Любая электрическая цепь состоит из двух проводов. По одному ток идет к потребителю, а по другому – возвращается обратно. Если разомкнуть такую цепь, то ток идти не будет. Вот и все описание однофазной цепи. Тот провод, по которому ток идет, называется фазовым или просто фазой, а по которому возвращается – нулевым или нолем.

Трехфазная цепь состоит из трех фазовых проводов и одного обратного. Такое возможно потому, что фаза переменного тока в каждом из трех проводов сдвинута по отношению к соседнему проводу на  $120^\circ$ . Более подробно этот вопрос поможет осветить учебник по электромеханике.

Передача переменного тока происходит именно с помощью трехфазных сетей. Это выгодно экономически – не нужны еще два нулевых провода. Подходя к потребителю, ток разделяется на три фазы, и каждой из них дается по нолю. В таком виде он обычно и попадает в квартиры и дома, хотя иногда трехфазная сеть заводится прямо в дом. Как правило, речь идет о частном секторе, и такое положение дел имеет свои плюсы и минусы. Как видно из названия, трехфазная система состоит из трех источников электроэнергии и трех цепей, соединенных общими проводами линии передач. Источником энергии для всех фаз является трехфазный генератор.

## Электротехнические работы и материалы

**Кабели, провода, шнуры.** Провода, по которым передается электрический ток, – важная часть энергосистем. Они пронизывают здания и механизмы, передавая энергию и информационные сигналы. На сегодняшний день существует множество видов кабелей и проводов – около 20 000. Это и тончайшие проводки для электронных датчиков, и толстые кабели, проводящие сотни тысяч вольт, которые нельзя обхватить рукой. Такой широкий диапазон размеров и способов применения в быту, конечно, не нужен. Однако маркировку и свойства проводов следует изучить, чтобы не допустить досадных ошибок при работе, руководствуясь лишь принципом «провода все одинаковые, сойдет любой». Это глубоко ошибочное мнение. Необходимо знать, какие провода и кабели устанавливаются в том или ином случае.

**Жила.** Это металлическая проволока, сердечник любого электрического проводника. Жила бывает цельной (монокристаллической) либо скрученной из тонких проволочек. В первом случае она называется однопроволочной, во втором – многопроволочной или гибкой. Форма сечения жилы может быть плоской или секторной (это хорошо заметно на торцах кабелей и проводов большого диаметра). Не следует путать многопроволочную жилу и многожильный кабель, это совершенно разные вещи. Жилы различаются по виду проводника. В домашних

условиях обычно используются провода с жилами, изготовленными из алюминия, меди или алюмомеди; в последнее время происходит замена алюминия на медь. В быту также можно встретить нихромовые проводники с повышенным сопротивлением. Жилы из этого сплава используются при изготовлении теплых полов.

Одной из главных характеристик жилы является площадь сечения, которая измеряется в мм<sup>2</sup>. Производители проводников всегда указывают эту величину, но иногда появляется необходимость узнать или проверить площадь сечения самостоятельно. Сделать это можно с помощью несложных вычислений. Замерив диаметр жилы штангенциркулем, легко вычислить площадь ее сечения по формуле:

$$S = \pi D^2 / 4,$$

где  $S$  – это площадь сечения (круга);

число  $\pi = 3,141\dots$ ;

$D$  – диаметр сечения.

С многопроволочной жилой дело обстоит немного сложнее. Можно с удовлетворительной точностью определить площадь ее сечения следующим способом. Необходимо намотать 15 витков очищенной от изоляции жилы на толстый гвоздь или отвертку, плотно сжать их и замерить длину спирали обычной линейкой. Диаметр жилы будет равен этой длине, разделенной на количество витков. Другой способ – замерить диаметр отдельной проволоочки, а затем умножить полученное число на их количество.

**Изоляция.** Если использовать академические термины, изоляция – это материал, препятствующий распространению электрического тока. Сухо и не совсем понятно. Немного по-другому звучит так: изоляция – это вещество-диэлектрик, своеобразная защитная рубашка, которой покрываются жилы, передающие электрический ток. В качестве диэлектрика применяются стекло, керамика и различные полимеры, например поливинилхлорид и целлулоид. В последнее время применяются изоляционные полимеры, которые не только защищают человека от поражения током и жилы от соприкосновения друг с другом, что может привести к печальным последствиям, но и обладают рядом других свойств. Например, защищают жилы от механического воздействия, температуры и влажности – в общем, от разрушающего влияния внешней среды.

**Провод.** Проводом называется одна или несколько токопроводящих жил (ТПЖ), свитых вместе или каждая в своей оболочке и соединяющих источник электрического тока с потребителем. Провода бывают изолированными и неизолированными и различаются по виду жил. Поверх изоляции жил провода покрываются дополнительно еще одной оболочкой, служащей для защиты от влажности, механических повреждений, света, агрессивных сред и т. д. В этом случае провод называется защищенным. Например, АПРН и ПРВД. Такой провод легко спутать с кабелем, и, в сущности, они не слишком отличаются. Во всяком случае, для домашнего умельца не будет серьезной ошибкой, если он назовет кабель проводом или наоборот. Неизолированный провод в домашних условиях практически не встречается, поскольку монтируется в недоступных для простого человека устройствах и соединениях, например в воздушных линиях. Изолированные провода широко применяются для распределения и передачи электроэнергии, причем не только в домашних сетях, но и в автомобилях. Наиболее распространены провода марок ПВ, ПВ-3, АППВ и ППВ. Они являются изолированными и незащищенными.

**Кабель.** В отличие от провода, кабель имеет одну или несколько жил, каждая из которых заключена в изоляцию и покрыта сверху защитной оболочкой из полимерных пластмасс, резины или металла. Помимо внешней изоляции, называемой иногда кембриком, в кабелях используются различного вида наполнители, служащие в роли дополнительной защиты от внешнего воздействия. Некоторые виды защищены еще и свитыми в спираль металлическими лентами. В этом случае кабель называется бронированным. Такие кабели

редко используются в бытовых условиях, но в частных домах при подземной прокладке их используют достаточно часто.

**Шнур.** Часто можно услышать словосочетание «электрический шнур», хотя чем он отличается от кабеля или провода, не всегда понятно. Шнур – это провод, состоящий из двух или более многопроволочных гибких жил, каждая из которых заключена в изоляцию, покрытых сверху защитной оболочкой из мягкого пластика или резины. В шнурах старых образцов внешняя оболочка изготавливалась из синтетических нитей. Шнуры используют в бытовой технике, поскольку они имеют повышенную мягкость и гибкость по сравнению с кабелем или обычным проводом. Шнур можно крутить и сгибать без риска повредить жилы и изоляцию. У приборов, которые используют при работе заземление (стиральные машины, пылесосы, чайники и т. д.), в шнурах более двух жил. Две жилы используются там, где заземление необязательно. Это приборы освещения: бра, светильники и т. д.

## Материал жилы

В обычных бытовых условиях чаще всего используются алюминий, медь и алюмомедь. С первыми двумя все более-менее понятно, но вот что такое алюмомедь? Это не сплав, как можно подумать сначала, поскольку тяжелый и легкий металлы соединяются плохо, а композитный материал, представляющий собой алюминиевый сердечник, покрытый слоем меди. Зачем соединять эти два материала, станет понятно после рассмотрения их свойств.

**Алюминий.** Алюминий – прекрасный материал: легкий, дешевый, обладает вполне приличной электропроводимостью, хорошо отдает тепло, химически стоек. Однако есть несколько «но», существенно ограничивающих применение алюминиевых проводников.

1. Алюминиевый провод не может быть гибким. Вспомните, как хорошо переламывается проволока из этого металла, если перегнуть ее несколько раз. Вывод простой – такие провода можно использовать только в стационарных установках и там, где кабель не испытывает больших перегибов при прокладке.

2. Алюминий окисляется на воздухе. Оксид алюминия – тугоплавкая пленка серого цвета, образующаяся на поверхности металла и являющаяся диэлектриком. В местах контакта может серьезно препятствовать течению электрического тока. Отсюда и излишний перегрев, и риск потерять контакт в местах соединения.

3. Алюминий – прекрасный проводник, но только в случае, если не содержит примесей, чего добиться очень трудно. По сравнению с медью этот металл обладает проводимостью, меньшей в полтора раза.

**Медь.** Наряду с многочисленными плюсами обладает не меньшим количеством минусов. Достоинства: проводимость выше, чем у алюминия, гибкость, не образует оксидной пленки. От гибкости зависит толщина жилы. Алюминиевые проводники не могут иметь площадь сечения менее 2,5 мм<sup>2</sup>, а из меди можно изготавливать жилы с площадью сечения 0,3 мм<sup>2</sup>. Недостатки: дороговизна, высокая плотность, следовательно, и вес, невозможность прямого соединения с алюминиевыми жилами. При контакте эти два металла образуют гальваническую пару, и возникающие токи разрушают контакт, поэтому при необходимости соединения используют специальные клеммные колодки.

**Алюмомедь.** Механический композит, состоящий из алюминиевого сердечника и медной рубашки, которая занимает 10 % от объема жилы. Сочетает в себе положительные качества алюминия и меди. Минусы: по всем показателям уступает проводникам из отдельных металлов. Плюс: низкая стоимость.

## Материал изоляции

Именно изоляция придает кабелю или проводу те или иные качества. Проводники могут быть бронированными, термостойкими, водонепроницаемыми, защищенными от давления и другими – все это изоляция. Электрический ток может быть опасен для жизни, и

изоляционные материалы необходимы для защиты человека. Однако это не единственная функция изоляции. Сам металлический проводник также нуждается в защите; особенно это касается многожильных кабелей. Так что основными задачами изоляции становятся такие:

- защита от утечки и поражения электрическим током;
- механическая и термическая защита кабеля;
- индикация проводников.

Видов изоляции, как и материалов, из которых она изготавливается, великое множество. Нет смысла рассматривать их все. Достаточно описать только те, которые используются в домашних условиях, а их не слишком много.

Основной характеристикой материала изоляции является электрическая прочность. Это такое значение силы тока, при котором заряд пробивает слой изоляционного материала толщиной 1 мм. Все кабели, которые используются в быту, имеют многократную электрическую прочность. Пробой в такой изоляции возможен лишь в случае механического повреждения или после длительной службы провода.

Вторая характеристика – устойчивость к нагреванию. Это просто: чем выше показатель, тем более высокую температуру может выдержать изоляция без потери своих качеств. К этому показателю добавляются морозостойкость и механическая прочность. Чем прочнее и устойчивее на разрыв и изгиб материал изолятора, тем лучше. С понятием механической прочности связан термин «опрессовка кабеля». Когда в процессе изготовления кабеля внешняя оболочка надевается на изоляцию ТПЖ, кабель опрессовывается, приобретая плотность и определенную форму – плоскую или круглую. Покупая кабель или провод, необходимо убедиться, что проводники опрессованы с надлежащей тщательностью.

**Поливинилхлорид (ПВХ)** – наиболее распространенный изоляционный материал. Это полимер белого цвета, обладающий высокой устойчивостью к кислотам и щелочам. Практически не горюч. Достаточно мягкий и гибкий материал, он тем не менее имеет несколько существенных недостатков, а именно:

- низкую морозостойкость (до  $-20^{\circ}\text{C}$ ), хотя в последнее время созданы и холодоустойчивые модификации;
- при нагревании начинает выделять хлороводород и диоксины (хлороводород при контакте с водой, например на слизистых оболочках, образует соляную кислоту).

**Резина** – отличный изолятор, изготавливаемый из искусственных или природных каучуков. Применяется, когда необходимы повышенная гибкость и морозостойкость кабеля.

**Полиэтилен** – изолятор с хорошими показателями морозостойкости, весьма устойчивый к агрессивным веществам.

**Силиконовая резина** – эластичный термостойкий изолятор, при сгорании образует диэлектрическую защитную пленку.

**Пропитанная бумага** имеет отличные токоизолирующие свойства, но хорошо горит и требует дополнительных материалов для термоизоляции.

**Карболит** – пластический материал, используемый для производства розеточных колодок и оболочек кабельных сжимов, термостойкий, но хрупкий.

И еще несколько необходимых элементов проводов и кабелей.

**Экран** обычно используется в информационных кабелях. Изготавливается из металлической фольги и выполняет функции отражателя посторонних электромагнитных сигналов, а также выравнивания электрического поля внутри самого себя.

**Защитный покров.** В силовых кабелях высокого напряжения, используемых для прокладки подземных линий, для защиты от механического воздействия применяются металлические оплетки, называемые броней. Под броней и над ней стоят защитные подушки. Они предохраняют нижележащую изоляцию от металла брони и последнюю от внешнего воздействия.

Все ТПЖ заключены в оболочки различных цветов, так что не приходится гадать, какая жила выходит с разных сторон кабеля. Кроме того, цветовая маркировка несет

информационную нагрузку. В разных видах кабеля жилы имеют различную окраску.

Как правило, в трехжильном они белого, желтого и красного цветов. Проводник с белой изоляцией принимается за фазовый, с красной – за нулевой, с желтой или желто-зеленой обычно служит заземлением. При другой гамме устойчивым цветом привязки считается желто-зеленая ТПЖ, а другие цвета, как правило, распределяются по вкусу монтирующего цепь. Главное при этом – запомнить или записать, какой цвет к чему относится, чтобы не ошибиться впоследствии.

Внутри самого кабеля, под внешней оболочкой, изолированные жилы посыпаются мелом для улучшения их скольжения и предотвращения слипания.

### ***Маркировка кабелей и проводов***

На первый взгляд буквенно-цифровое обозначение кабеля напоминает секретный код, который невозможно разгадать. На самом деле каждый символ несет в себе информацию, обладая которой можно легко понять, какого типа кабель перед вами и каковы его основные характеристики. Буквами, расположенными в определенной последовательности, обозначаются материал изоляции и жилы, область применения провода, особенности конструкции, а цифрами – количество жил и их сечение. Буквенная часть кода обычно состоит из четырех символов (иногда букв больше, но длинные последовательности, как правило, используются для маркировки специальных кабелей).

**Первая буква** обозначает материал, из которого изготовлена жила. А – алюминий; если это медь, то буквы нет. Например, ВВГ и АВВГ. Первый кабель медный, второй – алюминиевый.

**Вторая буква** – это область применения провода: К – контрольный, М – монтажный, П(У) или Ш – установочный, МГ – гибкий монтажный кабель. Если буквы нет, значит, это силовой провод.

**Третья буква** – это тип изоляции ТПЖ. Здесь много обозначений: В или ВР – поливинилхлорид, Д – двойная обмотка, К – капрон, П – полиэтилен, Р – резина, НР или Н – негорючая резина, С – стекловолокно, Ш – полиамидный шелк, Э – экранированный.

**Четвертая буква** обозначает особенности конструкции кабеля: Б – бронированный лентами, Г – гибкий, Т – для прокладки в трубах, К – бронирован круглой проволокой, О – в оплетке.

Помимо перечисленных обозначений, есть дополнительные, которые пишутся не прописными буквами, а строчными и ставятся после всех остальных. Например, ВВГнг – негорючий ВВГ, ВВГз – заполненный ВВГ. С цифрами все гораздо проще: первая обозначает количество жил, вторая – сечение жилы. Например, ПВС 3 × 6 обозначает, что провод имеет три жилы, площадь сечения каждой из которых 6 мм<sup>2</sup>.

Впрочем, иногда встречаются кабели с более сложной цифровой маркировкой, например силовой кабель КГ 3 × 6 + 1 × 4. Это означает, что, кроме трех основных жил сечением 6 мм<sup>2</sup>, у него есть еще одна сечением поменьше – 4 мм<sup>2</sup>, которая служит для заземления.

У кабелей иностранного производства система маркировки совершенно другая. Как правило, силовые кабели и провода стран бывшего СССР намного дешевле, нежели зарубежная продукция. Объясняется это просто – основное сырье для них (медь, алюминий и полимеры) производят и добывают именно в странах бывшего СССР. Так что если вы увидите кабель иностранного производства, то вполне возможно, что он изготовлен из сырья, экспортируемого из нашей страны. Большие распространения получили на наших рынках импортные информационные кабели для компьютерной техники.

## Силовые кабели

Основные виды кабелей и проводов, используемые при монтаже в условиях квартиры или частного дома, необходимо рассмотреть более подробно. При покупке, установке, эксплуатации и ремонте необходимы подробные сведения о них.

Среди наиболее популярных в последнее время видов кабельной продукции можно назвать кабель ВВГ и его модификации.

**ВВГ** обозначается силовой кабель с изоляцией ТПЖ из ПВХ, оболочкой (кембриком) из ПВХ и медной жилой, не имеющий внешней защиты. Используется для передачи и распределения электрического тока, рабочее напряжение – 660–1000 В, частота – 50 Гц. Количество жил может варьироваться от 1 до 5. Сечение – от 1,5 до 240 мм<sup>2</sup>. В бытовых условиях используется кабель сечением 1,5–6 мм<sup>2</sup>, при строительстве частных домов – до 16 мм<sup>2</sup>. Жилы могут быть как одно-, так и многопроволочными. Никаких ограничений на увеличение сечения нет – можно и в квартире положить кабель сечением 10 мм<sup>2</sup>.

ВВГ применяется при широком диапазоне температур: от –50 до +50 °С. Выдерживает влажность до 98 % при температуре до 40 °С. Кабель достаточно прочен на разрыв и изгиб, стоек к агрессивным химическим веществам.

При монтаже следует помнить, что каждый кабель или провод имеет определенный радиус изгиба. Так, для поворота на 90° при использовании кабеля ВВГ радиус изгиба должен быть не меньше 10 диаметров сечения кабеля. В случае с плоским кабелем или проводом считается ширина плоскости.

Внешняя оболочка, как правило, черного цвета, хотя иногда можно встретить и белого. Не распространяет горение. Изоляция ТПЖ маркирована различными цветами: голубым, желто-зеленым, коричневым, белым с синей полоской, красным и черным. Кабель упакован в бухты по 100 и 200 м; другие размеры встречаются сравнительно редко.

Существует несколько разновидностей кабеля ВВГ:

**АВВГ** – те же характеристики изоляции, но вместо медных жил используются алюминиевые;

**ВВГнг** – кембрик с пониженной горючестью;

**ВВГп** – наиболее часто встречающаяся разновидность, сечение кабеля не круглое, а плоское;

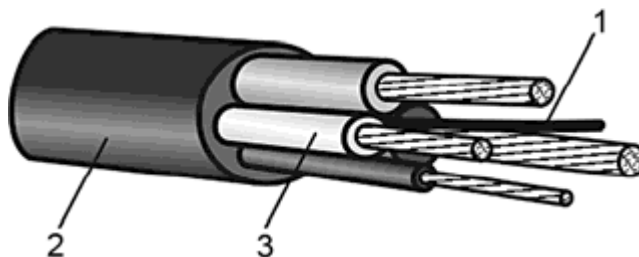
**ВВГз** – пространство между изоляцией ТПЖ и кембриком заполнено жгутами из ПВХ или резиновой смесью.

**НУМ** не имеет расшифровки буквенного обозначения. Это медный силовой кабель с ПВХ-изоляцией ТПЖ; внешняя оболочка из негорючего ПВХ. Между слоями изоляции находится наполнитель в виде мелованной резины, что придает кабелю повышенную прочность и термостойкость. Жилы многопроволочные, всегда медные.

Количество жил – от 2 до 5, сечение – от 1,5 до 16 мм<sup>2</sup>. Предназначен для проведения осветительных и силовых сетей с напряжением 660 В. Обладает высокой влаго- и термостойкостью. Может применяться для прокладки на открытом воздухе. Диапазон рабочих температур – от –40 до +70 °С. Недостаток: изоляция чувствительна к воздействию солнечного света, поэтому кабель необходимо укрывать. По сравнению с ВВГ любого вида более стоек и удобен в работе, однако бывает только круглого сечения (не всегда удобно закладывать в штукатурку или бетон) и существенно дороже ВВГ. Радиус изгиба – 4 диаметра сечения кабеля.

**КГ** расшифровывается очень просто – кабель гибкий (рис. 4.4). Это кабель с рабочим переменным напряжением до 660 В, частотой до 400 Гц или постоянным напряжением до 1000 В. Жилы медные, гибкие или повышенной гибкости. Их количество варьируется от 1 до 6. Изоляция ТПЖ – резина, внешняя оболочка из того же материала. Диапазон рабочих температур – от –60 до +50 °С. Кабель применяется в основном для подсоединения различных переносных устройств. Чаще всего это сварочные аппараты, генераторы, тепловые пушки и т. п. КГ прекрасно зарекомендовал себя именно в качестве кабеля,

работающего практически при любых условиях на открытом воздухе. На стройке для протяжки силовых линий он просто незаменим. Хотя некоторые оригинальные люди, привлеченные гибкостью и надежностью КГ, монтируют его в качестве домашней проводки. Есть разновидность КГнг с негорючей изоляцией.



**Рис. 4.4. Кабель КГ:**

1 – резиновый сердечник; 2 – оболочка; 3 – изоляция

**ВББШв** – бронированный силовой кабель с медными жилами. Последние бывают как однопроволочными, так и многопроволочными. Количество жил – от 1 до 5. Сечение – от 1,5 мм<sup>2</sup> до 240 мм<sup>2</sup>. Изоляция ТПЖ, внешняя оболочка, пространство между изоляцией и кембриком – из ПВХ. Затем идет броня из двух лент, накрученных таким образом, что внешняя перекрывает стыки витков нижней. Поверх брони кабель заключен в защитный шланг из ПВХ, а в модификации ВББШвнг использован ПВХ пониженной горючести. ВББШв предназначен для переменного номинального напряжения 660 и 1000 В. Одножильные модификации применяются для проведения постоянного тока. Прокладывается в трубах, земле и на открытом воздухе с защитой от солнца. Диапазон рабочих температур – от –50 до +50 °С. Влагоустойчив; при температуре 35 °С выдерживает влажность 98 %. Применяется для подведения электроэнергии к стационарным установкам. Радиус изгиба – не менее 10 диаметров сечения кабеля. ВББШв прекрасно подойдет для подземного подведения электричества к отдельно стоящему строению.

Модификации:

**АВББШв** – кабель с алюминиевой жилой;

**ВББШвнг** – негорючий кабель;

**ВББШвнг-LS** – негорючий кабель с низким газо-и дымовыделением при повышенных температурах.

## Провода

Наибольшей популярностью пользуются провода марок ПБПП и ПБППг. Произносить такие аббревиатуры довольно сложно, поэтому частенько вместо них используются чуть более благозвучные ПУНП и ПУГНП соответственно.

**ПБПП (ПУНП)** относится к установочным, или монтажным. Провод плоский, с медными однопроволочными жилами, покрытыми изоляцией из ПВХ; внешняя оболочка также из ПВХ. Количество жил – 2 или 3, сечение – от 1,5 до 6 мм<sup>2</sup>. Применяется при прокладке стационарных осветительных систем, а также для монтажа розеток, хотя предпочтительнее использовать его именно для освещения. Номинальное напряжение – до 250 В, частота – 50 Гц. Температурные рамки эксплуатации – от –15 до +50 °С. Радиус изгиба – не менее 10 диаметров.

**ПБППг (ПУГНП)** отличается от ПУНП жилами – они многопроволочные. Именно поэтому к названию провода добавляется «г» – гибкий. Все характеристики идентичны характеристикам ПУНП, за исключением минимального радиуса изгиба – он меньше и равен 6 диаметрам. Именно гибкость ПУГНП позволяет прокладывать его в местах, где проводка делает множество изгибов, или для присоединения к сети бытовых приборов. Провода этих марок продаются в бухтах по 100 и 200 м. Цвет, как правило, белый, реже встречается

черный.

Провод **АПУНП** в целом имеет такие же характеристики, что и ПУНП. Отличается он только материалом жилы (она алюминиевая) и, следовательно, не может быть многопроволочным, а значит, и гибким.

В целом провода марок ПУНП, ПУГНП и АПУНП прекрасно зарекомендовали себя именно как бытовые провода. В половине случаев мастеру приходится иметь дело именно с ними. Однако следует помнить, что эти марки проводов узкоспециализированные, поэтому не стоит применять их вместо силовых кабелей (таких как NYM или ВВГ).

Своей популярностью провода ПУНП и ПУГНП обязаны прежде всего сравнительно невысокой стоимости. Надо сказать, что в последнее время было замечено несоответствие между заявленным и фактическим сечением жил провода. После проверки нередко выясняется, что провод, имеющий, если верить маркировке, площадь сечения жилы 1,5 мм<sup>2</sup> (например, ПУГНП 3 × 1,5), на самом деле едва дотягивает до 1 мм<sup>2</sup> – то есть фактическое сечение жилы на треть меньше. То же самое относится и к изоляции. Чем это чревато – очевидно. Поэтому при покупке проводов необходимо измерять сечение жил и толщину изоляции.

**ППВ** – медный провод с изоляцией из ПВХ. Провод плоский с разделительными перемычками. Жила однопроволочная, сечением 0,75–6 мм<sup>2</sup>. Количество жил – 2 или 3. Применяется при монтаже осветительных стационарных систем и прокладке силовых линий. Номинальное напряжение – до 450 В, частота – до 400 Гц. Провод устойчив к механическим повреждениям, вибрации, а также к воздействию агрессивных химических веществ, негорюч, имеет широкий температурный диапазон эксплуатации – от –50 до +70 °С. Влагостойкость – 100 % при температуре 35 °С. Радиус изгиба при прокладке составляет не менее 10 диаметров сечения провода.

**АППВ** имеет те же самые характеристики, что и ППВ, за исключением материала жилы – она алюминиевая.

**АПВ** – алюминиевый одножильный провод с изоляцией из ПВХ. Провод круглый, сечение однопроволочной жилы – от 2,5 до 16 мм<sup>2</sup>, многопроволочной – от 25 до 95 мм<sup>2</sup>. Провод применяется практически во всех видах монтажа стационарных осветительных и силовых систем. Прокладывается в пустотах, трубах, стальных и пластиковых лотках. Широко используется при монтаже распределительных щитов. Устойчив к механическим повреждениям и вибрации, воздействию химических веществ; температурный режим эксплуатации – от –50 до +70 °С. Влагостойкость – 100 % при температуре 35 °С. Радиус изгиба – не менее 10 диаметров.

**ПВ-1.** Характеристики ПВ-1 во всем совпадают с характеристиками АПВ, кроме материала жилы, – она медная. Минимальная толщина жилы – 0,75 мм<sup>2</sup>. Кроме того, жила становится многопроволочной не с 25, а с 16 мм<sup>2</sup>. Более гибок, чем АПВ.

**ПВ-3.** Характеристики провода ПВ-3 совпадают со свойствами АПВ и ПВ-1. Область применения – монтаж участков осветительных и силовых цепей, где необходим частый изгиб проводов: в распределительных щитах, при установке большого количества электроустройств. Применяется также для прокладки электроцепей в автомобилях. Радиус изгиба – не менее 6 диаметров провода.

**ПВС.** Медный многожильный провод с изоляцией и оболочкой из ПВХ. Оболочка проникает в пространство между жилами, придавая проводу круглую форму и плотность. Жилы многопроволочные, их количество колеблется от 2 до 5, сечение – от 0,75 до 16 мм<sup>2</sup>). Номинальное напряжение – до 380 В, частота – 50 Гц. Изоляция жил имеет цветовую маркировку, оболочка белая. Провод используется для присоединения различных электроустройств, начиная с бытовой техники и заканчивая садовым инвентарем. Благодаря гибкости и легкости применяется также для проведения освещения и монтажа розеток. ПВС является бытовым проводом, используемым для изготовления удлинителей, шнуров для любого вида техники и ремонта электросетей. Он негорюч (при одиночной прокладке не распространяет горение), термостоек в широком диапазоне температур (от –25 до +40 °С), а

вариант ПВС У – от  $-40$  до  $+40$  °С. Благодаря своей конструкции устойчив к изгибу и механическому износу. ПВС может выдержать не менее 3000 перегибов.

**ШВВП.** Медный или медно-луженый плоский провод. Изоляция жил и оболочка из ПВХ. Жила многопроволочная, повышенной гибкости. Количество жил – 2 или 3, сечение – от 0,5 до 0,75 мм<sup>2</sup>. Напряжение – до 380 В, частота – 50 Гц. Используется как шнур для присоединения осветительных приборов и бытовой техники невысокой мощности, например паяльников, миксеров, кофемолок и радиоэлектронных приборов.

### Сопутствующие изделия

Для электромонтажных работ с кабелем необходимы специальные комплектующие, с помощью которых он подключается к электрическим приборам и источникам энергии, монтируется к перегородкам и соединяется на стыках. Кабель можно крепить к перекрытиям без защитных труб и коробов, монтируя его с помощью специального крепежа. Наиболее распространенным видом такого крепежа в бытовых условиях являются электроустановочные скобы, предназначенные для крепления проводов и кабелей небольшого сечения.

**Электроустановочная скоба** – это пластиковая скоба, размер которой подбирается в зависимости от сечения кабеля. Идет в комплекте с металлическим гвоздем или шурупом. Она прекрасно подходит для крепления кабеля на перегородках из дерева, мягкого кирпича, штукатурки или пластика. Кроме того, электроустановочные скобы бывают металлическими. Ими крепят кабели на любые перекрытия с помощью дюбель-гвоздей, плотницких гвоздей или шурупов.

**Самоклеящиеся площадки** – очень интересный вид крепежа. Применяется в тех случаях, когда кабель необходимо провести по декоративной поверхности (например, по мебели). Слой защитной бумаги с подошвы площадки снимается, и площадка клеится на поверхность (которая должна быть гладкой, обезжиренной и очищенной от пыли). Кабель прикрепляется к площадке с помощью хомута или специального зажима. Провода можно крепить также с помощью пластиковой стяжки, просто вбив или вкрутив в стену гвоздь или шуруп и зацепив за него хомут. Такой способ крепления делается на скорую руку, когда необходимо временно зафиксировать кабель.

Если под рукой нет специального крепежа, то можно изготовить его самостоятельно, нарезав полосок из жести, например от консервной банки, и закрепляя их как обычную металлическую скобу. Никогда не прибивайте провода гвоздями и не прикручивайте шурупами. Любое нарушение внешней оболочки и изоляции может привести к повреждению провода со всеми вытекающими отсюда последствиями.

**Кабельные наконечники.** Чтобы быстро и надежно присоединить кабель к источнику питания или прибору, используются кабельные наконечники. Они применяются в основном для силовых кабелей среднего и большого сечения, хотя в радиоаппаратуре устанавливаются и на провода малого сечения. Наконечники бывают медными, алюминиевыми или медно-лужеными. Они отличаются друг от друга размерами и формой контакта. Используя кабельные наконечники, можно значительно упростить и ускорить процедуру присоединения кабеля к аппаратуре и повысить надежность контакта. Наконечники опрессовываются с помощью специальных клещей. Материал наконечника должен совпадать с материалом ТПЖ проводника.

### Соединение проводников

Места соединения проводов – зона особой опасности. Как правило, 90 % всех неполадок и аварий возникает именно в контактах и кабельных скрутках. Способов соединения проводников существует множество.

**Ручная скрутка** – самый распространенный и простой из них. ТПЖ скручивается,

место скрутки обматывается изоляционной лентой (рис. 4.5).



**Рис. 4.5. Простейшая ручная скрутка ТПЖ**

**Кабельные сжимы** – эти приспособления помогают соединять жилы проводов, не разрезая ТПЖ. Сжим состоит из плашки с винтами и карболитовой коробки. Используется для ответвления проводов от основной (магистральной) линии.

**Клеммная колодка** – очень удобный вариант соединения проводов, особенно когда их много. Состоит из пластикового корпуса с находящимися внутри медными винтовыми контактами. Колодка может состоять из 12 или больше пар соединения. Если нужно меньшее количество, лишние просто отрезаются ножом.

**Скрутка (колпачок)** – простейший способ соединения ТПЖ небольшого сечения. Применяется, когда необходимо соединить вместе несколько концов провода. Оголенные жилы скручиваются вместе, колпачок скрутки навинчивается на них.

**Клеммники (нулевые шины)** применяются в распределительных шкафах. Они представляют собой медную планку, которая крепится на специальных диэлектрических зажимах и имеет несколько отверстий для подсоединения проводов с помощью винтовых зажимов. Такой способ соединения используется, когда необходимо соединить несколько проводников в одно целое, например при подсоединении подходящих проводов заземления к общему.

**Винтовые зажимы** представляют собой контакты, провод в которых крепится с помощью винтов. Сам зажим монтируется на подстилающей поверхности также с помощью винтов.

**Пайка.** Соединение проводов с помощью паяльника и специальных припоев постепенно отходит в прошлое. На замену этому трудоемкому процессу пришли новые виды соединений, рассмотренные выше. Однако иногда приходится соединять провода и так.

**Термоусадочная трубка (ТУТ)** – отличная альтернатива классической изоленте. Более того, она обладает качествами, которые изоленте недоступны. По внешнему виду напоминает кембрик. При необходимости изолировать открытые участки кабеля, повысить его механические и изоляционные свойства трубка нарезается кусками, которые надеваются сверху оболочки или изоляции. Затем ТУТ просто нагревается (паяльной лампой, феном, обычной зажигалкой и т. п.). Трубка уменьшается в размерах, плотно обхватывая кабель и надежно изолируя его.

## *Электромонтажные коробки*

Различных видов коробок много: распределительные, протяжные, установочные и т. д. Распределительные и прочие коробки выполняют функции развязок и перекрестков. Чтобы электричество заглянуло в каждый уголок дома, необходимо разводить провода, соединяя их друг с другом. Места этих соединений и находятся в коробках, которые защищают узловые точки электросети. Однако это не единственное их предназначение. Обозначить соединения кабелей для легкого доступа к ним, ремонта и подсоединения новых проводов или заглушки старых – для всего этого также нужны коробки. Ассортимент электромонтажных коробок очень велик, более 3000 видов; домашние мастера из всего этого разнообразия чаще всего используют распределительные и установочные.

**Распределительные коробки.** Их еще называют распаечными. Служат для расключения проводов внутри помещений. Что это означает? К примеру, когда основной силовой кабель входит в комнату, от него необходимо запитать несколько электрических точек – розеток. Жилы основного кабеля оголяются, и к нему с помощью скруток или специальных клемм подсоединяются провода, ведущие к точкам. Место, где происходит это разветвление, заключается в коробку, которая крепится на стене или монтируется в нее. Эта коробка и называется распределительной. Изготавливают ее из полипропилена, не распространяющего горение, или из металла. Различают коробки для скрытой и для открытой установки. Первые заделывают в стену, оставляя видимой лишь крышку, вторые крепятся днищем прямо на подстилающую поверхность.

Определиться в выборе распределительной коробки очень просто. Если проводка скрытая, то и коробка будет погружена в стену, а когда используется открытая проводка, то и коробка будет соответствующей. При выборе размера коробки нужно учитывать количество входящих и выходящих кабелей. Входные отверстия часто закрыты пластиковыми мембранами, которые выламываются при монтаже кабеля. Для защиты соединений от влаги эти отверстия комплектуются специальными резиновыми сальниками. Открытые коробки имеют входы, соответствующие размерам гофры или труб ПВХ, что позволяет собирать любые электрические системы.

Распределительные коробки различаются по степени защищенности от влаги и пыли. Информацию о степени защиты можно увидеть на самой коробке или в инструкции.

**Установочные коробки**, или подрозетники. Служат для монтажа электрических розеток и выключателей самых разнообразных моделей, начиная от силовых и заканчивая проходными. Подрозетники изготавливаются из термоустойчивого полипропилена. Размеры установочных коробок совпадают с колодками розеток и выключателей. Меняется лишь высота изделия, а диаметр имеет постоянные размеры – 68–70 мм. По способу установки разделяются на подрозетники для полых (например, гипсокартонных) перегородок и для капитальных стен.

## **Заземление и зануление**

Сегодня заземление – большая тема. Так происходит потому, что большинство жилых домов было построено в те времена, когда заземление не считалось обязательным. С той поры прошло много лет, и теперь выясняется, что оно просто жизненно необходимо.

Поскольку речь идет о безопасности человека и его жизни, необходимо подробнее рассказать об этом явлении. Оно бывает двух видов: собственно заземление и зануление.

**Заземление** – это соединение всех токопроводящих частей электрической сети с землей. Весь комплекс мер по монтажу заземления делается с одной целью: отвести ток, возникший в ненужном месте, туда, где он никому не повредит. Это своего рода клапан сброса напряжения. Приведем пример. Любая современная стиральная машина имеет заземление. Это значит, что проводник заземления соединен со всеми частями прибора,

которые не должны быть под напряжением: корпусом и деталями внутреннего крепления двигателя, барабана и т. д. Если стиральная машина подключена к сети, в которой нет провода заземления, то при любом повреждении питания на этих частях появится напряжение. Нетрудно себе представить, что произойдет, когда человек прикоснется к такой машине: удар током.

Если заземление есть, то напряжение уйдет с корпуса по защитному проводнику и мгновенно сработает устройство защитного отключения (УЗО), реагирующее на утечку тока (если оно, конечно, установлено). Прикосновение к прибору в этом случае ничем не грозит, поскольку сопротивление человеческой кожи намного больше, чем проводника. Громоотвод (более правильно – молниеотвод) – еще один хороший пример заземления, только между небом и землей. Разряд ударяет в металлический стержень и, не затрагивая дома, уходит в землю. Громоотвод обязательно входит в общую схему заземления частного дома.

Земля, или, правильнее сказать, заземление, – третий провод в однофазной сети. В сущности, рабочей нагрузки он не несет, а служит своего рода предохранителем. В случае, когда электричество выходит из-под контроля (например, при коротком замыкании), возникает угроза пожара или удара током. Чтобы этого не произошло (то есть значение тока не должно превысить безопасный для человека и приборов уровень), вводится заземление. По этому проводу избыток электричества в буквальном смысле слова уходит в землю.

В дополнение можно сказать, что нулевой проводник также может быть заземлением и, в принципе, им и является, но только на электростанции. Ситуация, когда в доме нет заземления, небезопасна. Как с ней справиться, не меняя всю проводку в доме, будет рассказано ниже.

**Зануление** – это соединение частей электроустройства, которые в обычном случае не находятся под напряжением, с рабочим нулем. Если произойдет соединение фазы с этими частями, то начнется короткое замыкание и сработают автоматы защиты. По сравнению с заземлением зануление менее эффективно. Короткое замыкание так и остается коротким замыканием, но в многоквартирных домах зануление зачастую является единственным способом обезопасить людей от электрического тока.

Некоторые умельцы, полагаясь на начальные знания по электротехнике, устанавливают нулевой провод как заземляющий. Этого нельзя делать ни в коем случае. При обрыве нулевого провода корпуса заземленных таким образом приборов окажутся под напряжением 220 В.

## Предохранители

По названию понятно, что эти устройства что-то от чего-то предохраняют. Так и есть на самом деле. Они предохраняют потребителей от сверхвысоких токов и коротких замыканий – в общем, от перегрузок в сети. К предохранителям относятся всем известные пробки и плавкие вставки, которые используются в распределительных щитах. Предохранители бывают одноразовые и многократного использования.

**Пробки** представляют собой фарфоровую оболочку в виде цилиндра, которая заключает в себе вставку – стеклянную трубку с тонким проводником внутри и контактами на торцах. Вкручиваются такие пробки на щитке рядом со счетчиком, их цоколь очень похож на цоколь обычной лампы накаливания. Принцип работы такого устройства прост: ток высокого напряжения проходит через тонкий проводник внутри стеклянной трубки, проводник расплавляется и цепь разрывается – пробка перегорела. Плюсы пробки очевидны: она не зависит от работы механических устройств, в основе ее работы – физические свойства материалов. Минусы также понятны: раз сработав, она нуждается в замене. Это будет не один щелчок рычагом выключателя, а замена перегоревшего элемента.

**Автоматические предохранители.** Эти механизмы напоминают внешним видом обычную пробку. Отличие заключается в том, что вместо сменных плавких вставок применяются тепловые расцепители. Такой предохранитель, если он среагировал на

повышенное напряжение или короткое замыкание, можно привести в рабочее состояние нажатием кнопки; менять сгоревшую плавкую вставку не нужно.

### **Как самому установить и собрать электрощит в квартире (доме)**

При выборе электрощита, кроме исполнения (внутренний, накладной) и материала, из которого он изготовлен (пластик или металл), важным критерием являются его размеры, а точнее, количество модулей щита. За модуль в щите принято считать один однополюсный автоматический выключатель. Средняя ширина автомата – 18 мм. Другими словами, максимально возможное количество устанавливаемых однополюсных автоматов в щите и есть количество модулей щита. Поэтому, приобретая щит, необходимо хотя бы приблизительно определиться с модульными элементами щита – автоматами, УЗО, счетчиком и т. п. – и их количеством.

Вот примерные данные для подсчета общего количества модулей на DIN-рейке:

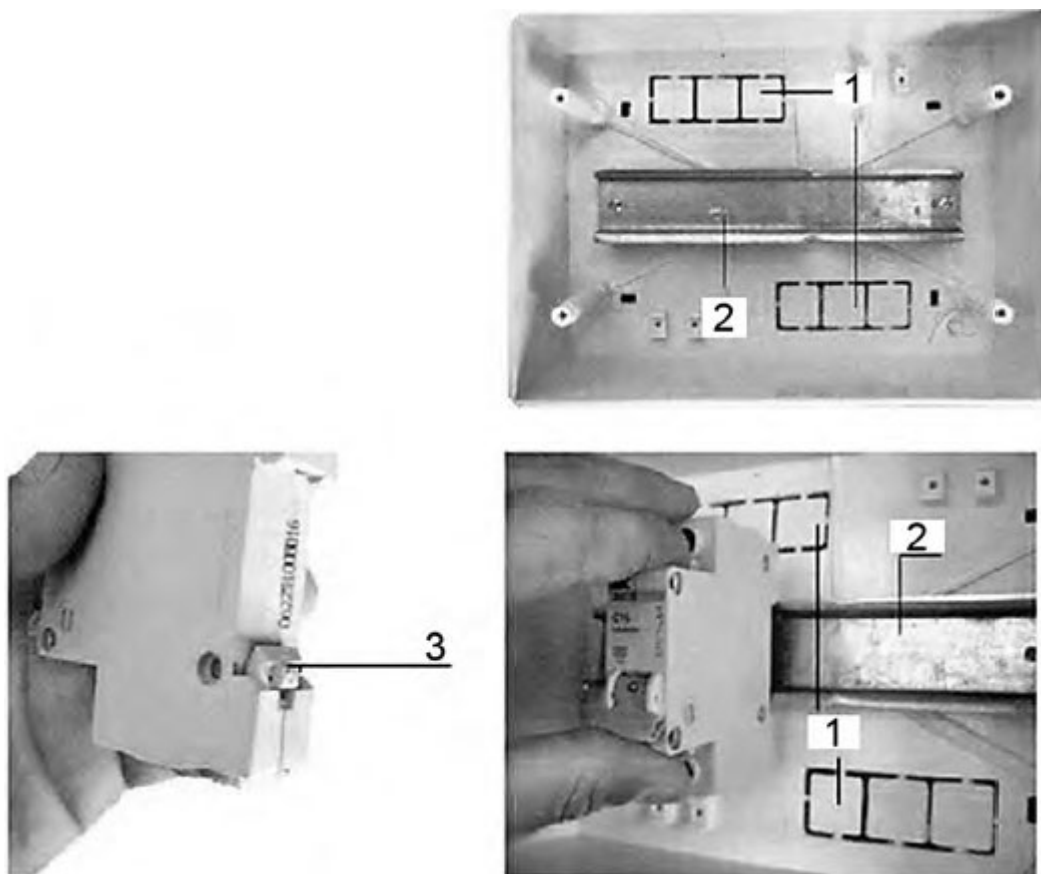
- однополюсный автоматический выключатель – 1 модуль;
- однофазный двухполюсный автоматический выключатель – 2 модуля;
- трехполюсный автоматический выключатель – 3 модуля;
- однофазное УЗО – 3 модуля;
- трехфазное УЗО – 5 модулей.

Покупать щит лучше с некоторым резервом по количеству модулей; опыт подсказывает, что брать впритык не стоит. Например, если расчетное количество модулей 12, то лучше приобрести щит хотя бы на 16. Это даст нужный запас на случай изменения схемы электропроводки или добавления новых точек подключения.

При неполном заполнении щита модульными элементами во избежание попадания в электрощит посторонних предметов можно воспользоваться специальными заглушками для щитов под пустые модули. Монтаж электрощита в квартире (доме) начинается с его установки. Прежде всего определитесь, какой щит вы будете устанавливать – внутренний (скрытой установки) или накладной (наружный). Если в доме скрытая электропроводка, то лучше, конечно, установить щит внутренний – он имеет более эстетичный внешний вид и выступает из стены минимально. Чтобы установить внутренний щит, подготовьте место под него – нишу, в которую и будет вмонтирован щит. Понятно, что стены при установке внутреннего щита должны иметь толщину, позволяющую сделать такую нишу.

Для открытой (наружной) электропроводки идеально подойдет накладной электрощит. Такой щит не требует подготовки места – его можно закрепить с помощью обычных дюбель-гвоздей или шурупов-саморезов (в зависимости от материала стены).

После того как щит установлен, его нужно собрать (рис. 4.6). Чтобы собрать щит, понадобятся автоматические выключатели (автоматы), которые крепятся на DIN-рейке щита 2 простым нажатием на автомат сверху. Фиксатор автомата 3 обеспечивает надежное его крепление на DIN-рейке. Цифрой 1 показаны места для ввода и вывода проводов и кабелей. Перед установкой щита не забудьте удалить эти части.



**Рис. 4.6. Сборка щита:**

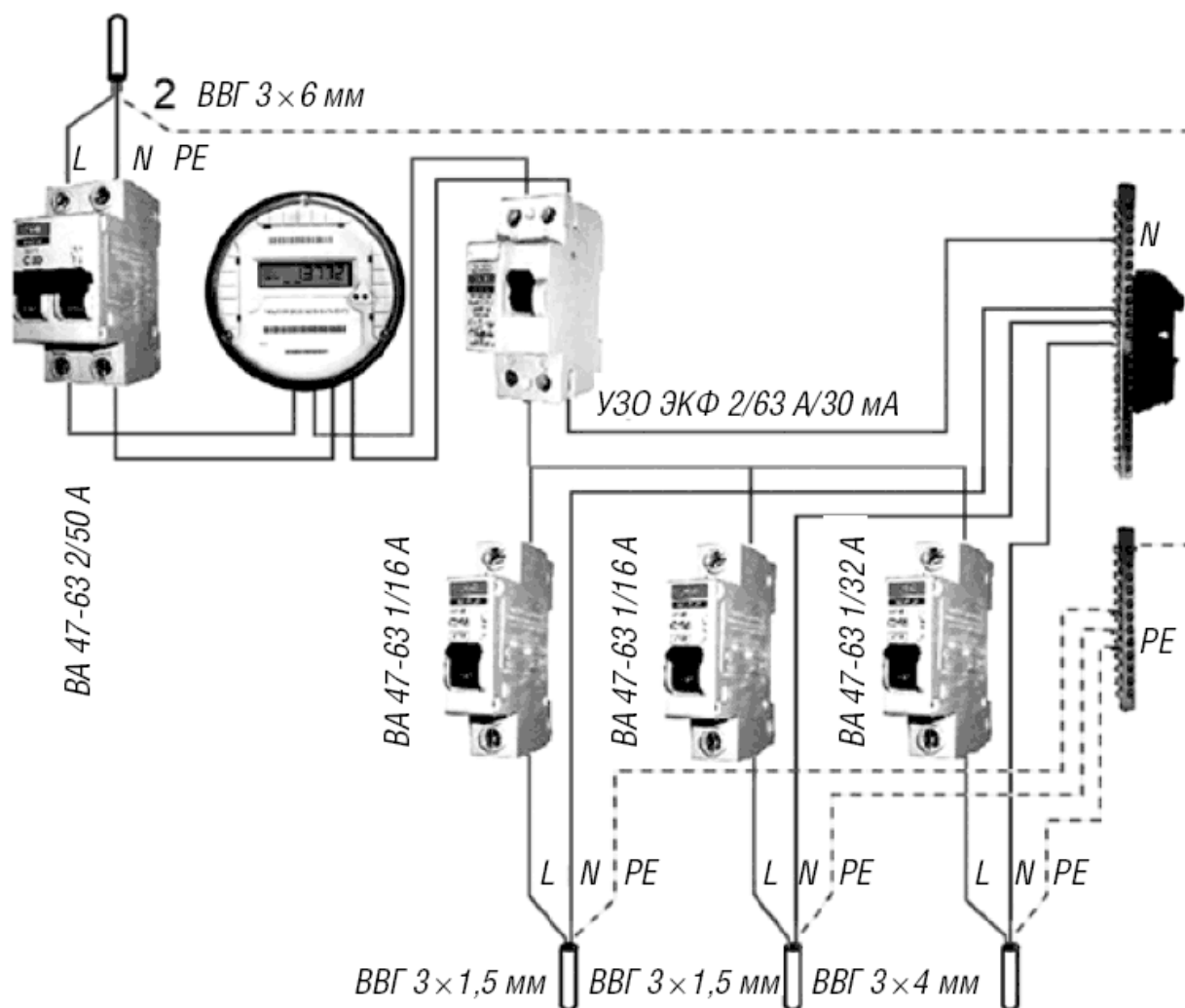
*1* – места ввода и вывода кабелей и проводов; *2* – DIN-рейка; *3* – фиксатор автомата

Собрать электрощит, точнее, укомплектовать его нужными автоматами, – процесс достаточно простой и недолгий. Самое же сложное в монтаже электрощита – это правильная коммутация автоматов.

На рис. 4.7 представлена примерная схема электрощита. Дело в том, что электропроводка каждой квартиры (дома) имеет свои особенности, поэтому и схема коммутации будет индивидуальной, с учетом этих особенностей.

Основные факторы, определяющие электрическую схему щита, такие:

- суммарная потребляемая мощность;
- потребляемая мощность каждой отходящей электрической группы;
- количество отходящих электрических групп;
- для многоквартирных домов – место установки электросчетчика (квартирный или этажный электрощит).



**Рис. 4.7. Примерная схема коммутации щита**

Посмотрим схему. Питающее напряжение подается на вводной дифавтомат, далее идет на однофазный электросчетчик, откуда поступает на УЗО, после чего расходится по модульным автоматическим выключателям.

Предложенная схема подойдет как для квартиры, так и для индивидуального жилого дома с обычной сетью напряжением 220 В. В случае необходимости в схему могут быть добавлены ВА для подключения дополнительных отходящих электрических групп. И все же это лишь приблизительная схема электрощита. Чтобы собрать электрощит, понадобится своя схема, учитывающая индивидуальные особенности электропроводки, – количество нужных групп для бытовых розеток, освещения, отдельных групп для подключения мощной бытовой техники и т. д.

## Инструмент

**Ручной инструмент.** Начинать список инструментов стоит с самых универсальных, которые могут понадобиться практически в любой ситуации. К ним относятся следующие.

**Молоток.** Лучше всего иметь не один, а несколько. Трех молотков с бойками массой 600, 300 и 150 г будет вполне достаточно для любой ситуации. Самый маленький молоток пригодится, если надо будет забивать мелкие гвозди крепления электроустановочной скобы. Хорошо, если средний молоток будет иметь на обратной стороне гвоздодер. В дополнение к молоткам хорошо иметь киянку – деревянную или резиновую. Она пригодится при работе со стамеской.

Набор ключей просто необходим при соединении проводов с помощью сжимов или болтов с гайкой, а также для откручивания соединений в различных устройствах, например распределительных щитах. Лучше всего иметь набор ключей малых размеров – от 6 до 24 мм. Большие размеры вряд ли понадобятся, все-таки монтировать придется в домашних условиях, а не на заводе. На рынке широко представлены универсальные наборы ключей с одной рукоятью и множеством насадок. Они намного удобнее и легче классических инструментов.

Монтажный нож. Вещь универсальная. Пригодится в любом случае. Одно примечание: нож для электромонтажных работ должен быть с изолированной ручкой. В магазинах широкий выбор разнообразных ножей для всех видов работ. Если придется трудиться на высоте и переносить инструменты в монтажном поясе, можно приобрести или изготовить нож с ножнами, чтобы безопасно двигаться и без проблем извлекать его на ощупь.

Набор отверток. Еще одна необходимая вещь. Отвертки должны быть с изолированной ручкой и иметь как можно больше разновидностей рабочей части – плоский шлиц, кресты и шестигранники. Лучше всего приобрести набор со сменными насадками и отдельно отвертки с длинным жалом, а также дополнительной изоляцией, чтобы выполнять работы в труднодоступных местах.

Плоскогубцы. Правильнее называть этот инструмент пассатижами, поскольку он включает в себя сами плоскогубцы, бокорезы и два резака для проволоки. Пассатижи – поистине универсальный инструмент, использующийся практически во всех слесарно-монтажных работах. Электромонтажные плоскогубцы отличаются от обычных изолированными рукоятками.

Бокорезы. Немного похожи на пассатижи. Отличаются более узкой специализацией – они предназначены только для перекусывания проводов и откусывания торчащих шурупов или гвоздей.

Круглогубцы. Инструмент сродни пассатижам с длинными закругленными губками. Круглогубцы предназначены для фигурного выгибания проволоки, что пригодится при монтаже различного вида сжимов и контактов.

Рулетка. Один из основных измерительных инструментов. Пригодится для снятия размеров, что необходимо для определения количества кабеля, расстояния между электрическими точками и т. д. Для электромонтажных работ обычно выбирают инструмент длиной 7,5–10 м. При необходимости можно приобрести специальную рулетку с матерчатой лентой длиной до 50 м.

Еще неплохо иметь при себе небольшой напильник, ножовку по металлу, зубило, набор стамесок, долото, штангенциркуль, изоленту.

**Электроинструмент.** Перфоратор. Значение этого инструмента сложно переоценить. Перфоратор предназначен для сверления и долбления отверстий в любых материалах – камне, металле, дереве, пластике и т. д. Конечно, режим долбления применяется не для всех материалов, а главным образом для натурального или искусственного камня. В любом перфораторе есть три режима: сверление, когда он работает как обычная дрель, ударное сверление, при котором рабочая насадка, вращаясь, совершает удары, и долбление, когда вращательного движения нет, а есть только ударное. Эти режимы делают перфоратор поистине универсальным инструментом. С его помощью можно бурить отверстия, делать штрабы, дробить и раскалывать камень, сбивать старую штукатурку, мешать строительные растворы и т. д. Фактически перфоратор – нечто среднее между дрелью и отбойным молотком.

Существует множество марок и видов перфораторов. Одни используются в профессиональной работе строителей, другие предназначены для домашних нужд. Основное их различие – в продолжительности работы и мощности. Профессиональный инструмент стоит достаточно дорого, но вполне оправдывает себя, когда постоянно возникает необходимость сверлить отверстия в бетоне, отбивать наслоения штукатурки или раскалывать старую цементную стяжку. Мощность такого инструмента – 1–1,5 кВт. Бытовые

модели имеют мощность в два раза меньше и по продолжительности работы намного уступают профессиональному инструменту.

Приобретая перфоратор, необходимо четко представлять, для каких именно работ он нужен: для широкомасштабного ремонта лучше подойдет одна модель, для краткосрочной работы вроде замены одного провода – другая. Разница в цене между ними будет большой.

Перфоратор может использоваться и как шуруповерт, но это относится к небольшим по массе моделям, поскольку удержать одной рукой инструмент массой 4 кг не каждому по силам. При этом прибор должен иметь переключатель направления вращения – реверс. Хорошо, если перфоратор будет иметь регулятор мощности.

Как правило, перфоратор имеет быстроразъемный патрон, предназначенный для крепления буров и рабочих насадок со специальным хвостовиком, но не для обычных сверл по металлу и дереву с цилиндрическим хвостовиком. Объясняется это просто. При ударных нагрузках в режиме сверления с долблением кулачки патрона не могут долго удерживать рабочую насадку, ослабляясь при непрерывной вибрации. Если необходимо использовать перфоратор для сверления металла, дерева или пластика, нужно приобрести специальные переходники с зажимами кулачкового типа, которые вставляются прямо в головку инструмента. В некоторых моделях можно менять головки, присоединяя их непосредственно к перфоратору. Для выполнения различных видов работ существуют специальные насадки.

Бур предназначен для сверления отверстий в бетоне и различного вида камне. Внешне похож на сверло по металлу или дереву. Отличается типом крепления и специальной вставкой – пластиной на вершине, изготовленной из твердых сплавов, чаще всего из победита. Бур не затягивается подобно сверлу, а вставляется в патрон, где фиксируется до щелчка, но не жестко, а с небольшим люфтом. Это делается для того, чтобы в ударном режиме бур работал с максимальной отдачей. Так как хвостовик при работе испытывает сильные нагрузки и трение, на него наносится смазка. Существует множество разновидностей буров, которые отличаются друг от друга размерами. Из-за люфта буры имеют невысокую точность сверления, поэтому, прежде чем начать бурить стену, можно, включив перфоратор в режим сверления, наметить точку, где необходимо проделать отверстие. Буры не используются при сверлении отверстий в пустотелом и обычном керамическом (красном) кирпиче.

Коронка по бетону – насадка, предназначенная для высверливания круглых отверстий в бетоне и камне. Значительно упрощает работу по созданию углублений для розеток скрытого типа. Имеет алмазное напыление и специальные режущие вставки из твердых сплавов по краю.

Коронка по мягким материалам предназначена для высверливания отверстий в гипсокартоне, дереве, гипсе, пластике и даже в стекле. Для каждого материала существует свой отдельный вид коронки. Коронки по мягким материалам используются в режиме сверления и обычно выпускаются с цилиндрическими хвостовиками.

Ударная дрель. В настоящее время практически все дрели имеют опцию ударного режима. Чаще всего такой инструмент используют именно как дрель, крайне редко применяя режим долбления. В общих чертах ударная дрель напоминает перфоратор, но по всем показателям ему уступает. К тому же такая дрель не имеет режима долбления, а только сверления с долблением. Применяется в том случае, когда выполняются работы небольшого масштаба и приобретать перфоратор невыгодно. При этом ударная дрель не является заменой перфоратора. Использование ее длительное время как профессионального инструмента для сверления с долблением приведет к порче.

Обычные рабочие насадки для дрелей – это различного вида сверла с цилиндрическим хвостовиком. Такие насадки очень разнообразны. Для каждого материала используются свои сверла. Не стоит использовать сверла по дереву для сверления металла и наоборот: и результатов не будет, и сверла быстро придут в негодность.

Шуруповерт. Второе название – аккумуляторная дрель. Хотя этот инструмент и называется дрелью, все-таки чаще его используют для закручивания шурупов и саморезов.

Шуруповерты комплектуются аккумуляторами с рабочим напряжением от 9 до 24 В. Такие дрели могут быть одно- и двухскоростными. Двухскоростная удобна тем, что в одном режиме она используется в качестве шуруповерта (скорость вращения шпинделя – 400 об/мин), а в другом – дрели (скорость – 800–1300 об/мин). Кроме того, аккумуляторная дрель имеет регулятор крутящего момента, чтобы с необходимой силой закручивать шурупы без риска сорвать шлицы.

Кроме шуруповертов пистолетного типа, существуют так называемые электрические отвертки. Этот инструмент внешне похож на обычную отвертку, но больше по размерам. Электрическая отвертка удобна тем, что, закрутив до определенного момента шуруп, можно одним движением зафиксировать насадку и завершить работу вручную. Существуют модели, у которых можно изменять угол поворота рабочей части для удобства закручивания шурупов в труднодоступных местах.

Для шуруповертов используются рабочие насадки, называемые битами. Бита – это приспособление, которое вставляется в патрон дрели. Существует множество видов бит, различающихся как по размерам и фирме-изготовителю, так и по форме рабочей части. Не стоит экономить при покупке бит, поскольку дешевые стираются очень быстро, в то время как дорогие модели служат намного дольше и не затрудняют работу.

Мультиметр. Многофункциональный измерительный прибор, который включает в себя амперметр, вольтметр и омметр. Бывают аналоговые и цифровые модели. Новейшие цифровые мультиметры имеют множество дополнительных опций, но, как правило, они нужны профессиональным электрикам. Для домашнего мастера вполне достаточно использовать этот прибор для измерения силы тока, его напряжения и для прозвонки цепей. Внешний вид мультиметра, или авометра, может испугать непривычного человека. Масса кнопок, разъемов и переключателей – кажется, что без специального обучения в нем не разобраться. На самом деле, внимательно прочтя инструкцию, даже неподготовленный человек с легкостью поймет способы применения прибора и его показания. Еще один вариант мультиметра – токоизмерительные клещи. Таким прибором очень удобно снимать показания с оголенных частей проводов.

## Различные электромонтажные работы

Чтобы рассчитать количество проводников, выбрать места для монтажа электрических точек и грамотно соединить кабель, необходимо составить общую схему электропроводки. Для начала рассмотрим способы соединения электрической цепи.

**Параллельное** – при таком способе входящие в цепь элементы объединены двумя узлами и не соединены друг с другом. При таком соединении элементов, даже если одна из ламп перегорит и разорвет цепь, остальные не погаснут, поскольку у тока останутся обходные пути.

**Последовательное** – все элементы цепи располагаются друг за другом и не имеют узлов. Пример последовательного соединения – всем известная елочная гирлянда советских времен: большое количество лампочек, соединенных одним проводом. Если сгорит одна, цепь разорвется, и погаснут все.

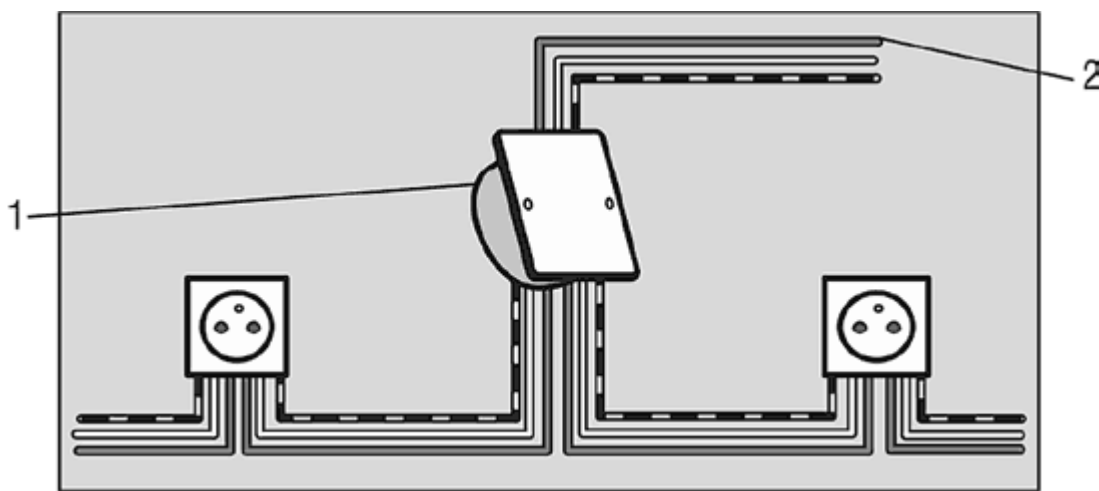
Существует три основных типа расключения проводки. Рассмотрим их подробно, поскольку от выбранного типа зависит вся схема целиком.

**Тип «звезда»** иногда называют бескоробочным или европейским типом разводки. Вкратце данный тип можно описать так: одна розетка – одна линия кабеля до щитка. Это означает, что каждая розетка или точка освещения имеет отдельную кабельную линию, которая заходит прямо в квартирный щиток и имеет свой автоматический выключатель. В чем преимущества и недостатки такого типа расключения? Плюс – прежде всего в безопасности и возможности контроля над каждой электрической точкой. К тому же не требуется устанавливать распределительные коробки. Расключение именно такого типа

делается, когда устанавливают систему «умный дом». Минус «звезды» – как минимум трехкратный расход проводки и, соответственно, трудозатрат по ее монтажу. Кроме того, квартирный щиток становится размером со средний шкаф. Он может насчитывать 70–100 групп автоматов, особенно если на объекте есть еще и информационные сети. Установить самостоятельно такой щиток сложно, и он дороже обычного.

**Тип «шлейф»** напоминает «звезду», но отличается от нее экономичностью. Изобразить его можно так: розетка – розетка – розетка – квартирный щиток или распаечная коробка. На один кабель последовательно подключаются несколько электрических точек, от которых общий питающий проводник идет либо к квартирному щитку, либо к распаечной коробке.

**Расключение в распределительных коробках** – наиболее часто встречающийся вариант (рис. 4.8). Именно таким образом делалась разводка в советское время. Экономичный способ, не требующий особых затрат. В квартире щитка нет вовсе, он расположен на лестничной площадке. От такого общего питающего источника отходит квартирное ответвление. На нем в щитке стоят счетчик и автоматический выключатель (иногда – 1, иногда – 2–3, редко больше). Питающий кабель заходит в квартиру, затем с помощью распределительных коробок – в помещения, подходя к каждой точке. Можно сказать, что от распределительной коробки проводка идет к точкам «звездой».



**Рис. 4.8. Расключение в распределительных коробках:**

1 – распределительная коробка; 2 – вход

Приведем пример разводки в отдельной квартире. Питающий кабель входит в квартирный щиток, где стоят несколько групп автоматов и устройств защиты. В щитке общий кабель разводится на несколько зон, например по жилым комнатам и отдельно в ванную и кухню с разделением на розетки и освещение. Питающий кабель отдельной зоны заходит в комнату и расключается в коробке по точкам. Здесь возможны варианты: кабель пойдет на розетки «шлейфом» или на каждую точку будет выделен отдельный проводник.

Чтобы самостоятельно выполнить монтаж проводки, желательно самому начертить ее схему. Она еще пригодится в дальнейшем. Это делается достаточно просто. Для начала изображается квартирный план с учетом всех размеров. Если нет необходимой документации, можно взять ее у застройщика, хотя она обязана храниться и у владельца жилья. Затем с помощью специальных обозначений выставляются все желаемые точки: лампы, розетки, автоматические выключатели и т. д. Надо не полениться и поставить общепринятые обозначения, чтобы эту схему поняли и другие люди. Нередки случаи, когда какое-то время спустя автор схемы не может разобраться в загадочных иероглифах, которые он сам же и придумал.

После этого вычерчиваются линии, которые обозначают прокладку проводки.

Обязательно укажите на плане, на каком расстоянии от потолка или пола находится кабель, особенно если проводка скрытого типа. Разными цветами надо показывать провода освещения, силовые кабели и провод заземления. Условными значками изображаются светильники, розетки, выключатели и распределительные коробки. Такая схема очень наглядна, и по ней можно выполнить все необходимые расчеты. Кроме того, она необходима и для того, чтобы в дальнейшем точно знать, где проходят провода. Иначе можно, вешая картину или полку, попасть сверлом прямо в кабель.

Существуют типовые правила для монтажа. Они таковы.

1. Провод прокладывается только вертикально и горизонтально, а его повороты делаются только под прямым углом. Как бы ни было сильно желание сэкономить кабель, проведя его по диагонали, лучше так не делать. В дальнейшем найти эту диагональ, например для ремонта, очень трудно, а попасть в нее гвоздем или сверлом – проще простого.

2. Расстояние от провода до потолка или пола должно быть 15 см. От углов, дверных косяков и оконных рам – не менее 10 см. При обводке через трубы отопления следует соблюдать зазор между ними и проводкой не меньше 3 см.

3. Необходимо избегать пересечения проводов при прокладке. Если пересечение неизбежно, то расстояние между кабелями должно быть не меньше 3 мм (можно подмотать на каждый из проводов в точке пересечения несколько витков изоленды).

4. Для упрощения расчетов все розетки и выключатели должны находиться на одинаковой высоте. Обычно выключатели устанавливают слева от двери на высоте, достаточной для того, чтобы опущенной ладонью прикоснуться к ним, то есть 80–90 см. Розетки монтируют на высоте 25–30 см. Однако на кухне и в случае подключения высоко висящих электроприборов это расстояние может быть и другим. Лучше всего, если провод к выключателям будет спускаться сверху, а к розеткам подводиться снизу – так делает большинство электриков.

5. Длина проводника, выходящего из электрической точки, должна быть 15–20 см. Это делается для удобства монтажа при устройстве скрытой проводки. Если она открытого типа, то длина проводника может быть меньше, 10–15 см. Концы жил проводников, которые заходят в электрические точки, должны быть заизолированы изолентой.

## Выбор типа проводки

**Скрытая проводка** – изолированные провода, проложенные в пустотах панельных перекрытий или в стене посредством штрабления. После проводка штукатурится. Что еще можно сказать о скрытой проводке? Скрытая проводка стационарна, ее расположение заранее планируют. Проводка рассчитывается с учетом потребляемой мощности таким образом, чтобы она была способна длительно выдерживать максимально допустимый ток.

Выключатели и розетки закрепляются в металлических или пластиковых подрозетниках, которые устанавливаются в высверленные специальной коронкой отверстия и фиксируются цементным раствором или алебастром.

Плюсы скрытой проводки:

1. Поверхность стен не загромождается электропроводкой.
2. Выключатели и розетки минимально выступают из плоскости стен.
3. Скрытая проводка никак не мешает отделочным работам и т. п.

Минусы скрытой проводки:

1. Не видно состояние электропроводки. Любая электропроводка имеет свойства стареть. Изоляция высыхает, становится грубой и хрупкой из-за нагрева проводов, что приводит к ее разрушению. Плохая изоляция приводит к короткому замыканию.

2. Если проводка в доме сделана своими руками и не очень давно, то ее расположение в стенах известно. Но если это не так или прошло несколько лет и все позабылось, то без специального прибора обнаружить проводку в стене довольно сложно. Если же сверлить наугад, вероятность попасть в провод мистическим образом возрастает, и тогда приходится

устранять последствия короткого замыкания: долбить стены, делать скрутки или вовсе менять провод целиком до распределительной коробки.

3. Переставили мебель, купили электроплиту, а она не совпала по размерам со старой, и пришлось ставить ее в другом месте. Приходится делать штрабу и прокладывать еще один провод. Еще одна-две перепланировки, и все стены будут в проводах, где-то действующих, а где-то обесточенных. И снова любая попытка сделать отверстие или забить гвоздь превращается в русскую рулетку...

4. На протяжении эксплуатации электропроводки порой приходится снимать выключатели и розетки (например, подтягивать контакты). Случается так, что провода ломаются, становятся короткими. Придется долбить стены и наращивать провода.

5. Прокладка скрытой проводки обходится дороже, так как работа пыльная, грязная и трудоемкая.

**Открытая проводка** – проложенные по поверхности стен изолированные провода. Проводка крепится к стенам с помощью специальных скоб или в специальных кабель-каналах. Розетки и выключатели устанавливаются на поверхности стен. Требования к открытой проводке те же, что и к скрытой, – она рассчитывается по длительно допустимому току.

Плюсы открытой проводки:

1. Проводка всегда доступна для внешнего осмотра. Можно в любой момент оценить состояние изоляции.

2. Проводку в кабель-канале можно легко и быстро заменить. Розетки и выключатели устанавливаются там, где будет удобно; единственное ограничение – безопасность.

3. Случайно не просверлишь провод, так как он всегда на виду.

Минусы открытой проводки:

1. Открытая проводка отнимает часть полезного пространства помещений.

2. По эстетическим соображениям открытая проводка не везде уместна.

Чтобы смонтировать электрическую цепь, одних проводов недостаточно. Ведь кабель надо к чему-то прикрепить, спрятать или защитить каким-либо образом. Придать эстетичный вид проведенным кабелям и проводам тоже важно. Для этих целей служат разнообразные изделия из металла и пластика, специально созданные для того, чтобы проводка была максимально удобной и безопасной. В домашних условиях чаще всего применяется скрытая проводка. Это отличный выход из положения. Проводов не видно, они надежно спрятаны под слоем гипса или цемента, который не только надежно скрывает кабель, но и служит хорошим диэлектриком при условии, что штукатурка сухая.

Для открытой прокладки проводов любого типа внутри и снаружи помещений применяют специальные короба, пластиковые или металлические. Пластиковые применяются внутри помещений, а металлические – снаружи или на производстве, а также в служебных помещениях. Пластиковые короба для кабелей и проводов называют кабель-каналом или электромонтажным коробом.

**Кабель-каналы.** По сути, это пластиковые профили, П-образные в сечении. Открытая сторона накрывается крышкой, которая фиксируется в профиле с помощью двойного замка. Короба такого типа распространены наиболее широко. Кроме П-образных коробов, встречаются треугольные, полусферические и другие. Цвет кабель-канала может быть практически любым. Материал, из которого изготавливаются профили, – негорючий ПВХ или полиэтилен.

Короба могут крепиться к поверхности с помощью дюбель-гвоздей, шурупов, саморезов и металлических скоб. Кроме того, к пластиковым, деревянным и шпатлеванным поверхностям коробов можно просто приклеить. Для этого применяется специальный клей.

Кабель-канал предназначен для прокладки любых видов проводников: информационных, силовых и осветительных. Как правило, электроканалы поступают в продажу кусками по 2 м. Продукция иностранных фирм может иметь другие размеры, например 2,2; 2,5 и 3 м. Ширина и высота в зависимости от сечения и количества

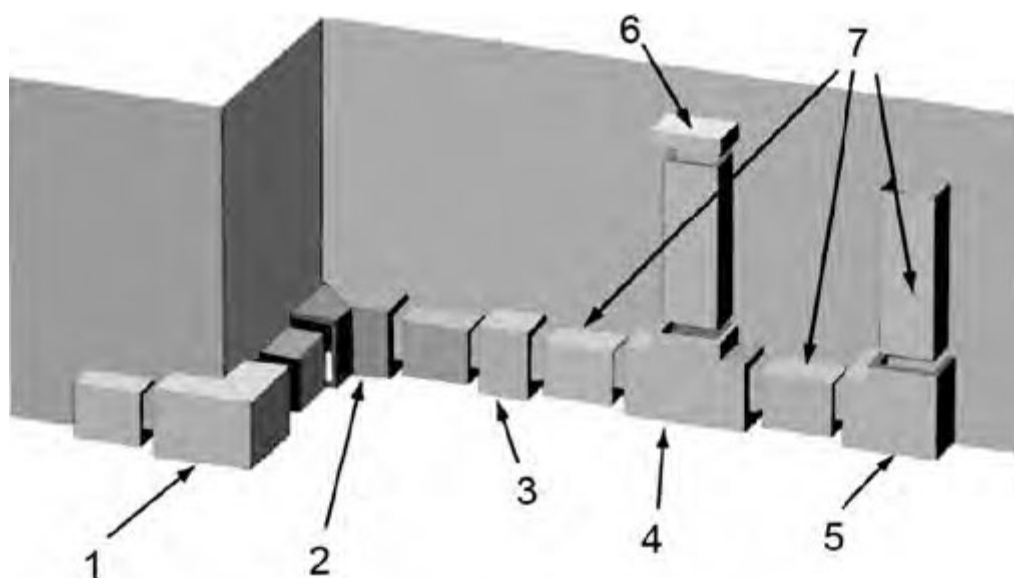
проводников могут быть от 10 до 60 мм.

С помощью различных аксессуаров (поворотов, углов, тройников и т. д.) монтируются электрические сети любого уровня сложности (рис. 4.9).

Кроме поворотных элементов, существуют специальные вставки для монтажа розеток и выключателей прямо на поверхности коробов.

Помимо основных видов кабель-каналов, есть специализированные изделия. К ним относятся напольные и плинтусные короба. Отличаются они местом проведения канала – вдоль пола или потолка, поэтому имеют специфическую форму.

Для прокладки одиночных кабелей, например антенного, есть специальные плинтусы, которые на вид ничем не отличаются от обычных. Середина у такого изделия пустотелая, закрытая крышкой. Этот плинтус прекрасно подходит, чтобы спрятать 1–2 провода, не устанавливая дополнительных коробов.



**Рис. 4.9. Открытая проводка кабеля:**

1 – угол внешний; 2 – угол внутренний; 3 – переходник; 4 – Т-образное ответвление; 5 – поворот на 90°; 6 – заглушка; 7 – кабель-канал

**Металлические короба.** Их еще называют лотками. Применяются при прокладке силовых кабелей в производственных помещениях, фальшполах или подвесных потолках; очень редко используются в бытовых условиях. Предназначены для прокладки кабелей внутри и снаружи помещений. Главная задача – защитить от механических повреждений и скомпоновать несколько проводников в одну трассу. Лотки изготавливаются из оцинкованной стали, имеют П-образный профиль, который закрывается крышкой. Бывают перфорированными и гладкими. Перфорированные изделия легче, их проще монтировать, гладкие устанавливаются на специальные опоры. Так же как и пластиковые короба, имеют массу аксессуаров для компоновки поворотов и крепления их к перекрытиям.

**Гофрированные пластиковые трубы.** Кроме коробов, существуют пластиковые и металлические трубы, предназначенные для прокладки кабеля. У них более широкий спектр применения. Кабель-канал в основном укладывается на ровную, гладкую поверхность – это необходимое условие для корректного монтажа. Трубы можно монтировать практически на любую поверхность, где их можно закрепить с помощью металлических скоб или специальных клипс. Кроме того, гофрированную гибкую трубу, или гофру, можно поворачивать под любыми углами или даже укладывать петлями. Гофра предназначена для прокладки любого вида проводников как внутри помещений, так и снаружи. Защищает кабель от механических повреждений и повышенной влажности, а также предохраняет людей от поражения током.

Различают легкие и тяжелые трубы. Первые чаще применяются внутри зданий, вторые,

поскольку обладают повышенной прочностью и влагоустойчивостью, – снаружи. Трубы как первого, так и второго вида могут быть со стальным зондом для протяжки кабелей или без него. Изготовлены гофрированные трубы из негорючего ПВХ.

Гофры выпускаются разных диаметров от 16 до 32 мм. Такие трубы протягиваются в помещениях со сложной структурой перекрытий либо под подвесными потолками, внутри гипсокартонных перегородок и т. д. Легкая пластиковая гофра легко ломается и ломается на морозе, поэтому не стоит жалеть средства – для наружной прокладки лучше купить тяжелый вариант.

**Гофрированные металлические трубы, или металлорукава.** Такие рукава очень похожи на пластиковую гофру, но изготовлены из стальной оцинкованной ленты. Основные отличия – повышенная защита от механических повреждений. Кроме того, при подключении заземляющего провода к металлорукаву последний выполняет роль электромагнитного экрана, что немаловажно при прокладке информационных кабелей.

**Гладкие жесткие трубы.** Второе название – трубы ПВХ. Это жесткий вариант пластиковой трубы. Изготавливаются такие трубы из поливинилхлорида, не распространяющего горение.

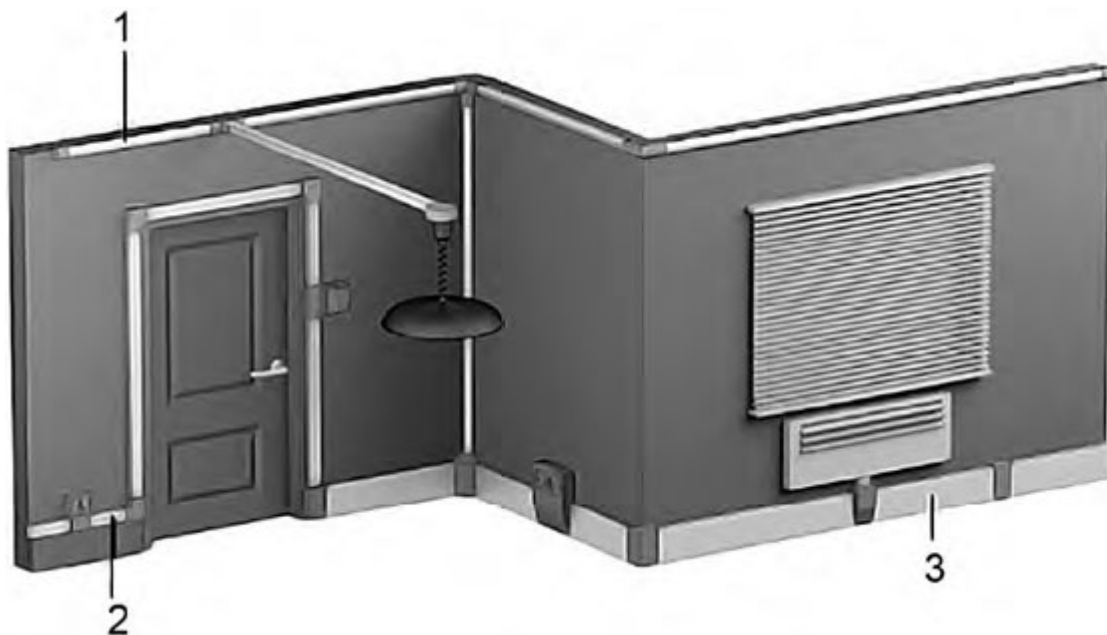
Служат для укладки и защиты проводов. Могут замуровываться в штукатурку, бетонные полы и т. д. Это исключительно удобно, поскольку провода скрыты, а извлечь их для ремонта и замены очень легко. Трубы ПВХ пожаробезопасны, предохраняют от поражения электрическим током. Поскольку они не гнутся, для поворотов и разводов используются многочисленные аксессуары: тройники, поворотные углы, муфты, клипсы для крепления труб и т. д.

### ***Монтаж открытой проводки***

Эти работы существенно отличаются от работ по монтажу скрытой проводки. Главная задача в последнем случае – убрать провода под декоративные поверхности, чтобы они находились под защитой и не портили внешнего вида помещений. Это замечательный выход из положения, но только в том случае, если проводится полный ремонт с заменой всех декоративных покрытий (штукатурки, обоев, керамической плитки и т. д.) или отделка начинается с нуля. Другое дело, если ремонт уже закончен и нет ни желания, ни особой необходимости что-либо менять, а проводку ставить надо. В такой ситуации монтируется проводка открытого типа. Еще один случай – это деревянный дом; вырезать штрабы в дереве достаточно трудоемко, да и размещать кабель там попросту небезопасно.

Любая открытая проводка прокладывается в специальных защитных кожухах. Это могут быть металлические лотки, гофрированные и ПВХ-трубы, кабель-каналы.

При скрытой прокладке доступ к проводам затруднен, а иногда и просто невозможен без того, чтобы разбирать декоративные покрытия. Открытый способ тем и хорош, что без каких-либо дополнительных усилий можно добраться до любого участка электрической сети. Идеальным вариантом для открытой проводки в жилых помещениях является кабель-канал (рис. 4.10).



**Рис. 4.10. Монтаж проводки в кабель-каналах:**

1 – угловая коробка; 2 – настенная коробка; 3 – электротехнический плинтус

Его достоинства заключаются в следующем.

1. Короб эстетичен, а это немаловажно для внешнего облика квартиры или дома. Ассортимент коробов настолько велик, что позволяет без особого труда подобрать кабель-каналы, подходящие к любым отделочным покрытиям.

2. Его очень просто монтировать. Этот процесс нетрудоемкий и не требует особых навыков.

3. На поверхности кабель-канала можно расположить розетки и выключатели, они идеально впишутся в общую конструкцию.

Монтаж защитного кожуха начинается с определения размеров и расчета того, какие аксессуары понадобятся для всей конструкции. Для этого придется начертить подробный план. Каждая стена изображается отдельно с указанием всех размеров. Кроме того, на чертеже обязательно указывается общее количество проводов и их сечение – это необходимо для определения размеров кабель-канала.

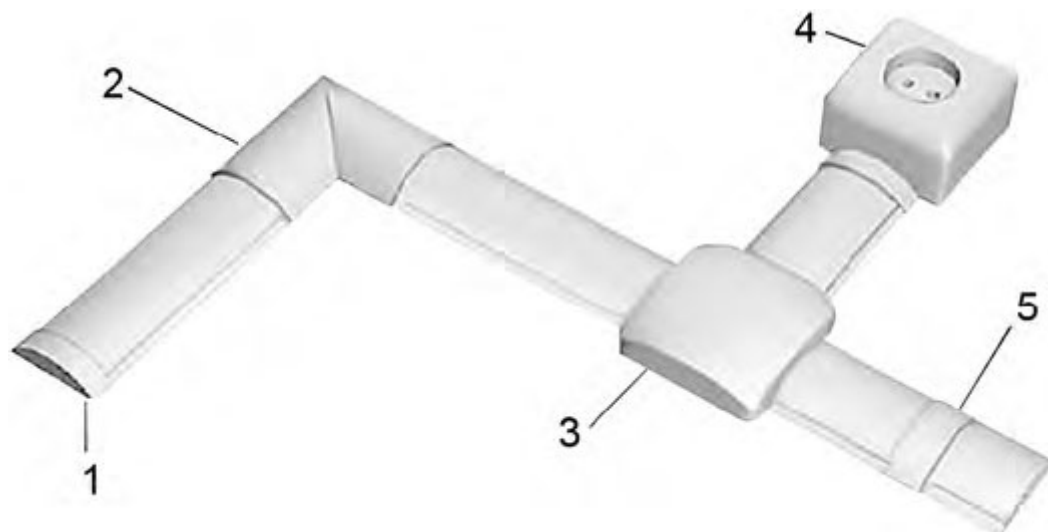
В отличие от скрытой проводки короб можно крепить к стенам под любыми углами. Захочется сэкономить на материале – по диагонали, а если возникнет желание поразить гостей необычным дизайном – можно выложить на стенах спирали или узоры. Обычно же кабель-канал монтируется под прямыми углами. Можно основной провод провести под потолком и спустить вертикально вниз к розеткам и выключателям, а можно наоборот – над самым полом и поднимать провода вверх. Вариантов масса, впрочем, как и видов короба.

Есть напольный вариант (рис. 4.11), потолочный и обычный, который подойдет во всех случаях.

Аксессуары к кабель-каналу – это поворотные углы, внутренние или наружные, на 90° или плавные, торцевые заглушки, тройники, переходы под кожух другого сечения и т. д. Изгибы трассы данного защитного кожуха прикрываются наружными и внутренними углами. Можно обойтись и без них, просто надрезая и сгибая короб и крышку, но монтаж с аксессуарами намного быстрее, а внешний вид в конечном варианте намного приятнее глазу.

Составив подробный чертеж, нужно вычислить количество комплектующих, длину короба, а также аксессуары и размеры кабель-каналов. Как правило, такой защитный кожух продается отрезками по 2 м, хотя иностранные производители выпускают и другие размеры. После того как все аксессуары и кабель-канал закуплены, можно начинать монтаж. Для этого прямо на поверхности стены вычерчивается положение короба. Все линии желательно проверять строительным уровнем, чтобы получилось ровно. Затем можно приступить к

креплению кабель-канала к стене.



**Рис. 4.11. Напольный монтаж проводки открытым способом:**

1 – заглушка; 2 – плоский угол; 3 – распределительная коробка для напольного короба; 4 – розетка с посадочным размером 60 мм и монтажной коробкой для напольного короба; 5 – скоба для стыка

Если стена гладкая и ровная, то короб можно просто приклеить. Термоклей мгновенного действия продается во всех строительных магазинах. С помощью специального пистолета он удобно и быстро наносится на рабочую поверхность. Это очень быстрый способ крепления, но, к сожалению, из-за неровностей поверхности не всегда подходит.

Более распространенный и надежный способ – прикрепить кабель-канал с помощью дюбель-гвоздей, если стены бетонные или кирпичные, или обычными шурупами, если деревянные. К гипсокартонным перегородкам или облицовке кабель-канал крепится специальными дюбелями-бабочками. В случае если кабель проходит по поворотам перегородок или аркам, можно сделать несколько параллельных надрезов на стенках кожуха, изогнув его. Точно так же надрезаются и крышки.

Дюбель-гвозди или шурупы вкручиваются в середину короба, если он небольшого размера. Если ширина спинки кожуха больше 50 мм, то крепеж должен прихватывать его по краям.

Кабель-канал начинается от входа в помещение, затем последовательно разводится ко всем электрическим точкам. Это делается для корректной подгонки аксессуаров. После того как короб смонтирован, в него укладывается кабель. В некоторых кожухах есть специальные перегородки для разделения проводов. Это особенно удобно, когда в одном коробе располагаются информационные и силовые кабели. Короб укладывается так, чтобы между проводами оставался небольшой промежуток. Не стоит запихивать провода так, чтобы крышка короба не закрывалась. Лучше предусмотреть кабель-канал большего размера. После того как укладка кабеля завершена, на короб надевается крышка. Достаточно вставить ее в пазы и надавить до щелчка.

Гофрированные трубы чаще всего используются в подсобных нежилых помещениях (например, на чердаке), поскольку имеют не слишком эстетичный вид. Они идеально подходят для проведения проводки от распределительных щитков до квартир. В частном доме гофрированные трубы используются для защиты кабелей, которые идут от воздушной ЛЭП к дому. Однако можно встретить и гофру разных цветов, которая вполне подходит для монтажа проводки внутри помещений.

Начинать монтаж гофры следует с составления схемы-чертежа. Необходимо помнить, что трубы не должны перекрещиваться друг с другом. Это некрасиво и не соответствует требованиям безопасности. Именно поэтому нужно тщательно вычертить схему разводки

труб, чтобы они не пересекались друг с другом.

После составления чертежа закупаются все аксессуары, необходимое количество трубы и делается разметка.

Для правильного определения диаметра гофры нужно взять столько проводов, сколько будет проходить внутри нее, и на куске трубы испытать их размещение. Помните, что пустота должна составлять как минимум половину внутреннего объема гофры, иначе протяжка проводов будет производиться с большим усилием или станет вовсе невозможной. Гофра бывает с зондом или без него. Для монтажа конструкции, состоящей из небольших кусков, подойдет труба без зонда. Если же линия провода, который нужно спрятать в гофру, достаточно длинная, то труба нужна с проволокой-зондом.

Протяжка провода происходит следующим образом. Конец кабеля привязывается к концу проволоки, а труба крепко обхватывается рукой. За другой конец проволоки провод протягивается сквозь гофру. Если кабелей несколько, то они привязываются одновременно, а труба при протяжке должна быть выпрямлена.

На линии разметки отмечаются точки, в которых будут сверлиться отверстия под крепеж. Чаще всего при открытом способе прокладки гофры используются пластиковые клипсы, которые крепятся к потолку или стенам с помощью дюбель-гвоздей или шурупов. Чем больше диаметр трубы и, естественно, ее масса, тем чаще надо располагать клипсы. При

укладке трубы  $\varnothing$  16 мм крепеж располагается на расстоянии 30–40 см. Труба  $\varnothing$  32–40 мм

требует расположения клипс на расстоянии 20–30 см друг от друга.

Далее просверливаются отверстия, в которые вставляются пластиковые дюбеля, и в них вкручиваются шурупы, прижимающие клипсы. Затем труба с кабелем просто вставляется в клипсы. Если возникнет необходимость отсоединить трубу, то достаточно просто потянуть ее на себя.

Есть вариант крепления с помощью металлической скобы или затягивающегося хомута. Последний применяется в том случае, когда внешний вид трубы не имеет значения и необходимо быстро произвести монтаж. С помощью одного хомута, который крепится дюбель-гвоздем или шурупом, можно соединить несколько гофрированных труб, которые затягиваются хомутом. При этом надо помнить, что при креплении гофры хомутами нельзя собирать все трубы в один пучок.

Трубы из ПВХ монтируются точно так же, как и гофрированные. Они используются в подсобных и нежилых помещениях, где проводке требуется дополнительная механическая защита. Клипсы или другой вид крепления можно располагать реже, чем в случае с гофрированной трубой, поскольку трубы ПВХ прочнее и не прогибаются.

Если необходимо быстро провести кабель по стене открытым способом и нет ни труб, ни кабель-каналов, то можно воспользоваться электроустановочными скобами. Способ очень прост. Кабель прижимается к стене вдоль отмеченной линии и прихватывается пластиковой скобкой, которая прибивается к поверхности стены небольшим гвоздиком, идущим в комплекте. Разумеется, этим способом провод крепится только к такой поверхности, в которую возможно вбить гвоздь. Силовые кабели таким образом проводить не рекомендуется, но информационные и провода освещения вполне допустимо.

### ***Монтаж скрытой проводки***

Монтаж скрытой проводки начинается на этапе ремонта или строительства, когда ничего, кроме черновых стен и потолка, еще нет. Это самый простой вариант – не надо делать штрабы, а потом заделывать их. Толщина слоя штукатурки, которая покроет кабель, при таком варианте должна быть не менее 6–7 мм.

Однако если поверхность ровная и слой штукатурки не превышает 3–4 мм, то такой вариант не подойдет. Лишние траты никому не нужны: сделав штукатурку всего на 3–4 мм толще, вы увеличите суммарный расход материала многократно. Проще все же сначала выровнять стену, а затем по штукатурке штрабить на нужную глубину. Перед тем как монтировать кабели и провода, необходимо обязательно проверить их на целостность с помощью индикатора или лампы-пробника. Та же процедура повторяется после монтажа.

Первым делом чертятся линии, по которым будет прокладываться кабель. От потолка или пола отмеряется расстояние, на которое будут отстоять провода. При этом необходимо учитывать, что эта величина может быть уменьшена или увеличена в зависимости от запланированных работ, например укладки пола или монтажа навесного потолка. Линии хорошо чертить с помощью длинного строительного уровня – они получатся не просто ровные, но и горизонтальные и вертикальные. Затем с помощью перфоратора со специальной коронкой высверливаются отверстия под коробки, после чего штраборезом или болгаркой делаются штрабы между ними. Шаг третий: в установочных коробках выламываются лючки; в открывшиеся отверстия позднее будут вставляться провода. Коробки фиксируются гипсом. После того как коробки установлены, нужно отмерить отрезки кабеля и труб (если они будут прокладываться) и вложить проводники в штрабы. Уложенный кабель и коробки замазываются штукатуркой. После того как штукатурка окончательно высохнет, можно устанавливать розетки и выключатели.

Рекомендованное выше расстояние (15 см от потолка и пола) должно отмеряться с учетом последующих изменений, иначе может получиться так, что провод (а еще хуже, если розеточная группа) окажется выше уровня чистового потолка или ниже уровня чистового пола. Затем по линиям ставятся точки, в которых кабель будет прикрепляться к стене. В зависимости от вида проводника крепежные скобы могут располагаться на расстоянии 40 см (для гибкой) или 20–30 см (для монолитной) друг от друга.

Необходимо сказать несколько слов о крепеже. Идеальным для бетонных и кирпичных стен является дюбель-хомут. Для монтажа кабеля сечением  $3 \times 1,5$ – $3 \times 2,5$  мм используются

хомуты с маркировкой 5/10. Для их установки требуется бур  $\varnothing 6$  мм длиной не меньше 60

мм. После разметки с помощью перфоратора нужно просверлить в точках крепления отверстия. Затем кабель обхватывается дюбелем, и дюбель просто вставляется в отверстие. Пластиковые усики заклинятся, и провод оказывается надежно зафиксированным. Это намного проще, чем другие виды крепежа. Делая повороты, помните, что они должны быть плавными, с радиусом не меньшим, чем указано в спецификации провода.

В основном в домашних видах проводки делают изгиб, равный 6 диаметрам кабеля. Перед тем как фиксировать провод, отмотайте с бухты достаточно большой (до 10 м) кусок. Затем выпрямите провод, чтобы он не был перекручен и изогнут, – это существенно упростит монтаж. Подведя кабель к электрической точке, оставьте запас длиной 15–20 см для подсоединения розеток и выключателей. После того как кабель закреплен, можно приступать к оштукатуриванию стен и дальнейшим работам.

**Штрабление стен.** Если ситуация такова, что на голые черновые стены кабель положить не удастся или слой штукатурки слишком тонок, то стены придется штрабить. Штраба – это борозда или прямоугольная канава в стене. Сделать ее просто, но зачастую весьма трудоемко. Начинать следует с разметки. После этого выбирается инструмент для работы: болгарка, перфоратор или штраборез. Электрический штраборез по причине дороговизны используют не все, хотя он очень удобен. Гораздо чаще используется болгарка или перфоратор. При работе с ними обязательно использование защитных очков, специальной одежды и респиратора: пыли будет очень много.

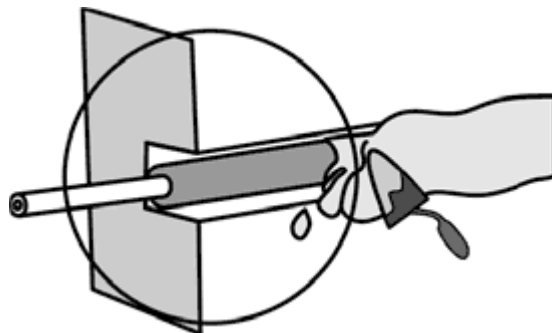
Если нет электроинструмента, штрабить придется зубилом и молотком. Это очень

трудоемко, к тому же штраба получится неровной, и велика опасность того, что часть штукатурки отвалится.

Глубина штрабы должна быть достаточной для того, чтобы кабель скрылся в ней с запасом. Учтите, что в данном случае подрозетники обычно устанавливаются в стену. Аккуратнее и проще работать болгаркой, особенно если проводов в штрабе несколько. Для резки штукатурки или кирпича используют сменные диски по камню, для твердого железобетона – алмазные. По всей линии протяженности кабеля прорезаются 2 параллельно идущие линии на такую глубину, чтобы скрыть провод; запас 2–3 мм не повредит (еще нужно будет скрыть крепеж).

Ширина штрабы зависит от количества проводов (они должны располагаться на расстоянии 3–5 мм друг от друга). Прорезав эти 2 линии, обычным зубилом или перфоратором (так быстрее) сбейте бетон между ними – и штраба готова. Теперь в нее можно монтировать проводку. Провода крепятся дюбель-хомутами, как было описано выше.

Теперь штрабу можно заделывать штукатуркой. Перед тем как это сделать, необходимо еще раз проверить, все ли на месте и на достаточную ли длину выдвинуты концы проводов. До оштукатуривания нужно вычистить пыль из штраб щеткой и покрыть выемку грунтовкой. После этого развести необходимое количество штукатурной смеси и наносить ее шпателем, вдавливая внутрь штрабы (рис. 4.12). Затем широким шпателем нужно удалить излишки штукатурки и оставить высыхать примерно на сутки.



**Рис. 4.12. Нанесение штукатурной смеси в штрабу с проводкой**

В местах, где будут располагаться разветвительные коробки, провода остаются висеть пучками. Концы проводов скручиваются и изолируются. Коробки монтируются после заделывания штраб, поскольку не всегда ясно, на какую глубину их устанавливать.

**Скрытая прокладка проводки в трубах.** Для особо надежной проводки кабелей используются пластиковые трубы, гофрированные или ПВХ. Такой способ прокладки используется не так уж и часто – в помещениях с повышенной влажностью и резкими перепадами температур, например в хозяйственных неотапливаемых строениях, подвалах, банях и т. д. Трубы в штрабах прокладывают практически так же, как и кабель.

Если хотя бы один из кабелей заключен в пластиковую трубу, то допускаются их пересечения (рис. 4.13).

Единственная разница – ширина и глубина штрабы будут намного больше. Пластиковые трубы крепятся дюбель-хомутами или металлическими скобами, если их диаметр превышает 40 мм. Можно фиксировать трубы в штрабе и с помощью быстро застывающего гипсового раствора.



**Рис. 4.13.** Проводники, предварительно уложенные в трубы, могут пересекаться

Такой способ прокладки более трудоемок, но существенно повышает надежность и долговечность проводников. Кроме того, в случае замены или ремонта провода можно легко вынуть из трубы, которая зафиксирована в стене, и произвести все необходимые работы.

**Скрытая прокладка кабеля.** Если в помещении предусматривается подвесной потолок из гипсокартона с металлическим каркасом, то монтаж кабеля сильно упрощается. Не требуется штробить стены в горизонтальном направлении, все провода прячутся под гипсокартон, подводятся к стенам и опускаются вертикально вниз под нужные электрические точки. Можно избежать бурения отверстий под распаечные коробки, разместив их там же. Единственное «но» – в этом случае коробки должны быть с пластиковыми лючками; тогда можно в любой момент получить доступ к электрической арматуре, размещенной за перегородкой или подвесным потолком.

Провода освещения можно крепить к потолку хомутами или дюбель-хомутами. Хороший вариант, когда проводка заключена в пластиковые трубы, прикрепленные к потолку с помощью клипс. Это повышает пожаробезопасность гипсокартонной конструкции.

Если есть желание, то кабель можно проложить и в полу. Хорошо подходят для такого способа монтажа полы из дерева и гипсоволоконных плит. В первом случае в лагах выпиливаются или просверливаются отверстия для установки пластиковых труб, внутри которых проходит кабель. Во втором случае трубы просто укладываются на черновой пол, прикрепляются скобами к нему и засыпаются керамзитом или другим наполнителем, поверх которого настилается напольное покрытие.

Есть вариант, когда проводка прячется в трубы и заливается цементным раствором – помещается под стяжку. Однако так делать не рекомендуется, особенно если слой раствора над трубой достаточно тонкий.

Если проводка прячется в перегородки, за облицовку или в пол, то в этих местах нельзя соединять провода. Это можно делать только в коробках, за границами скрытой прокладки

проводки.

В перегородки или за гипсокартонные конструкции провода прячутся довольно часто. Самая распространенная ошибка – монтаж без защитных оболочек. Происходит это так. В металлических профилях просто пробиваются отверстия. Перед тем как нашить гипсокартон, провода протаскиваются сквозь эти отверстия. Это грубейшее нарушение всех норм. Края профиля могут повредить изоляцию, и ток пойдет на металлические детали конструкции. Кроме того, вытащить такой провод для замены или ремонта практически невозможно. Он запутается в заусенцах профилей и острых краях подвесов. Простейшее решение – кабели заключаются в пластиковые трубы или короба, и уже эти трубы просовываются в отверстия профиля.

При прокладке проводов освещения часто используются пустоты в потолочных плитах. Они находятся там с момента изготовления перекрытия. Спрятать в них провода – замечательная идея, поскольку не требуется штрабления, а провода надежно защищены. В потолке пробиваются два отверстия: одно – у стены, второе – в месте, где будет располагаться светильник. С помощью зонда из жесткой проволоки провод протаскивается через канал в плите.

Если проводка прячется в перегородки, полы или потолки, то она обязательно должна быть заключена в пластиковые трубы или лотки. Это требование пожарной безопасности и защищенности людей.

## Бытовые электроприборы

В любой современной квартире работает множество разнообразных электрических приборов, и их количество растет с каждым годом. Всеми приборами можно и нужно пользоваться более эффективно, экономически выгодно и, главное, безопасно.

Для этого надо знать несколько общих положений.

Старайтесь изъять из пользования устаревшие приборы. Современные электроприборы удобнее в обращении, более эффективны и, как правило, более выгодны экономически.

Важно, чтобы приобретаемый прибор соответствовал вашим потребностям. Для этого следует принять во внимание состав семьи, количество и возраст детей, образ жизни, частоту пользования и т. д. и только после этого определять, какими характеристиками должно обладать приобретаемое устройство. Рекомендуется проанализировать и сравнить потребление электроэнергии различными электроприборами; эти данные обычно приводятся на фабричном ярлыке либо в прилагаемой к прибору инструкции по эксплуатации.

Убедитесь, что проводка и защитные устройства вашей квартиры подходят для установки приобретаемого электроприбора.

## Отопительные приборы

Рассмотрим некоторые характеристики популярных отопительных приборов.

**Рефлектор.** Состоит из одного и более нагревательных элементов и отражателя. Энергия передается излучением отражателя в ту сторону, куда повернут прибор. Потребляемая мощность – 1200–3200 Вт. К преимуществам прибора относятся его относительная дешевизна, а также начало нагрева сразу после включения.

Вместе с тем рефлекторы обладают рядом недостатков:

- тепло распространяется только в одну сторону, помещение прогревается медленно;
- высокая температура может стать причиной возгорания предметов, находящихся вблизи рефлектора;
- высокая температура и недостаточная защита нагревательных элементов представляют опасность для детей;

- отсутствует терморегулятор;
- рефлектор высушивает воздух в помещении.

**Тепловентилятор.** Воздух поступает через отверстия в корпусе, нагревается спиралью (одной или несколькими) и распространяется с помощью вентилятора. Потребляемая мощность – 1000–3000 Вт. Как правило, в приборе имеются терморегулятор и переключатель режимов, который изменяет количество включенных спиралей. Прибор более безопасен, чем рефлектор, так как спирали надежно скрыты. Летом его можно использовать в качестве вентилятора. Благодаря принудительной циркуляции воздуха тепловентилятор быстро и равномерно прогревает помещение. Недостатки прибора:

- тепловентилятор высушивает воздух в комнате;
- мощная воздушная струя и шум при работе могут вызывать неприятные ощущения у людей с повышенной чувствительностью.

**Конвектор.** Воздух поступает через отверстия в нижней части прибора, нагревается от спиралей и выходит сверху. Потребляемая мощность – 500–3000 Вт. Прибор безопасен и может быть установлен в детской комнате; он снабжен терморегулятором и переключателем режимов. Однако по сравнению с тепловентилятором он прогревает помещение медленнее. Воздухонагреватель также высушивает воздух в комнате.

**Масляный радиатор.** Он содержит нагревательный элемент (один или несколько), который подогревает масло, находящееся в замкнутой системе. При соприкосновении с нагревателем воздух в комнате нагревается. Потребляемая мощность – 2000–2500 Вт. Прибор совершенно безопасен, снабжен переключателем режима и терморегулятором. Тепло распространяется во все стороны равномерно, и воздух в комнате не высушивается. К недостаткам прибора относятся большой вес, относительно высокая стоимость, медленный прогрев помещения.

### ***Как экономить электроэнергию при пользовании отопительными приборами***

1. Не допускайте утечек тепла. Важно добиться плотного прилегания дверей и окон в комнатах, для чего следует ликвидировать щели между окнами и рамами, дверями и косяками. Проникновение воздуха через щели ведет к потерям тепла, а следовательно, и к увеличению расхода электроэнергии.

2. Не обогревайте пустые помещения.

3. Зимой рекомендуется поддерживать температуру в комнате 18–20 °С при условии, что люди, находящиеся в квартире, одеты в удобную одежду, соответствующую сезону. Терморегулятор позволяет установить и поддерживать нужную температуру в обогреваемой комнате. Он выключает прибор, как только температура достигнет заданного уровня, и автоматически включает его, когда температура ниже заданной. Если отопительный прибор не снабжен терморегулятором, за температурой воздуха в помещении можно проследить по термометру, установленному на одной из внутренних стен.

4. Должно быть обеспечено свободное поступление нагретого воздуха от прибора в комнату (особенно при пользовании тепловентилятором). Не используйте прибор для сушки одежды, не загромождайте его различными предметами. Не помещайте вблизи отопительного прибора горючие материалы и легковоспламеняющиеся предметы.

## **Холодильник**

Мощность этого электроприбора сравнительно невелика, однако он может потреблять достаточное количество электроэнергии, так как работает непрерывно 24 часа в сутки. Для экономии электроэнергии выполняйте ряд рекомендаций.

Выбирайте объем камер приобретаемого холодильника в соответствии с тем количеством продуктов, которое будет в нем храниться.

Место установки холодильника должно быть удалено от источников тепла и защищено от солнечных лучей.

Для обеспечения полной изоляции рекомендуется плотно закрывать дверцы и периодически проверять изолирующие резиновые прокладки. Деформированные прокладки ведут к проникновению теплого внешнего воздуха в камеры, что, в свою очередь, влечет за собой повышенное потребление электроэнергии. Дверцы открывайте как можно реже и не держите открытыми долго.

Следите, чтобы задняя стенка (теплообменник) холодильника не покрывалась пылью. Обеспечивайте свободную циркуляцию воздуха вокруг холодильника. Не ставьте в холодильник теплые продукты, подождите, пока они остынут до комнатной температуры.

Установите термостат на температуру 5–7 °С. Своевременно размораживайте и чистите холодильник. Наросты льда существенно увеличивают расход электроэнергии. Пользуйтесь разведенным в воде уксусом – это поможет избавиться от неприятного запаха. Перед размораживанием снизьте температуру в морозильной камере. Это позволит продуктам оставаться холодными в течение длительного срока после извлечения из морозильной камеры.

Морозильную камеру рекомендуется заполнять по меньшей мере на две трети ее объема – так повышается эффективность ее работы. С другой стороны, не следует помещать в камеру слишком много продуктов, так как необходимо обеспечить свободную циркуляцию воздуха в ней.

## **Стиральная машина**

Стиральная машина – один из самых распространенных электроприборов, без которых очень трудно представить нашу жизнь. Это так просто – закладываем белье, насыпаем стиральный порошок, наливаем смягчитель, нажимаем кнопку и через некоторое время получаем чистое, приятно пахнущее белье. Важно знать, что не все стиральные машины одинаковы, как и не одинаковы требования к стирке в разных семьях. Поэтому, прежде чем приобрести стиральную машину, необходимо учесть:

- состав вашей семьи: чем больше семья, тем больше должна быть мощность машины и объем ее бака;
- потребление машиной электроэнергии, воды и моющих средств;
- скорость отжима. Выбирайте машину с более высокой скоростью отжима, поскольку чем она выше, тем суше выстиранное белье.

Чем современнее модель, тем, как правило, экономичнее стиральная машина.

Современная стиральная машина потребляет ток более 10 А. Ее нельзя включать в общую квартирную сеть. Подготовка базы для стиральной машины включает в себя выполнение прокладки отдельной линии электропроводки с установкой автомата на 16 А и подключением отдельной розетки.

Следующие рекомендации помогут экономить электроэнергию при пользовании стиральной машиной.

1. Рекомендуется закладывать в бак не больше и не меньше того количества белья, которое рекомендуется для того или иного цикла стирки. Перегрузка, так же как и недогрузка, неэкономична. Кроме того, страдает и качество стирки.

2. Рекомендуется использовать программу с предварительным замачиванием только для очень загрязненного белья. Эта процедура увеличивает расход электроэнергии примерно на 20 %.

3. Стирка при температуре 60 °С вместо 90 °С позволит сэкономить около 25 % электроэнергии. Поэтому, если белье не слишком загрязнено, имеет смысл стирать его при более низкой температуре.

## **Электрическая плита**

Электрическая плита, так же как и стиральная машина, требует прокладки отдельной электропроводки, установки автомата на 16 А и отдельной розетки. Рекомендуется отдать предпочтение плите не столь мощной, но изготовленной по более современной технологии – это позволит экономить электроэнергию.

Для эффективной и экономной эксплуатации электроплиты рекомендуется:

- чтобы диаметр кастрюли соответствовал диаметру конфорки;
- чтобы кастрюля имела гладкое дно и закрывалась крышкой подходящего размера;
- чтобы при варке пищи в кастрюле не было много воды;
- после того как вода в кастрюле закипит, снизить температуру до необходимого для продолжения варки уровня;
- незадолго до окончания приготовления пищи выключить конфорку, так как ее медленное остывание обеспечит достаточно тепла для завершения варки;
- при приготовлении пищи как можно реже поднимать крышку, что сохраняет тепло, предотвращает избыточный расход энергии и сокращает время приготовления пищи;
- пользоваться скороваркой – это сэкономит и время, и электроэнергию;
- воздерживаться от предварительного прогрева духовки, если этого не требует рецепт;
- не открывать дверцу духовки без необходимости.

## Освещение

Освещение жилого помещения должно соответствовать гигиеническим нормам. Недостаточная освещенность наносит ущерб здоровью. Так, например, не следует выключать потолочную лампу, освещая комнату только настольной, выключать полностью освещение при просмотре телевизионных передач и т. д. Осветительный прибор подбирается в зависимости от того, где он будет находиться и какие функции выполнять (общее освещение, местное, декоративное и т. д.). Правильно выбранные тип и мощность лампы дадут возможность эффективно и экономно расходовать электроэнергию.

Существует широкий ассортимент электроламп, из которых пока самыми распространенными являются **лампы накаливания**. Эти лампы дешевы, не требуют дополнительных комплектующих. Заменить сгоревшую лампу не представляет сложности. Лампы накаливания наиболее точно передают цвет окружающих предметов. К недостаткам ламп накаливания относится относительно небольшой срок службы (до 1000 ч). Другой существенный недостаток – неэкономичность. В излучаемый свет преобразуется не более 5 % затраченной энергии; все остальное уходит на нагревание.

**Люминесцентные лампы** – следующие по популярности после ламп накаливания. Такая лампа потребляет в 6 раз меньше электроэнергии, чем лампа накаливания, при равной освещенности, а также имеет более продолжительный срок службы. Люминесцентная лампа работает только с помощью дополнительных приборов – дросселя и стартера. К ее недостаткам относятся также большие размеры, незначительный шум и некоторое искажение цвета освещаемых предметов.

Одно из важнейших направлений усовершенствования технологии освещения – это создание люминесцентных компактных ламп. По своей конструкции и принципу действия такая лампа ничем не отличается от обычной люминесцентной; единственное отличие – размеры. По сравнению с лампами накаливания компактные лампы дают возможность сократить затраты электроэнергии на 70–85 %, при этом срок их службы в 8–13 раз выше. В числе их недостатков называют чувствительность к частым включениям и выключениям, а также некоторую неестественность света.

Для экономии электроэнергии без ухудшения качества освещения рекомендуется:

- максимально использовать естественное освещение. Следите за чистотой оконных стекол, не загромождайте подоконники, не завешивайте окна несколькими занавесями и шторами;

- применять соответствующие осветительные приборы;
  - содержать в чистоте лампочки и места их установки (стены, полы, потолки);
  - отдавать предпочтение более светлым оттенкам при выборе покрытий для стен, потолков, полов, а также мебели;
  - применять более совершенные средства управления освещением (сдвоенные выключатели для люстр, выключатели с реостатом и т. д.);
  - использовать одну лампу накаливания большой мощности вместо двух маломощных.
- Например, использование одной лампы мощностью 100 Вт вместо двух 60-ваттных позволяет сократить потребление электроэнергии на 20 %, не говоря уже о снижении расходов на покупку ламп.

Продуманная система освещения в доме способна существенно сократить расход электроэнергии.

## **Аварийные и ненормальные режимы**

**Короткое замыкание.** Если замкнуть два провода, подводящие ток к электрическому прибору, ток резко возрастет (в 10 и более раз). Возрастание тока в 10 раз приведет к увеличению количества тепла в проводах в 100 раз. При этом проводка может быть разрушена и возникнет опасность пожара. Во избежание этого сеть должна быть оборудована устройством мгновенного автоматического отключения.

**Перегрузка.** Такая же опасность разрушения, но за более продолжительное время возникает при превышении силы тока сверх нормы, допустимой для используемой проводки. В этом случае сеть также должна быть автоматически отключена.

**Отклонение напряжения.** На паспортном щитке электрического прибора нанесено его номинальное напряжение, то есть напряжение, обеспечивающее его нормальную работу. Как правило, оно составляет 220 В. При отклонениях напряжения как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения, нарушается нормальная работа и сокращается срок службы электроприбора. При значительном отклонении напряжения возможно повреждение электроприбора. Если по каким-либо причинам в вашей квартире напряжение ниже 200 В, необходимо пользоваться стабилизаторами напряжения.

**Скачки напряжения.** Речь идет о кратковременном увеличении напряжения, которое может достигнуть нескольких сотен вольт. Такое высокое напряжение способно повредить некоторые домашние электроприборы, особенно собранные с использованием мельчайших электронных деталей: компьютеры, музыкальные центры, видеомagniетофоны и т. п. Есть несколько факторов, которые вызывают скачки напряжения:

- удары молний в провода линии электропередачи или в непосредственной близости от нее;
- операции автоматической коммутации (включение и отключение мощных электродвигателей промышленных предприятий и др.);
- незапланированные переключения, которые приходится выполнять при возникновении неблагоприятных условий.

**Перекоc напряжения.** Это явление состоит в том, что одна часть электроприборов оказывается под завышенным напряжением, а другая – под заниженным. Это явление происходит при неисправности в сети 400/230 В; его легко заметить по ненормальной работе электроприборов. Так, лампочки меньшей мощности светятся ярким светом, а лампочки большей мощности горят вполнакала. Если при перекоcе напряжения квартирная сеть не отключилась автоматически, необходимо как можно быстрее сделать это вручную.

## Электробезопасность

Рассмотрим, чем опасно электричество для человека. Как известно, электрический ток невидим и беззвучен, по крайней мере тот, который течет в проводах, а именно с ним приходится контактировать чаще всего. Однако при всей своей незаметности электричество заставляет работать приборы, освещает и обогревает дома. Эта энергия с легкостью из созидательной может превратиться в разрушительную и даже смертельную.

В чем же опасность контакта тока с человеком? Основных опасностей две: механическое поражение тканей человека и влияние электричества на нервную систему.

Как известно, механизм передачи нервных сигналов имеет в основе электрохимическую природу. Проще говоря, в теле человека есть собственное электричество. С помощью нервных сигналов происходит сокращение и расслабление мышц, в том числе и сердечной, осуществляется управление всеми внутренними органами. В случае контакта с находящимся под напряжением проводником организм человека реагирует на ток как на сигнал собственной нервной системы, но неизмеримо мощнее. Мышцы судорожно сокращаются, приходя в состояние постоянного напряжения, и расслабить их не удастся – входящий сигнал превосходит по мощности команды организма. Всем известно золотое правило электриков: прикасаться к оголенным проводам, если неизвестно, под током они или нет, тыльной стороной ладони: если проводник окажется под током, то мышцы руки, получив удар, рефлекторно сократятся, отдергивая кисть и разрывая контакт. Если потрогать проводник привычным способом, пальцы плотно обхватят проводник и разжать их будет невозможно, а человек окажется под непрерывным воздействием силы тока, что очень опасно. При особенно сильных токах возможны вывихи, разрывы связок и даже переломы костей, вызванные мощными мышечными сокращениями.

Опасным для человека считается напряжение от 25 В. В данной ситуации нужно четко отличать напряжение и силу тока. Убивает именно последняя. Для примера нужно сказать, что голубые искорки статических разрядов имеют напряжение до 7000 В, но ничтожную силу и потому безопасны, тогда как напряжение в обычной бытовой розетке всего 220 В, но с силой тока 10–16 А может стать причиной смерти. Более того, прохождение тока силой 30–50 мА через сердечную мышцу уже может вызвать фибрилляцию (трепетание) сердечной мышцы и рефлекторную остановку сердца. Чем это закончится, объяснять не надо. Если ток не заденет сердце (а пути электричества в человеческом организме причудливы и трудно предсказуемы), то его воздействие может вызвать паралич дыхательных мышц, что тоже ничего хорошего не сулит. Случались совершенно поразительные происшествия, когда электрический ток, не оставляя видимых повреждений, буквально зажаривал внутренние органы, доводя их до кипения.

Поражение тканей организма подразделяется по воздействию на физическое и химическое.

**Физическое воздействие.** Это прежде всего тепловое поражение. Выделение тепла при прохождении электрического тока через проводник (в данном случае человеческое тело) зависит от сопротивления этого проводника. Данная величина для сухой человеческой кожи составляет примерно 1000 Ом – вполне достаточно для получения ожогов различной степени тяжести. Это зависит от силы тока и вовсе не означает, что предпочтительнее контакт электричества с мокрой кожей. Сопротивление резко падает, и электрический разряд проникает в тело человека глубже, сильнее воздействуя на внутренние органы.

К физическому воздействию относится также поражение глаз при вспышках электродуги или короткого замыкания. Жесткий ультрафиолет может серьезно обжечь сетчатку глаза, вызвав кратковременную или постоянную слепоту, инверсию цветовосприятия и т. д.

**Химическое воздействие.** При прохождении разряда по тканям человека ток изменяет электролитические свойства тканевой жидкости, крови, лимфы и др. Это чревато серьезными последствиями, поскольку состав крови достаточно стабилен и должен таковым оставаться.

Значительный сдвиг показателей кислотности, свойств эритроцитов и химического состава может вызвать тяжелое поражение организма.

Как видно из всего вышесказанного, практически любой контакт с электричеством если не смертелен, то весьма неприятен. Степень поражения зависит от силы тока и времени воздействия на организм человека. Далеко не всегда прохождение разряда через тело человека вызывает столь тяжкие последствия. По статистике, на каждые 120–140 тыс. случаев контакта с электричеством только один заканчивается летальным исходом. Гораздо чаще имеют место ситуации, когда контакт приводит к разным по тяжести травмам. Однако это вовсе не повод относиться к электричеству безответственно. Особенно там, где человек часто с ним контактирует, – при электромонтажных работах или ремонте.

В промышленных электроустановках средством защиты служит заземление корпуса. Однако в квартирах в большинстве случаев заземляющий провод отсутствует. Средством защиты служат полы, изготовленные из изолирующих материалов (дерево, линолеум и др.). Поэтому электрический прибор в металлическом корпусе может быть установлен только на таком полу.

Не пытайтесь самостоятельно выполнить заземляющий контур вокруг дома.

Не используйте в качестве заземления нулевой провод!

Не используйте в качестве заземления различные коммуникации (водопровод, канализацию, газ, отопление)!

Размещайте стиральную машину на достаточном удалении от коммуникаций!

Если вы заметили, что какой-нибудь электроприбор пощипывает током, немедленно отключите его.

Чтобы снизить до минимума риск подвергнуться поражению током, необходимо как следует изучить основные правила безопасности и обязательно применять средства защиты.

## **Первая помощь при поражении электрическим током**

При возникновении ситуации, когда человек попал под действие электрического тока, нужно предпринять следующие действия.

Если пострадавший находится под непрерывным действием тока, необходимо разорвать контакт любым способом. Эффект поражения будет пропорционален времени нахождения человека под напряжением. Разорвать контакт необходимо, соблюдая определенные меры безопасности: не прикасаться к человеку, попавшему под действие электрического тока, незащищенными руками и стараться не подходить близко. Лучше всего отбросить пострадавшего в сторону с помощью сухой деревянной палки или доски. Если есть доступ к автоматам отключения, необходимо сразу же прекратить подачу энергии. Когда такой возможности нет, можно перерубить кабель с помощью инструмента с изолированной рукоятью, но только в крайнем случае, поскольку такое действие небезопасно. Если под рукой нет подходящей деревянной палки, можно воспользоваться любым резиновым или пластиковым изделием, чтобы ухватить человека и оттащить его из зоны поражения.

Если пострадавший находится под воздействием тока напряжением менее 400 В, можно попытаться ухватить его за сухую одежду, предварительно обернув руки сухой тканью или полиэтиленовым пакетом. После того как на пострадавшего перестал действовать ток, необходимо сразу же оказать ему первую медицинскую помощь и вызвать врача.

Пострадавшего нужно удобно и ровно уложить на мягкую подстилку, растереть конечности, при необходимости освободить ротовую полость от слизи и крови. Необходимо расстегнуть одежду и обеспечить приток свежего воздуха. Если человек без сознания, следует дать ему понюхать нашатыря, побрызгать водой. Полезно принять сердечное или успокоительное средство, например корвалол или валерьянку.

Если человек не приходит в сознание, дыхание затруднено или отсутствует, кожа

бледная или синюшного цвета, пульс неровный или отсутствует, необходимо принимать более серьезные меры. К ним относятся искусственное дыхание и непрямой массаж сердца.

Одновременно надо позвать других людей, которые могут оказать помощь и вызвать скорую.

Прежде чем начать процедуру искусственного дыхания, надо уложить пострадавшего на спину, чтобы его воздухоносные пути были свободны для прохождения воздуха. Для этого его голову максимально запрокидывают назад. Подложив одну руку под шею, другой надавливают на темя. В результате корень языка отодвигается от задней стенки гортани и восстанавливается проходимость дыхательных путей. При сжатых челюстях надо выдвинуть нижнюю челюсть вперед и, надавливая на подбородок, раскрыть рот. Затем очистить салфеткой ротовую полость от слюны или рвотных масс и приступить к искусственному дыханию: на открытый рот пострадавшего положить в один слой салфетку (носовой платок), зажать ему нос, сделать глубокий вдох, плотно прижать свои губы к губам пострадавшего и с силой вдуть воздух ему в рот. Вдуть надо такую порцию воздуха, чтобы она каждый раз вызывала возможно более полное расправление легких, что обнаруживается по движению грудной клетки. Небольшие порции воздуха не дадут никакого эффекта. Воздух вдывают ритмично, через каждые 5–6 с, что соответствует 10–12 вдохам-выдохам в минуту, до восстановления естественного дыхания.

Не следует прекращать оживление до прибытия скорой помощи, даже если дыхание у пострадавшего не появляется.

При внезапном прекращении сердечной деятельности, признаками которого является отсутствие пульса, сердцебиения, реакции зрачков на свет (зрачки расширены), немедленно приступают к непрямому массажу сердца: пострадавшего укладывают на спину на твердую, жесткую поверхность. Встают с левой стороны от него и кладут свои ладони одну на другую на область нижней трети грудины. Энергичными ритмичными толчками 50–60 раз в минуту нажимают на грудину, после каждого толчка отпуская руки, чтобы дать возможность расправиться грудной клетке. Передняя стенка грудной клетки должна смещаться на глубину не менее 3–4 см.

Если у пострадавшего отсутствуют и дыхание, и пульс, непрямой массаж сердца проводится в сочетании с искусственным дыханием. В этом случае помощь пострадавшему должны оказывать два или три человека. Первый производит непрямой массаж сердца, второй – искусственное дыхание способом «изо рта в рот», а третий поддерживает голову пораженного, находясь справа от него, и должен быть готов сменить одного из оказывающих помощь, чтобы искусственное дыхание и непрямой массаж сердца осуществлялись непрерывно в течение нужного времени. Во время вдвухания воздуха надавливать на грудную клетку нельзя. Эти мероприятия проводят попеременно: 4–5 надавливаний на грудную клетку (на выдохе), затем одно вдвухание воздуха в легкие (вдох).

Искусственное дыхание в сочетании с непрямым массажем сердца является простейшим способом реанимации (оживления) человека, находящегося в состоянии клинической смерти. При проведении искусственного дыхания и непрямого массажа сердца лицам пожилого возраста следует помнить, что кости в таком возрасте более хрупкие, поэтому движения должны быть щадящими. Маленьким детям непрямой массаж производят путем надавливания в области грудины не ладонями, а пальцем.

После того как пострадавший придет в себя, его следует оставить в лежачем положении на мягкой подстилке, укрыть одеялом, обеспечить максимальный покой, достаточный доступ воздуха, по возможности дать крепкий чай, немного вина или коньяка. При наличии ожогов – наложить асептические повязки. В любом случае после поражения электричеством пострадавшего необходимо госпитализировать, поскольку, даже если видимых последствий нет, они могут обнаружиться спустя несколько часов или даже суток.

Чтобы не попасть в опасную ситуацию и снизить риск поражения до минимума, необходимо соблюдать несколько простых правил. Они касаются не только непосредственной работы с электричеством, но и использования электроприборов в быту.

1. Никогда не прикасайтесь к оголенным жилам проводов и контактам электромеханизмов, если не уверены, что они обесточены. Нелишне будет проверить, есть ли ток, с помощью индикатора или мультиметра. Даже в полностью обесточенной цепи может сохраняться заряд, особенно если в схеме есть конденсирующие устройства. Например, прикоснувшись к оголенным контактам вилки перфоратора, можно получить чувствительный удар током, хотя она и выдернута из розетки. Это происходит потому, что на обмотках электромотора, как в конденсаторе, сохраняется остаточный заряд, особенно если сеть не заземлена. Такой удар не смертелен, но крайне неприятен, а если работа производится на высоте, то и опасен – от неожиданности можно потерять равновесие и упасть. Следите за предупреждающими знаками, которыми снабжены электрические цепи и механизмы. Они находятся там не для красоты.

2. Не стоит прикасаться к электроприборам и проводам мокрыми руками. Необходимо следить за влажностью в помещениях, где присутствует электроэнергия в любом виде. Например, в случае затопления необходимо сразу же обесточить помещение или дом.

3. При электромонтажных работах следите за состоянием инструмента и средств защиты. Небольшая трещина в изоляции ручки пассатижей может обернуться электрическим ударом.

4. Не прикасайтесь одновременно к бытовым приборам, подключенным к сети, и заземляющим предметам (трубам или батареям отопления). Если корпус прибора «пробивает», можно получить электроудар.

5. Если в бытовом приборе или проводке возникает очаг возгорания, не надо пытаться потушить его водой. Она, как известно, хорошо проводит электричество, и есть риск получить разряд тока через струю воды.

6. Никогда не пользуйтесь неисправными электроприборами, которые имеют трещины, сколы изоляции, следы копоти и т. д.

Непреренно расскажите детям о той опасности, которую представляет электричество. Детям дошкольного и младшего школьного возраста следует запретить пользоваться электроприборами в отсутствие взрослых. Ни в коем случае нельзя допускать игры детей с электрическими приборами. Тщательно следите за тем, чтобы в квартире не было открытых токоведущих частей (например, патрона без лампы). Объясните также детям, что ток опасен и на расстоянии. Строго запретите приближаться к оборванным проводам, устраивать игры под линиями электропередачи: запускать воздушных змеев, подбрасывать проволоку. Ни под каким предлогом нельзя проникать в трансформаторные подстанции.

Кроме прямого воздействия на человека, электричество несет и другую опасность. Как и всякая энергия, оно, вырвавшись на свободу, может стать источником немалых бед. Самая главная опасность – это, конечно же, пожар. Причиной возникновения пожароопасных ситуаций, как правило, является неисправная проводка. Необходимо следить за состоянием изоляции проводов и не допускать эксплуатации поврежденных. Кроме поврежденных, могут представлять опасность и старые провода. С течением времени изоляция на жилах становится хрупкой и может просто рассыпаться. На устаревших проводах установлена изоляция не такого уровня безопасности, как на современных. В качестве примера можно вспомнить ниточную изоляцию на шнурах старых электроприборов.

Причиной возгорания проводников может быть несоответствие между сечением ТПЖ и силой тока. Нельзя использовать шнуры и провода с сечением жил меньшим, чем требуется по расчетам. Представьте, что провод ШВВП с сечением ТПЖ 0,75 мм<sup>2</sup> подключается к стиральной машине или холодильнику. Он просто не выдержит проводимой энергии и, нагревшись, расплавится, а если рядом окажутся легковоспламеняющиеся предметы, то они могут загореться.

В дополнение к перечисленным существует еще одна опасность – утечка. Это полная или частичная вероятность того, что часть электрической энергии пойдет не туда, куда следует: например, когда изоляция ТПЖ кабеля повреждена и соприкасается с материалом облицовки стен или штукатуркой. Такой материал – диэлектрик, но только в сухом

состоянии. При увлажнении штукатурка начинает прекрасно проводить электрический ток, то есть при непредвиденной утечке воды или повышении влажности в помещении часть стены внезапно становится источником тока. Это чревато опасной ситуацией – от поражения электрическим током людей до возгорания находящихся рядом предметов, не говоря уже о том, что питание электрических узлов будет производиться не в полной мере.

Наверняка вы видели или слышали о пожарах, причиной которых стала неисправная электропроводка и, как следствие, короткое замыкание. От него часто и происходит возгорание.

Напомним, что коротким замыканием называют соединение 2 фазовых, фазового и нулевого или фазового и заземляющего проводов. Происходит контакт 2 проводников с разными потенциалами. Такой контакт называют коротким, потому что он происходит без электроприбора. Очень маленькое сопротивление в этом случае служит причиной многократного увеличения силы тока. По закону Ома сила тока пропорциональна напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению, то есть чем меньше сопротивление, тем больше сила тока. Визуально короткое замыкание напоминает взрыв. Мгновенный бросок силы тока вызывает перегрев проводников и возникновение электрической дуги между ними.

Между прочим, вольтова дуга имеет температуру около 5000 °С. Особенно впечатляюще выглядит замыкание фазовых проводов в трехфазных сетях. Человека, замкнувшего отверткой две фазы, может отбросить на несколько метров, он получит ожоги и контузию. Об отвертке можно забыть: ее металлическая часть превратится в пар. В домашних условиях такого фейерверка не получится, но последствия тоже могут быть печальными – провода расплавятся, а изоляция сгорит. Если рядом есть легковоспламеняющиеся предметы, они вспыхнут и возникнет пожар. При возникновении короткого замыкания с обрывом линий электропередачи может произойти самый настоящий взрыв с электромагнитным ударом, разрушающим всю электронную аппаратуру в радиусе нескольких десятков метров. Никогда не приближайтесь к месту обрыва проводов ЛЭП.

Причины возникновения короткого замыкания очень просты: неисправная изоляция, неправильный монтаж проводки, случайный обрыв и плохие контакты в электроприборах. Все это можно предотвратить, соблюдая следующие правила.

1. Не допускайте эксплуатации старых кабелей с устаревшей изоляцией.
2. Не проводите ремонтные работы, такие как сверление, резка, долбление, там, где проложены провода.
3. При монтаже проводки не снимайте верхнюю оболочку ножом, разрезая ее вдоль кабеля.
4. Никогда не работайте с проводкой, если она находится под напряжением.
5. В сети обязательны защитные устройства отключения – пробки, плавкие вставки, предохранители, автоматические выключатели, дифференциальные автоматы.
6. Своевременно заменяйте устаревшие розетки и выключатели, искрящие при работе.
7. Не используйте неисправные электроприборы, искрящие при работе. Исключение – работа электроинструмента, в котором искрение создают угольные щетки. Это допустимо.
8. Старайтесь не прокладывать провода, сплетая их тугим пучком.

Чтобы обезопасить человека от поражения электрическим током во время электромонтажных работ, применяются различные способы. В их число входят специальная одежда и индивидуальные средства защиты, такие как перчатки, боты (сапоги) и диэлектрические коврики. Во время грозы необходима повышенная осторожность. В домах, где нет молниеотводов (одноэтажные, в сельской местности), надо выключить чувствительные электронные приборы, закрыть окна, двери, трубы в печах, прекратить разговоры по телефону. Описаны случаи попадания в комнату через окно шаровых молний, которые взрывались и вызывали пожары. Во время грозы нельзя находиться на открытой местности – в поле, на берегу реки, моря. В лесу не следует укрываться под одиноко стоящим деревом или возвышающимся над другими деревьями, которые могут стать

центром электрического кратера, вокруг которого ток растекается по земле, – через такое дерево часто проходит разряд молнии. Наиболее опасны дуб, тополь, сосна. Редко молния ударяет в березу или клен, почти никогда в кустарник.

Небезопасно находиться на возвышенных местах вблизи высоких мачт, столбов и т. п.; нельзя становиться на сырые пни, которые заземлены через корни.

## **5. Водоснабжение**

### **Источники воды**

При монтаже водоснабжения в загородном доме основным параметром является выбор источника воды. Водоснабжение усадебного жилого дома осуществляется различными способами из поверхностных или подземных вод. Для водозабора, если отсутствует централизованная система водоснабжения, преимущественно используют подземные источники и осуществляют его с помощью шахтных колодцев или скважин. Вода, добытая из этих источников, не требует дополнительной обработки. Водозаборные сооружения должны быть расположены на расстоянии не менее 20 м от местных систем канализации, выгребных ям и т. п. При глубине залегания подземных вод до 10 м в качестве водозаборных сооружений следует устраивать шахтные, а при глубине более 10 м – трубчатые колодцы (артезианские скважины).

Экологическая обстановка позволяет использовать для питья лишь подземные воды; в исключительных случаях после получения заключения санитарно-эпидемиологической службы можно использовать для питья также воду из рек, озер и других водоемов. Для полива успешно можно использовать воду из небольших водоемов или неглубоких (до 10–15 м) скважин и колодцев, в большинстве случаев для питья такая вода не годится и нужно делать более глубокие скважины, добывая воду из более низлежащих горизонтов.

Нужно знать, что приступать к пробивке водозаборных скважин рекомендуется лишь после того, как к участку подведено электричество, так как неэксплуатируемая скважина с электронасосом заиливается за 2–3 месяца.

До тех пор пока нет заключения санитарной станции о качестве воды, ее нужно кипятить в течение 5–7 мин, а хранить кипяченую воду можно не более 1–2 суток. Если пробное бурение показало, что водоносный горизонт располагается на глубине до 20–30 м, для забора подземных вод можно сделать шахтный колодец, водозаборную скважину (мелкотрубчатый колодец) или взять в трубу родниковую воду, бьющую из-под земли (каптаж).

Проще всего можно обеспечить себя водой для питья и полива, если вблизи бьет родник. У выхода водоносного горизонта, в том месте, где выступает вода, на поверхности делают железобетонный короб, в который вода поступает через стенки и днище, – каптажный водозабор. В грунт вкапывают стальную или керамическую трубу, к которой и подсоединяют водопроводные трубы. Для создания давления и подачи воды для полива и в дом ставят насос.

Каптажную, как и другую добытую воду, нужно проверить в санэпидстанции, так как такая родниковая вода может легко быть загрязнена стоками близлежащих выгребных и компостных ям. По санитарным нормам источник воды должен располагаться не ближе 30 м от очистных сооружений (септики, выгребные ямы, фильтрующие колодцы), мест сброса отходов, площадок для мойки машин и других источников загрязнения.

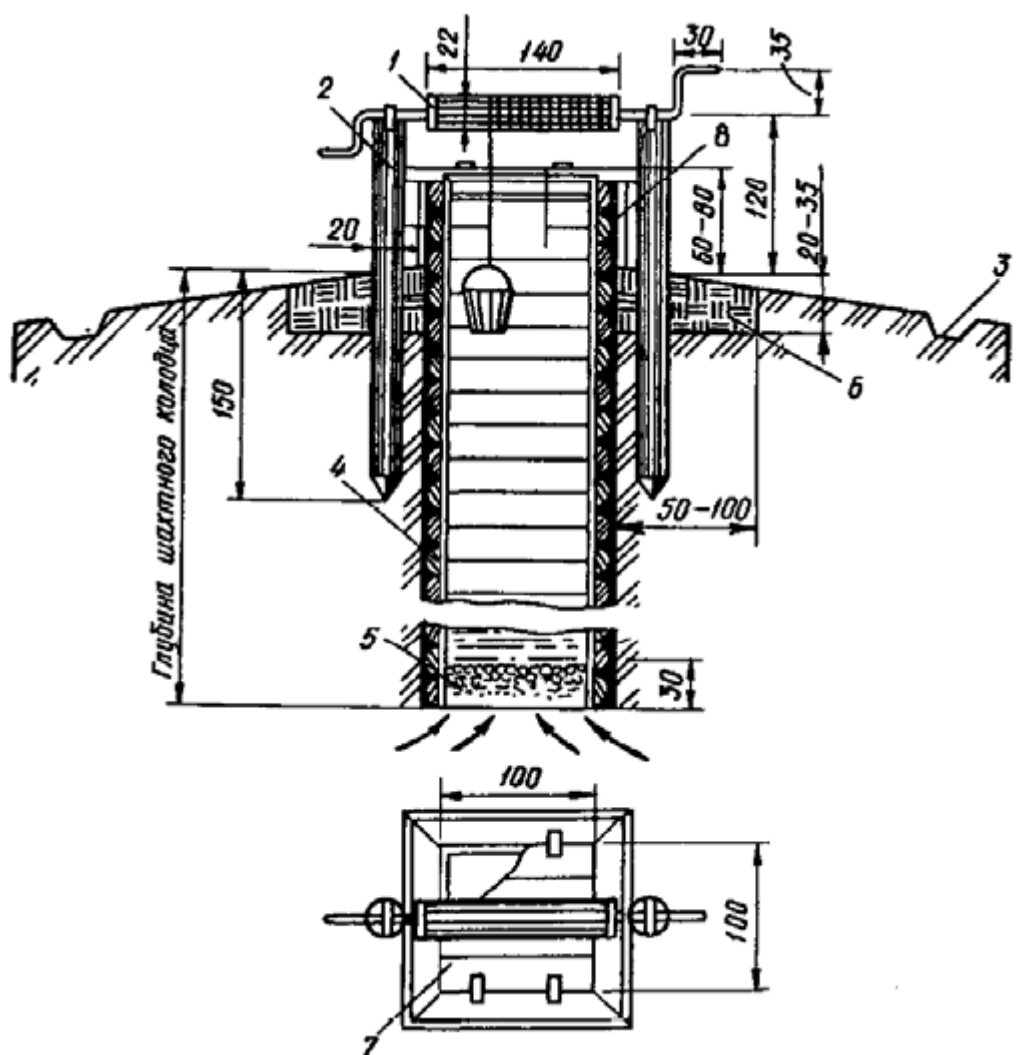
Следующим шагом в строительстве водопровода будет выбор насоса, с помощью которого вода будет подниматься из колодца или скважины и доставляться в дом к точкам разбора воды. В случае со скважинным способом добычи воды вариант только один – это скважинный насос, параметры которого выбираются в зависимости от статического и динамического уровня воды в скважине, а также ее дебита.

При добыче воды из колодца используются насосные станции и погружные насосы. Насосная станция способна поднимать воду с глубины 7–8 м, а если глубина колодца больше, используют погружные насосы. Следует отметить, что все вышеперечисленные насосы боятся так называемого сухого хода, то есть работы без воды, поэтому необходима обязательная установка специальных датчиков, которые выключают насос в случае падения уровня воды в колодце или скважине ниже допустимого. Трубопровод, идущий из колодца или скважины в дом, должен находиться в земле ниже глубины промерзания грунта, а если это невозможно, быть должным образом утеплен, чтобы избежать замерзания в зимнее время.

## **Колодец**

Наиболее доступным и распространенным способом добычи воды является колодец. Глубина колодца зависит от места его расположения и обычно не превышает 10–15 м. Преимуществом колодца является его дешевизна. При выборе колодца как источника воды для частного водоснабжения следует учитывать также и его недостатки. Вода из колодца может быть недостаточно чистой и содержать различные микроорганизмы, нитраты или другие вредные примеси. Поэтому, прежде чем использовать такую воду для питья, необходимо провести химический и бактериологический анализы. В любом случае рекомендуется в систему водопровода включить фильтры доочистки воды. Количество воды, которое можно получить из колодца за единицу времени (дебит), является ограниченным и, как правило, не превышает 200 л/ч. Еще одним недостатком является то, что нет никаких гарантий того, что выкопанный колодец спустя некоторое время не заилится или не пересохнет.

Колодец представляет собой вертикальный водозабор (шахту) диаметром 1–1,5 м. Стенки колодца закрепляют железобетонными кольцами, реже деревянными щитами, срубом из бревен или пластин или местным материалом (камнем, жердями, хворостом и т. д.). При отсутствии строительного или местного материала и в устойчивых грунтах (глины, суглинки, лёсс) колодец для временного пользования можно устраивать с креплением стенок только в пределах водоносного слоя. Над колодцем предусматривают оголовок, возвышающийся над поверхностью земли не менее чем на 0,8 м. На оголовке устанавливают водоподъемное устройство (рис. 5.1).



**Рис. 5.1. Шахтный колодец:**

1 – ворот; 2 – свайка; 3 – водоотводная канавка; 4 – сруб из пластин; 5 – гравий; 6 – глиняный замок; 7 – крышка колодца; 8 – дощатая обшивка оголовка

Шахтные колодцы копать своими силами небезопасно, и для выполнения этих работ лучше пригласить специалистов. Рекомендуемые размеры железобетонных колец: высота 90 см, наружный диаметр 100 или 150 см, толщина стенок 10 см. Кольца можно приобрести, а можно и забетонировать на месте, применяя бетон того же состава, что и для заливки фундаментов. Армируют бетонные кольца металлической сеткой. Наземная часть колодца (оголовок) представляет собой ограждение (чаще всего деревянный сруб высотой 70–100 см), защищающий колодец от попадания различных предметов, а людей от случайного падения. От поверхности земли на глубину 1,5–2 м вокруг створа (собственно ямы колодца) делают водоупорный замок шириной 70 см из жирной мятой глины, которую укладывают и уплотняют послойно.

Колодец роют на необходимую глубину либо вручную, либо буровой машиной. Углубиться в водоносный горизонт нужно на 100–150 см. Если колодец роют в песчаном грунте, то на дне делают обратный фильтр – слой крупнозернистого песка толщиной 100–120 см и слой мелкого щебня или гравия толщиной 120–150 см.

Деревянные или железобетонные кольца ставят на обратный фильтр, дно выравнивают. Стыки между кольцами должны быть заделаны цементно-песчаным раствором. Для увеличения дебита шахтного колодца водоприемную часть можно расширить за пределы шахты: такое уширение называется шатром. С этой целью колодец заглубляют в

подстилающий водоупорный слой, для притока воды в стенках колодца заранее делают отверстия диаметром  $10 \times 10$  см, заполняя их гравием.

Помните, что при копании колодца вручную следует выполнять требования техники безопасности. Работать в колодце нужно с предохранительным поясом, прочно соединенным с поверхностью. Перед началом и в ходе работ необходимо проверять исправность оборудования: крепление ведер (бадьи), прочность каната, блока, ворота. Нельзя загружать бадью выше краев. Элементы крепления стенок должны быть очень тщательно привязаны, и о начале их спуска нужно предупреждать работающего на глубине. Перед спуском людей в колодец нужно проверить, не скопились ли там вредные газы.

В процессе копания иногда происходит заклинивание кольца. Исправить его положение можно ударом деревянной бабы по верху кольца (сруба) или созданием дополнительного давления, пригрузки.

Над оголовком колодца делают задвижную крышку, деревянное обрамление шириной 40–50 см, чтобы можно было ставить ведро. Устанавливают ворот и обязательно делают навес, диаметр которого должен быть больше диаметра колодца на 50–70 см.

В колодцах с донным питанием при водоносном слое, состоящем из мелкого песка, устраивают фильтр из гравия слоем 0,3–0,4 м или дырчатое (щелистое) основание из досок (жердей). При небольшой мощности водоносного слоя колодцы строят с боковым питанием (с отверстиями в стенках).

Колодцы оборудуют насосами с ручным приводом или электронасосами. Ручной поршневой насос применяют при глубине колодца до 6 м. Он может качать мутную воду, но без примесей песка. Такой насос устанавливается на высоте 0,75–1 м от уровня земли. Всасывающий и нагнетательный рукава насоса не должны иметь крутых изгибов и изломов. В зимнее время и переходный период насос должен быть отключен, вода слита и разморожены клапаны.

### *Гигиена колодца*

Шахтные колодцы рекомендуется чистить не реже одного раза в год: снимать со стенок слизь, тину. Время от времени не забывайте вычерпывать ил или песок, но при этом дно углублять не следует. Прежде чем спускаться в колодец, необходимо проверить его на загазованность, опустив в шахту до самого дна зажженную бумагу или свечку. Можно привязать к веревке пук соломы, поджечь его и опустить до самой воды. Если огонь погаснет, значит, в шахте скопился углекислый газ. Его удаляют, многократно опуская и вынимая пустое ведро, как бы вычерпывая за счет своеобразной вентиляции. Только после повторной проверки на загазованность можно спускаться вниз. Работать лучше вдвоем или даже втроем. Одного рабочего обвязывают прочной веревкой на поясе, а остальные страхуют.

Если используется лестница, ее надо очистить и промыть, а уходящие в воду концы нарастить свежеструганными брусками. Тот, кто будет заниматься очисткой, должен надеть резиновые сапоги, хорошо вымытые и ошпаренные кипятком. Надевать их следует у самого колодца, становясь на чистую подстилку из соломы или свежеструганной доски. Сверху вниз сначала приводят в порядок стенки шахты, а затем придонную часть, заменяя гравий или щебенку новыми, предварительно очищенными и промытыми. Отремонтированный, очищенный или новый колодец дезинфицируют 3 % раствором хлорной извести. Его готовят так: 300 г хлорной извести заливают небольшим количеством воды и растирают.

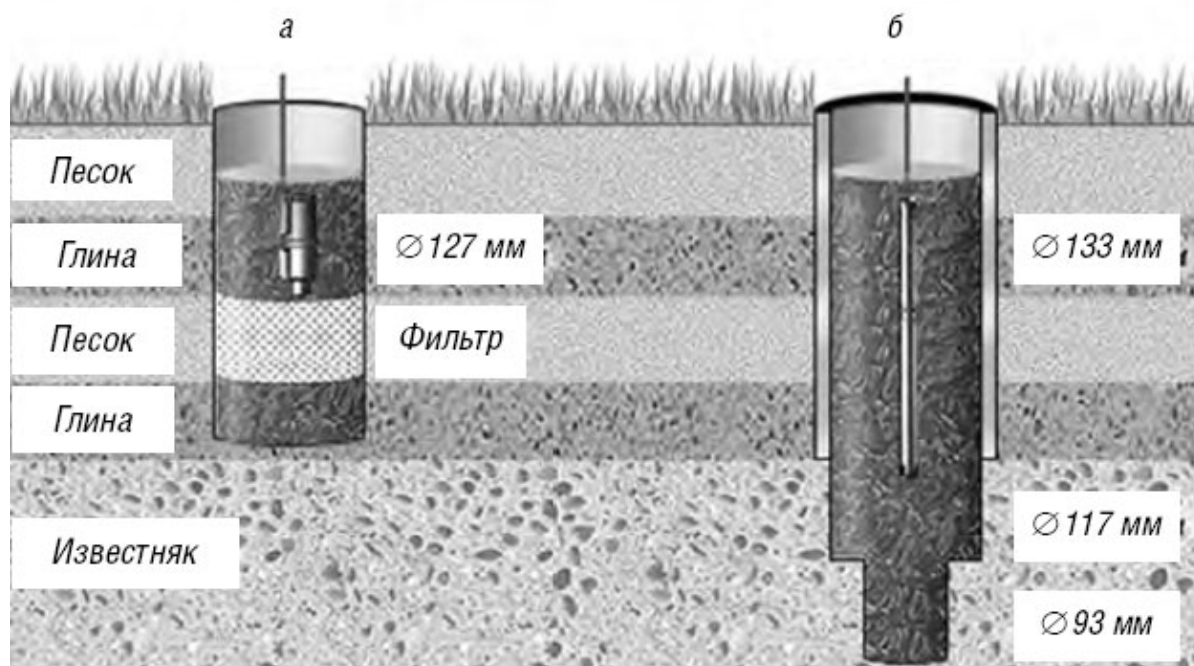
Получившуюся жидкую кашицу вливают в емкость с водой объемом 10 л, тщательно перемешивают и несколько часов отстаивают. Верхнюю, прозрачную часть получившегося концентрированного раствора сливают в стеклянную, плотно закрывающуюся посуду и хранят в темноте. На 1 м<sup>3</sup> воды в колодце требуется одно ведро 3 %-ного состава. Стенки колодца обметают и протирают чистой ветошью (тряпкой) или кистью. Затем выбирают

упавший мусор, всю накопившуюся воду и осевший ил, после чего краскопультом, опрыскивателем или кистью обильно покрывают стенки дезинфицирующим составом.

В зависимости от количества свежей поступающей воды, в нее добавляют раствор из расчета 10 л на 1 м<sup>3</sup> воды, все перемешивают чистым шестом, закрывают сруб сверху деревянной крышкой или накрывают плотной тканью и оставляют на 10–12 ч, а лучше на сутки. Затем поступающую в колодец воду откачивают до тех пор, пока не исчезнет запах и привкус хлора. Операцию полезно повторить через сутки после первой обработки. Это обеспечивает более надежную дезинфекцию.

## Скважины

Бурение скважины является более дорогостоящим способом добычи воды. По глубине и капируемому горизонту можно выделить две разновидности скважин. На глубине от 15 до 40 м находятся так называемые водоносные песчаные горизонты. Они отделены от почвы и грунта глинистыми пластами, которые и защищают их от поверхностных загрязнений. На глубине от 30 до 130 м и более находятся известняковые водоносные слои, которые называются еще артезианскими (рис. 5.2).



**Рис. 5.2. Различные типы скважин:**

*а* – скважина «на песок»; *б* – скважина «на известняк», или артезианская

**Песчаная скважина** бурится на сравнительно небольшую глубину (до 50 м), в зависимости от глубины залегания песчаного водоносного горизонта. Дебит такой скважины составляет примерно 1–1,5 м<sup>3</sup>/ч, чего вполне достаточно для нормального водоснабжения одного небольшого загородного дома. Качество воды в такой скважине значительно лучше, чем в колодце, однако анализ воды перед ее использованием все-таки необходим, так как в песчаный водоносный слой могут попадать поверхностные и грунтовые воды. Также в нижней части скважины необходим сетчатый фильтр грубой очистки воды от песка и других твердых примесей. Такой фильтр нуждается в периодической чистке, так как вследствие его загрязнения уменьшается дебит скважины.

**Артезианская скважина** является лучшим решением для водоснабжения загородного дома. Забор воды в ней происходит из известнякового водоносного слоя, который в

зависимости от месторасположения может залегать на глубине, достигающей нескольких сот метров. Вода в этом слое находится под давлением, поэтому статический уровень воды меньше, чем глубина самой скважины. Из артезианской скважины можно получать более 10 м<sup>3</sup>/ч воды, чего достаточно для водоснабжения даже нескольких коттеджей. Вода в большинстве случаев не нуждается в доочистке и пригодна для питья, так как от поверхностных вод ее защищают водонепроницаемые слои грунта. Срок службы артезианской скважины составляет 15–30 лет, как правило, в процессе эксплуатации с ней не возникает никаких проблем.

Над скважиной устанавливается металлический герметичный колодец-кессон для защиты от грунтовых вод и упрощения обслуживания скважины. В готовую скважину опускают чаще всего стальные обсадные толстостенные трубы, в них погружают глубинный (скважинный) насос диаметром 3–4 дюйма. От насоса выходит на поверхность и вводится в дом напорный трубопровод. Промерзание воды зимой исключено, если верхний оголовок скважины и вводная труба заглублены ниже уровня земли на 1,5–2 м.

Следует обратить внимание, что вода, находящаяся в известняковых водоносных горизонтах, является собственностью государства, поэтому, прежде чем бурить скважину, необходимо получить соответствующее разрешение.

Производительности песчаных скважин хватает, как правило, для коттеджа с нормальными городскими удобствами ванной, туалетом. Но если дом большой и имеет европейский уровень комфорта – несколько санузлов, бассейн и так далее, то бурить нужно обязательно известняковые артезианские.

В воде из песчаной скважины содержатся взвеси песка. Чтобы защитить глубинный насос от засорения, устанавливают фильтр, который приходится периодически чистить. Срок службы песчаной скважины 20 лет, известняковая же работает до 80 лет.

Следующий шаг после выбора типа скважины – подбор оптимальной схемы ее обустройства. В некоторых случаях работы по организации водоснабжения дома ограничиваются бурением скважины на воду, установкой на нее оголовка и выводом кранов для полива. Чтобы обеспечить доступ воды во все точки водопотребления, бурение скважин под воду должно сопровождаться установкой более сложного оборудования: погружного насоса, гидробака, фильтров, автоматики. При круглогодичном использовании водоснабжения после бурения скважины на воду обязательно должен быть установлен кессон для защиты ее от замерзания.

Бурение скважин на воду и последующая организация водоснабжения – сложная и ответственная процедура. Выполнение бурения скважин и монтажа оборудования без достаточного опыта в этой области чревато дополнительными расходами и затягиванием сроков выполнения работ.

## **Автоматическое водоснабжение**

Основным элементом в системе водопровода является гидроаккумулятор (расширительный бак). Как и в системе отопления, бак может быть открытого и закрытого типа. Недостатком гидроаккумулятора открытого типа является то, что его необходимо устанавливать на чердаке, утеплять, а также обеспечить автоматикой, предотвращающей переполнение. Вода из такого бака поступает в систему водопровода самотеком, вследствие чего давление в системе будет низкое.

Мембранный гидроаккумулятор может быть установлен в подвале, к нему подключается датчик давления, который управляет работой насоса. Вода вводится в дом через мембранный бак, расположенный в подвале или на первом этаже. Это емкость небольшого (100–200 л) объема, которая нужна для того, чтобы поддерживать заданное давление (3–6 атм). Вода расходуется не напрямую из скважины, а из этого бака. Скважинный насос закачивает в него воду, пока давление не достигнет максимального

значения. Мембрана прогибается, и реле автоматически выключает насос. По мере расходования воды давление в системе и в баке снижается, мембрана возвращается в положение нижнего давления, реле снова включает насос. При этом дорогостоящий скважинный насос зря не работает, опять же экономится электроэнергия.

Гидроаккумулятор также служит небольшим резервуаром для аварийного запаса воды, например при отключении электричества, поэтому при выборе его объема запас не будет лишним. Кроме этого, большой объем гидроаккумулятора уменьшает количество включений и выключений насоса, тем самым увеличивая его срок службы.

Насосные станции, как правило, уже включают в себя небольшой гидроаккумулятор и автоматику управления насосом, что значительно облегчает их монтаж. Если гидроаккумулятора насосной станции недостаточно, то в систему можно включить дополнительный мембранный бак большего объема. При использовании погружного насоса автоматику управления и гидроаккумулятор необходимо приобретать отдельно.

Насосное оборудование, особенно скважинные насосы, стоят довольно дорого, поэтому при их подключении к системе водопровода необходимо изучить документацию, прилагаемую к насосам, или обратиться к услугам профессионалов.

## Счетчик для воды

Почему люди экономят воду? Чаще всего – ради уменьшения величины коммунальных платежей. Чем может помочь установка счетчиков воды? Если в квартире не установлен счетчик расхода воды, то в квитанциях по квартплате рассчитывается плата исходя из тарифов, нормы потребления и числа зарегистрированных проживающих. В действительности мало кто вырабатывает заложенные нормы потребления, так как большая часть людей все будние дни проводят на работе. А если человек уезжает в отпуск или на все лето на дачу? Тогда он вообще не потребляет воду. Можно, конечно, пойти в ЖЭУ и написать соответствующее заявление, только часто ли это делается? Вот и получается, что реальная переплата по расходу воды весьма ощутима.

Практика показывает, что счетчики учета воды позволяют сэкономить до 50 % от нормативной оплаты, а их покупка и установка окупается в срок от 4 до 6 месяцев. Кроме того, немаловажно, что установка счетчиков воды дисциплинирует потребителей.

Водосчетчики различаются по принципу их действия: тахометрические, электромагнитные, ультразвуковые и вихревые. **Тахометрический счетчик** расхода воды имеет небольшой размер, невысокую стоимость и делает достаточно точные измерения. Вода, проходя через тахометрический счетчик воды, воздействует на крыльчатое колесо (для вертикальной оси) или лопасти турбины (для горизонтальной оси). Тахометрические счетчики воды могут быть одноструйными или многоструйными, а также мокрого или сухого типа. В водосчетчиках мокрого типа счетный механизм не отделен от воды, поэтому его устройство довольно простое и цена всего прибора относительно невысока. Но при сильном загрязнении воды он начинает искажать показания и быстро выходит из строя. В счетчиках для воды сухого типа счетное устройство изолировано от потока воды немагнитной перегородкой. Благодаря такому подходу в нем не образуются отложения, срок службы значительно продлевается, но цена на прибор возрастает в сравнении со счетчиками мокрого типа.

Действие **электромагнитных счетчиков** основано на явлении магнитной индукции. В результате поток воды индуцирует в электромагнитной катушке ток, пропорциональный ее скорости движения. Обычно такие счетчики расхода воды применяют на промышленных предприятиях.

**Ультразвуковые счетчики** учета воды скорость потока жидкости определяют в зависимости от времени прохождения ультразвуковых сигналов. Такие счетчики обычно применяются на предприятиях.

**Вихревой счетчик** расчеты ведет от перепадов давления на вихревых дорожках

Карно, которые возникают из-за препятствий в потоке воды. Такие счетчики нерационально использовать для бытовых целей.

При покупке обратите внимание на то, что счетчики имеют четыре класса точности, от самого простого до наиболее точного, – А, В, С и D. Стоимость прибора возрастает в зависимости от точности его измерений.

**Крыльчатые тахометрические водосчетчики** отличаются невысокой ценой и обеспечивают достаточно точные показания. Срок службы таких счетчиков составляет не менее 12 лет, а надежность конструкции проверена на протяжении многих лет использования в системах центрального водоснабжения городских квартир и офисов. Именно поэтому тахометрические счетчики учета воды получили широкое распространение.

Установка счетчиков воды не может быть самостоятельной, так как все устанавливаемые счетчики учета воды вносятся в государственный реестр и регулярно подвергаются метрологическим проверкам.

Приобретая счетчик воды, надо убедиться, что он прошел первую проверку на заводе и ее результаты признаны Госстандартом.

**Недостатки водосчетчиков.** Приборы необходимо проверять, как правило, один раз в четыре года. Проверку счетчиков делают лицензированные организации, обладающие оборудованием для измерения точности работы прибора. Для жильцов это связано с дополнительными хлопотами и затратами: приборы учета придется снимать, сдавать на проверку, а затем ставить обратно. По оценкам экспертов, быстрее всего затраты на установку и обслуживание водосчетчиков окупаются в квартирах, где прописано много людей, а фактически проживает мало. Если ситуация противоположная, то установка водосчетчиков может быть невыгодной.

## Водопроводные трубы

Водопроводные трубы используются в каждом доме, более 50 % сантехники дома составляют именно они. Сантехника в нашей повседневной жизни является уже неотъемлемой частью, и поэтому к выбору труб нужно подходить очень тщательно.

При подборе материала труб для конкретных условий эксплуатации трубопровода требуется очень внимательно отнестись к учету воздействий всех возможных нагрузок. Это требование необходимо соблюдать для достижения оптимального значения экономической эффективности и целесообразности применения материала.

Для решения подобных задач проводятся статические испытания труб. В ГОСТах для различных труб указывается величина давления, под которым они были испытаны на заводе-изготовителе. Испытательное давление служит основной прочностной характеристикой труб данного типа, класса и материала.

Водопроводные трубы изготавливаются из разных материалов: стали, чугуна, пластика и даже меди. Выбор водопроводных труб зависит как от бытовых нужд, так и от материальных возможностей заказчика.

Трубы, выполненные из стали и пластмасс, рассчитывают с учетом действия внутреннего давления, совместного воздействия внешней нагрузки и гидростатического давления, а также возможного появления вакуума в трубах.

Перед началом монтажа водопровода необходимо определиться с выбором труб. Общие рекомендации таковы:

- необходимо убедиться в наличии сертификата на продукцию у продавца;
- при визуальном осмотре убедиться в отсутствии видимых дефектов;
- при расчете стоимости учитывать все соединительные элементы, так как их стоимость может быть больше стоимости самих труб;
- необходимо учесть то, что обозначения диаметров труб из различных материалов могут отличаться друг от друга (например, стальные трубы обозначаются по их внутреннему диаметру, а пластмассовые – по наружному);

- необходимо определиться с условиями эксплуатации труб и принять меры по защите их от внешних факторов.

Долговечность системы следует рассчитывать по сроку службы не только труб, но и прочих элементов, помня, что надежность системы не может быть выше надежности самого ненадежного ее элемента.

Трубы и соединения к ним желательно покупать в одном месте, чтобы впоследствии избежать лишних проблем. Эти рекомендации в полной мере применимы и при выборе канализационных труб.

## Виды труб

**Стальные трубы.** В наше время трубы этого вида мало используются при монтаже водопровода, однако при определенных условиях эксплуатации они бывают незаменимы. Прочность стальных труб дает возможность использования их для высоконапорных магистралей и в местах, где труба может быть подвержена наружным механическим воздействиям. При правильном монтаже они практически на 100 % герметичны, что очень хорошо для замкнутых систем, например отопления.

Стальные трубы имеют низкий температурный коэффициент расширения, примерно 0,012 мм/м при повышении температуры на 1 °С. Высокая устойчивость к разрывному давлению дает возможность делать толщину стенки стальных труб в 2–3 раза меньше, чем у полиэтиленовой трубы. Кроме того, надо отметить их низкую стоимость по сравнению с другими видами труб.

Но и недостатков эти трубы, к сожалению, не лишены. Склонность стальных труб к коррозии и относительно небольшой срок эксплуатации (10–15 лет).

Шероховатость внутренних поверхностей стальных труб приводит к нарастанию на них продуктов коррозии, что приводит к уменьшению пропускной способности системы.

Большой вес труб, соответственно, более сложный их монтаж. Высокая теплопроводность требует изоляции, иначе труба с холодной водой «потеет» снаружи, что приводит к коррозии.

Электропроводность стальных труб способствует их разрушению под влиянием так называемых блуждающих токов. Стальные трубы неустойчивы к агрессивным средам, таким как кислоты и щелочи.

Отсутствие пластичности. Труба может лопнуть при замерзании в ней жидкости.

Практически отсутствует гибкость. При монтаже стальных труб используется очень много фасонных изделий, отводов, муфт и т. п. При сварке стальных труб образуется стык, который наиболее подвержен коррозии.

**Медные трубы** имеют множество достоинств. Эластичность медных труб допускает замерзание воды внутри них и не приводит к разрушению стенки. Прочность медных труб позволяет эксплуатировать их практически при любом давлении в диапазоне температур от –100 до +250 °С. Малая толщина стенки 1–1,5 мм делает их намного легче стальных, что немаловажно при монтаже, который, кстати, не отличается высокой сложностью.

Гладкость стенок медных труб в сто раз выше, чем у стальных, и в несколько раз выше, чем у полиэтиленовых труб. Это практически исключает образование каких-либо наростов внутри трубы и уменьшает гидравлическое сопротивление.

Медные трубы обладают бактерицидными свойствами. Отсутствие окисления внутри труб исключает образование пленки из органических элементов.

Срок службы таких труб достигает 60 лет и более. После окончания срока службы медные трубы можно полностью переплавить и использовать для изготовления новых. При использовании медных труб в бухтах значительно уменьшается количество соединений. Широкий спектр типов соединений для медных труб (пайка, муфты, фитинги). Единственным недостатком медных труб является их высокая стоимость.

**Металлопластиковые трубы** являются наиболее экономичными. Такие трубы можно

соединять с помощью фитингов, тогда вся система будет разъемной и ее нельзя зашивать в стены, или с помощью пресс-соединений, которые подходят для скрытых разводок. Их сравнительно низкая стоимость и несложность монтажа особенно ценны при сборке временных систем водоснабжения.

К достоинствам металлопластиковых труб следует отнести:

- их малую стоимость;
- простоту монтажа, которая позволяет (при выборе соединений на фитингах) монтировать систему без каких-либо специальных приспособлений;
- гладкость внутренних стенок;
- отсутствие коррозии;
- гибкость металлопластиковых труб; допустимый радиус изгиба такой трубы составляет около 4 ее диаметров, а для более сильного изгиба требуются специальные пружины, которые предотвращают деформацию;
- теплостойкость; такие трубы можно использовать для монтажа отопления и горячего водопровода.

К недостаткам таких труб нужно отнести малый срок службы (10–15 лет) и необходимость подтягивать соединения на фитингах каждые 2–3 года (они могут от перепадов температур начать подкапывать).

**Полипропиленовые трубы.** Это один из самых распространенных видов пластиковых труб, используются как для водоснабжения, так и при монтаже отопления. Полипропиленовые трубы для горячего водоснабжения и отопления содержат внутри металлическую оплетку. Монтаж труб такого вида осуществляется с помощью пайки через муфты.

Достоинства:

- небольшая стоимость;
- срок службы таких труб может составлять до 50 лет;
- обладают низкой теплопроводностью;
- отсутствие электрической проводимости;
- низкая шероховатость стенок трубы;
- ремонтпригодность;
- высокая химическая стойкость;
- отсутствие коррозии.

Недостатки – максимальная рабочая температура 75 °С, кроме того, при высоких давлениях и температурах значительно уменьшается срок их службы.

Для монтажа требуется специальный инструмент и достаточная квалификация.

## Канализационные трубы

**Чугунные канализационные трубы.** По материалу изготовления трубы делятся на чугунные и пластиковые. Канализационные трубы из чугуна применяют с давних времен, так как сталь абсолютно не подходит для монтажа систем канализации. Чугунные трубы обладают прочностью и достаточной долговечностью; гарантийный срок службы чугунной канализации составляет 80 лет. Однако такие трубы имеют и свои недостатки, такие как большая металлоемкость, шероховатость внутренней поверхности, которая создает сопротивление при движении воды, а также способствует образованию наростов внутри трубы.

Кроме того, чугунные трубы имеют значительный вес, что сильно усложняет их монтаж. И еще один недостаток – высокая стоимость чугунных труб, так как производство чугуна само по себе весьма дорого.

**Пластиковые канализационные трубы.** С недавнего времени альтернативой чугунным трубам стали пластиковые канализационные трубы, которые обладают целым

рядом преимуществ. Во-первых, они значительно дешевле и легче в монтаже. Они обладают малым весом (пластиковую трубу  $\varnothing$  200 мм длиной 6 м может спокойно поднять один человек), гладкость внутренней поверхности значительно уменьшает сопротивление движению воды.

Срок службы пластиковых труб составляет около 50 лет. Однако пластиковые канализационные трубы не обладают такой универсальностью в применении, как чугунные, поэтому их делают из различных материалов, чтобы достичь наиболее оптимального варианта для той или иной системы канализации.

Трубы из поливинилхлорида. Обычно такие трубы имеют серый или оранжевый (применяются в наружных сетях) цвет. Канализационные трубы из ПВХ обладают следующими достоинствами:

- высокой прочностью;
- устойчивостью к низким температурам;
- механической и химической износостойкостью внутренней поверхности.

Однако ПВХ-трубы боятся высоких температур, их рабочая температура составляет 40 °С, а максимальная кратковременная – 80 °С. При превышении этой температуры канализационная труба теряет свои свойства, и значительно снижается срок ее службы. ПВХ-трубы применяются для наружных и внутренних систем канализации.

По классу прочности канализационные ПВХ-трубы различают следующим образом:

- легкие SN 2; применяются в случаях, когда система канализации не проходит через дороги и лежит на небольшой глубине;
- средние SN 4; прокладываются под небольшими дорогами;
- тяжелые канализационные трубы SN 8 используются для прокладки под автомагистралями и промышленными предприятиями.

Канализационные трубы из полипропилена ПП обычно серого цвета. По сравнению с ПВХ-трубами полипропиленовые менее жесткие, зато обладают большей теплостойкостью и могут работать при температуре до 80 °С. Поэтому их область применения – это внутренние канализационные сети. Также следует отметить, что полипропиленовые трубы плохо горят. Канализационные трубы из полипропилена не подходят для наружной канализации с прокладкой в грунте, так как имеют недостаточную жесткость и могут быть повреждены грызунами.

Гофрированные трубы для наружной канализации из полиэтилена выпускаются диаметром 200–800 мм и используются исключительно для наружной канализации, там, где требования к прочности особо строги. Гофрированные трубы можно укладывать в землю на глубину до 15 м.

Гофрированная канализационная труба состоит из наружной гофрированной стенки из толстого полиэтилена, которая и придает ей прочность, и внутренней гладкой стенки меньшей толщины, которая способствует беспрепятственному движению воды.

Некоторые производители изготавливают гофрированные канализационные трубы из полипропилена, что делает их устойчивыми к высоким температурам. Такие трубы обычно применяются на предприятиях, где необходима устойчивость к горячим производственным отходам.

## **Монтаж канализации**

**Монтаж внутренней канализации.** При монтаже внутренней канализации обычно

применяют полипропиленовые трубы диаметром 50 и 100 мм. Трубу Ø 100 мм прокладывают

от унитаза до выхода из дома или квартиры, а если дом выше 1 этажа, то канализационный стояк тоже монтируется из 100-мм трубы. Умывальник, ванну, стиральную машину и т. п. подключают трубой диаметром 50 мм.

Если ответвления канализационной системы расположены в горизонтальной плоскости, то соединения должны монтироваться только косыми тройниками или крестовинами. Также не допускается горизонтальных поворотов канализационной системы на 90°, все повороты выполняются отводами под 45°. Прямые углы в присоединении канализационных труб допускаются только в вертикальной плоскости, например присоединение к канализационному стояку или поворот самого стояка.

На всех поворотах канализационной системы должны быть предусмотрены ревизии, за исключением тех случаев, когда к участку поворота есть доступ, через который можно его прочистить (например, рядом расположен умывальник).

В многоэтажных домах, кроме этого, предусмотрены ревизии через каждые 3 этажа, а в 5-этажных – в начале и в конце канализационного стояка. При неразрывном горизонтальном участке канализационной системы больше 12 м также предусматривается ревизия. Канализационный стояк обязательно должен иметь вентиляцию (так называемую фановую трубу), чтобы избежать излишнего разряжения воздуха в канализационной системе. Фановая труба должна иметь диаметр не меньше диаметра самого стояка и выводиться выше кровли на 0,5 м. Уклон канализационной трубы должен находиться в пределах 1–2 см/м. При увеличении уклона увеличивается шумность канализационной трубы и уменьшается ее способность к самоочистке, так как идет разделение потоков и твердые частицы оседают на трубопроводе. Увеличение уклона допускается при присоединении приборов на расстояние не более 1,5 м. Уменьшение уклона приводит к уменьшению скорости движения воды, что тоже недопустимо (рекомендуемая скорость движения воды в канализационной системе составляет 0,7–1 м/с).

Прокладка канализационных труб может осуществляться как внутри пола, так и внутри стен, при этом трубы допускается заливать цементным раствором или штукатурить.

Чтобы в этих случаях уменьшить уровень шума канализационной системы, трубы желательно обмотать мягким материалом, между трубой и штукатуркой не должно оставаться воздушных зазоров, а толщина штукатурки должна быть не менее 2 см.

Резка полипропиленовых труб при монтаже может осуществляться ножовкой или болгаркой, при этом на отрезанном стыке, который вставляется в раструб, напильником или болгаркой необходимо снять фаску.

Перед монтажом канализационной трубы в раструб ее предварительно смазывают смазкой на силиконовой основе; сам раструб смазывать не рекомендуется, это облегчает монтаж и увеличивает герметичность системы. После того как труба вставлена в раструб, рекомендуется вытащить ее на 8–10 мм для обеспечения так называемого теплового зазора. Для монтажа остатков труб (без раструбов) используются фасонные ремонтные муфты.

Крепление канализационных труб производится стандартными хомутами через каждые 10 диаметров трубы, то есть трубу диаметром 100 мм необходимо крепить через каждый метр. Стояки допускается крепить через 1–2 м, при этом расстояние от стены до трубы должно быть не менее 5 мм. Обязательно наличие хомута непосредственно под раструбом и надежная фиксация трубы для предотвращения ее движения в процессе эксплуатации. Следующее крепление на этой же трубе может быть ослаблено, чтобы снизить внутреннее напряжение в ней.

**Монтаж наружной канализации.** При монтаже наружной канализации обычно используются трубы из ПВХ. Укладку труб наружной канализации необходимо производить

с уклоном в пределах 1–2 см/м. Так как безнапорная канализация не имеет внутреннего давления, то для предотвращения разрушения трубы грунт необходимо тщательно уплотнить. Дно траншеи рекомендуется засыпать песком слоем 15–20 см, а после укладки трубы также засыпать ее сверху и по бокам слоем песка с последующей утрамбовкой.

Глубина прокладки канализационной трубы не нормируется, а определяется в зависимости от климатических условий, типа грунта и весовой нагрузки над местом прокладки. В большинстве районов России и Украины при условии незначительных нагрузок на грунт достаточной считается глубина 70–80 см. Однако вход канализационной трубы в выгребную яму или септик должен быть расположен на глубине не менее 1 м для предотвращения ее промерзания. Так как при выходе стоков из дома вода, как правило, имеет температуру 15–20 °С, то вывод из здания можно делать на глубине 0,5 м.

Если по каким-либо причинам не удастся углубить трубу на 50 см, ее необходимо утеплить стекловолокном или другим материалом. На поворотах и перепадах глубин канализационной трубы необходимо устанавливать колодцы; при прямолинейной прокладке трубы на расстояния более 25 м также необходимо установить колодец.

Не допускается соединение канализационных труб из различных материалов, так как они имеют различные коэффициенты теплового расширения, что может привести к разрушению.

## **Выбор сантехники**

Основными компонентами ванной комнаты и туалета являются сантехнические изделия, такие как ванна, унитаз, умывальник, смесители. Выбирать сантехнические изделия необходимо очень внимательно. Разнообразие сантехники на рынке очень велико как по цене, так и по дизайну, материалу, функциональным возможностям и другим параметрам.

Первым делом необходимо определиться в ценовой категории. Качество дешевой сантехники, как правило, оставляет желать лучшего. Такие изделия долго не прослужат и через пару лет, а может, и раньше, их придется ремонтировать или покупать новые. Нельзя однозначно сказать, что чем выше цена, тем выше и качество товара, но в основном это так.

Покупая сантехнические изделия известных фирм-производителей, следует быть осторожным, так как на рынке существует множество подделок и продавцы в магазинах неохотно говорят, что сантехника известного итальянского бренда была сделана где-то совсем не в Италии. Самый лучший способ избежать такой ситуации – это покупать сантехнику у официальных дилеров фирм-производителей. Производители качественной сантехники обычно дают гарантию на свою продукцию, поэтому при покупке изучите ее и отметьте, в каких случаях они отказываются от гарантийных обязательств. Зачастую это самостоятельное подключение или ремонт, а также использование некачественной воды, тогда нужно будет, кроме установки сантехнического прибора, еще и установить фильтрующие устройства в системе водоснабжения.

При выборе сантехнического изделия не следует в угоду оригинальности дизайна или размера пренебрегать функциональностью и практичностью. Также следует помнить, что чем проще механизм, тем он надежнее, поэтому, прежде чем купить смеситель с термостатом, оцените, возможно ли поддерживать необходимые условия эксплуатации такого изделия. Зачастую поломки возникают из-за невысокого качества воды, а также состояния водопроводных сетей, которое значительно хуже европейских; с учетом этого многие изыски будут просто бесполезной тратой денег.

## **Выбор смесителя**

**Однорычажные смесители.** Регулировка напора воды осуществляется движением рычага вверх-вниз, температуры – поворотом вправо-влево. Смесители этого типа очень популярны, особенно для установки на кухне; основным преимуществом является именно

удобство регулировки с возможностью увеличивать и уменьшать напор без изменения температуры, просто поднимая или опуская рычажок.

Конструкция смесителей такого типа может быть двух видов: шаровый механизм и керамический. В шаровом механизме регулировка осуществляется путем совмещения или перекрытия отверстий, расположенных на металлическом шаре и специальном керамическом картридже, в котором он находится. Конструкция керамического запорного клапана имеет два диска с отверстиями, выполненных из металлокерамики и очень точно подогнанных между собой.

При повороте дисков друг относительно друга отверстия на них совпадают или перекрываются, и за счет этого осуществляется регулировка напора и температуры воды. Отсутствие уплотнительных прокладок в таких механизмах делает их очень надежными и долговечными. Единственным их недостатком является то, что срок службы напрямую зависит от качества воды.

Механизмы однорычажных смесителей очень не любят наличия механических частиц, которые могут нарушить подгонку элементов регулировочного картриджа, в воде. Поэтому обязательно нужно устанавливать фильтры воды на подающих трубах.

Картриджи в однорычажных смесителях являются сменными, однако самостоятельно их менять не рекомендуется, так как можно нарушить точную подгонку элементов.

**Двухвентильные смесители.** Температура и напор воды регулируются двумя вентилями: один для горячей, второй для холодной воды, смешивание воды происходит непосредственно в корпусе смесителя. Устройство регулирующего механизма в двухвентильных смесителях может быть двух видов. Первый вид основан на использовании кран-буксы с резиновой прокладкой. Недостатком кран-буксы является быстрый износ резиновой прокладки в результате трения при закрытии и открытии крана, а также от перепадов температур. Однако такие смесители хорошо подходят для отечественных систем водоснабжения и легко ремонтируются, необходимо лишь поменять резиновую прокладку, и смеситель снова готов к использованию.

Некоторые производители используют керамические прокладки, которые служат дольше резиновых при бережном их использовании. Не следует прикладывать большие усилия для перекрытия воды, это может повредить седло кран-буксы. Если при нормальном усилии поворота вентиля из крана продолжает сочиться вода, необходимо заменить прокладку новой.

Второй вид двухвентильных смесителей работает по принципу совмещения отверстий на керамических пластинах. Помимо увеличения надежности, такой механизм более удобен, так как для полного открытия или закрытия воды хватает четверти оборота вентиля. Наличие керамических пластин, как и в однорычажных смесителях, требует установки фильтра воды.

**Термостатические смесители** имеют две ручки регулировки воды: первая регулирует напор, а вторая – температуру воды. Принцип работы термостатического смесителя основан исключительно на действии механических клапанов; он не содержит электронных датчиков. Такой смеситель очень удобен, так как можно настроить температуру воды и при последующих включениях она останется неизменной. Такие краны надежно защищают от неприятных ощущений при внезапном отключении холодной воды. Большим недостатком таких смесителей является их высокая стоимость.

**Сенсорные смесители** не имеют рычагов и вентилях регулирования напора и температуры воды. Вода с заданным напором и температурой включается, когда руки попадают в зону чувствительности фотоэлемента. Работает такой смеситель от батареек или сети. Наличие электроники делает их менее надежными, чем обычные механические смесители, а также заметно увеличивает их стоимость. С точки зрения гигиены они занимают первое место, так как нет необходимости прикасаться к корпусу, чтобы включить воду. Поэтому их в основном устанавливают в общественных местах.

Корпус смесителей может быть изготовлен из латуни или бронзы, после чего их никелируют и покрывают хромом или эмалью для защиты от воздействия воды. Встречаются

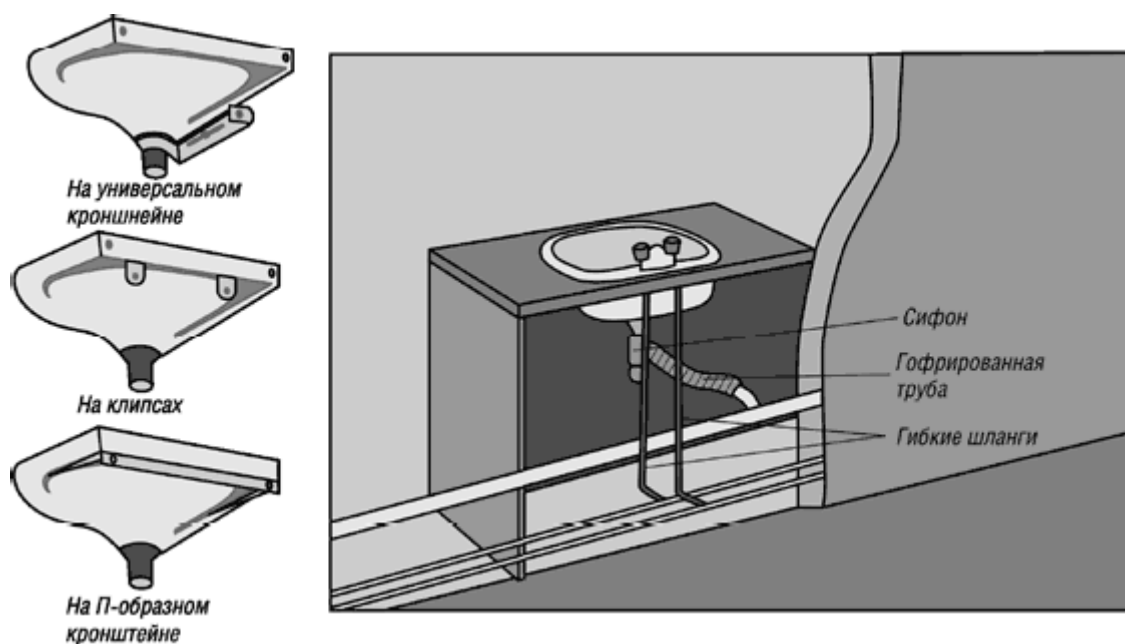
смесители без хромирования, однако такой вариант не очень хорош, так как никель может вызвать аллергию, а также не обладает необходимыми антибактериальными свойствами в отличие от хрома. Эмалированное покрытие тоже имеет свой недостаток – это появление трещин и сколов вследствие механических повреждений. Также корпус смесителя может быть выполнен из нержавеющей стали.

### Установка кухонных моек и ванн раковин

Полки раковин, на которые устанавливают смеситель, бывают трех видов: с одним отверстием – для установки водоразборного крана или смесителя типа «елочка», двумя отверстиями – для установки смесителя с верхней камерой смешивания и тремя отверстиями – для раздельного крепления излива крана и его управляющих рукояток. Бывают раковины и без отверстий в полке, в этом случае предполагается, что водоразборный кран или смеситель будет установлен в настенном варианте. Перед установкой раковины или кухонной мойки на стену на ней закрепляют смеситель. Если сначала смонтировать раковину, то смеситель на ней тоже можно установить, но из-за тесноты сделать это будет гораздо сложнее.

Монтаж смесителя производится в точном соответствии с инструкцией фирмы-производителя и чаще всего сводится к установке одной-двух прокладок и закручивании одной гайки.

Если на раковинах нет монтажных отверстий, а это наиболее часто встречающиеся в продаже раковины, то их устанавливают на П-образный кронштейн (рис. 5.3). Этот кронштейн представляет собой кусок полосовой стали с приваренными к нему двумя обрезками стальной трубы.



**Рис. 5.3. Варианты крепления раковины**

Несмотря на свою неказистость, П-образный кронштейн – довольно прочное крепление, и он абсолютно не виден, поскольку заходит в пазы раковины. Однако у него есть недостаток – надежно удерживая раковину при давлении на нее вниз (например, при опирании на раковину руками), этот кронштейн не предотвращает опрокидывание раковины. Дополнительно к П-образному кронштейну нужно устанавливать клипсы или саморезы.

Современные раковины практически перестали устанавливать на кронштейнах и саморезах. Сейчас кухонные мойки устанавливаются в выпиленное или специально оставленное отверстие в столешнице кухонной мебели или в специальный ванный шкафчик, прозванный в народе «мойдодыром». Раковина вставляется в отверстие, желательно на

прокладках, и крепится к столешнице саморезами изнутри шкафчика. Если раковина устанавливается в ванной, то она просто вставляется в отверстие «мойдодыра» и ничем не закрепляется. Зато сам шкафчик или столешница должны быть надежно прикреплены к стене и полу.

После закрепления раковины к стене производят подключение смесителя к водорозеткам. Современные настольные смесители чаще всего укомплектовываются гибкими шлангами – нужно просто вернуть концы шлангов в водорозетки либо предварительно установить в водорозетки запорную арматуру (шаровые краны) и подключить шланги к ним.

### ***Гибкая подводка***

Гибкая подводка – это шланг с фитингами или другими элементами на концах для подсоединения к системам трубопровода и собственно сантехники или бытовой техники. С помощью гибкой подводки осуществляется подсоединение бытовых приборов (стиральных и посудомоечных машин, сантехники, смесителей) к системам газо- и водоснабжения. При этом обеспечивается не только подача необходимой рабочей среды (воды или газа), но и мобильность бытовых приборов – есть возможность передвинуть их таким образом, чтобы было наиболее удобно ими пользоваться, нет привязки к стоякам. К тому же сам процесс монтажа является достаточно простым, удобным и быстрым.

Все типы гибкой подводки подразделяются в зависимости от вида подаваемой рабочей среды на подводку для воды и подводку для газа. Различия – в материалах, используемых для их изготовления. Подводка для смесителя может быть выполнена из обыкновенной резины, например с алюминиевой или нержавеющей оплеткой, а для газовой подводки применяют уже другие материалы – специальные полимерные шланги без алюминия в составе оплетки.

### ***Резиновые рукава***

Данный тип гибкой подводки представляет собой резиновый (каучуковый) или полимерный шланг, который для защиты от внешних воздействий достаточно плотно оплетается металлическими жилами или нитями, при этом в качестве материала оплетки зачастую используется нержавеющая сталь или алюминий. На обоих концах гибкой подводки такого типа устанавливают металлические втулки или фитинги, которые, в свою очередь, обжимаются металлической гайкой.

От качества соединения резинового шланга в оплетке с металлическими втулками зависит герметичность и надежность резиновой гибкой подводки. Поэтому необходимо приобретать резиновые рукава только известных, проверенных временем фирм-производителей. Отметим, что такая подводка для газа отличается невысокой ценой, доступной практически всем потребителям, но в то же время она значительно проигрывает по своим прочностным и эксплуатационным характеристикам другому типу гибкой подводки – сильфонному. Напротив, что касается применения водяной подводки в коммунальном хозяйстве, то гибкая подводка для воды с металлической оплеткой имеет на сегодняшний день самое широкое распространение, полностью отвечая всем нормам эксплуатации сантехники.

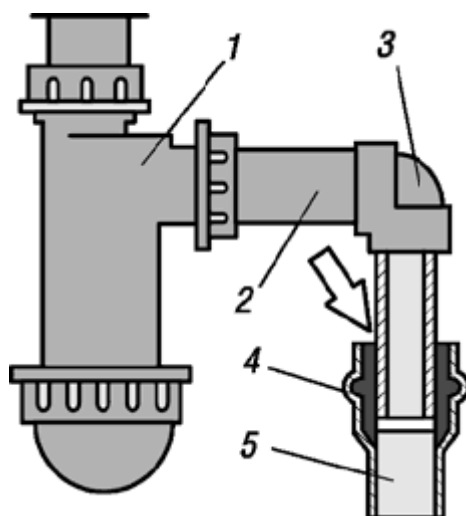
### ***Сильфонная подводка***

Гибкая подводка сильфонного типа представляет собой металлический рукав, выполненный в виде гофры со складками, – сильфонный металлорукав, что позволяет без проблем изгибать и сжимать подводку. Сильфонная подводка намного меньше изнашивается, более надежна, устойчива к механическим воздействиям и эффективно

защищает от поломок бытовые приборы, которые она соединяет с трубопроводом. Таким образом, гибкая сильфонная подводка еще и повышает безопасность использования бытовых приборов, подсоединенных к водо- и газопроводным системам. Естественно, стоимость гибких подводок сильфонного типа значительно превышает стоимость резиновых рукавов с оплеткой. Гибкая сильфонная подводка пользуется все большей популярностью и постепенно вытесняет резиновые рукава.

### **Сифоны**

Сифон – это сантехническое устройство, предназначенное для создания гидрозатвора – небольшого количества воды, препятствующего проникновению в квартиру запахов из канализационных труб. Существуют две конструкции сифонов: в виде загнутой, как буква S, трубы и в виде бутылки. Они называются соответственно бутылочный, или стаканый, и двухоборотный, или коленчатый. А разнообразнейшие разновидности сифонов – это всего лишь дизайнерские решения двух основных конструкций (рис. 5.4).

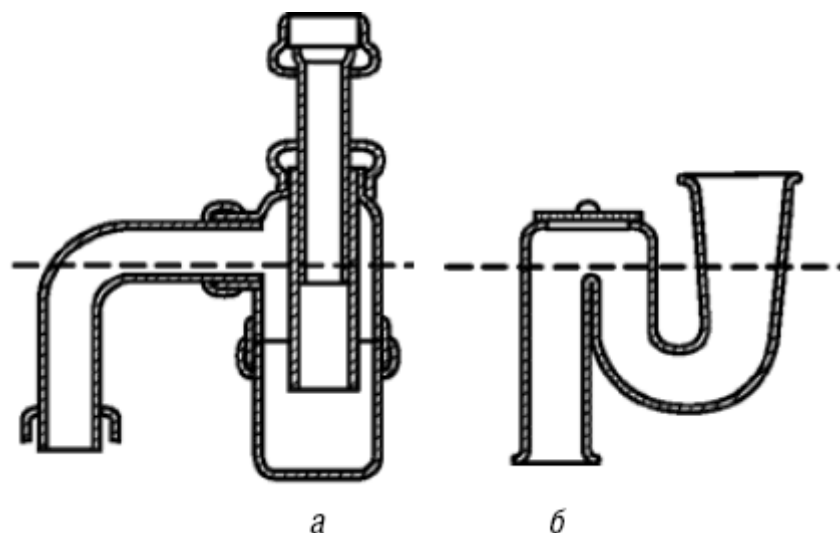


**Рис. 5.4. Устройство сифона из ПВХ (стрелкой показано уплотнение резиновой манжетой):**

1 – корпус сифона; 2 – отвод; 3 – угольник; 4 – раструб с изоляцией; 5 – канализационная труба

Большим преимуществом бутылочных сифонов (рис. 5.5, а) является простота очистки. Для этого достаточно лишь открутить крышку. В старых квартирах, как правило, устанавливались стальные или чугунные двухоборотные сифоны. Верхняя часть колена таких сифонов снабжена ревизией, похожей на ту, что устанавливается в канализационных трубах (рис. 5, 5, б). Эта ревизия предназначена для прочистки засоров.

Могут немного отличаться друг от друга способы соединения сифонов и канализационных трубопроводов.



**Рис. 5.5. Основные виды сифонов:**

*а* – бутылочный сифон; *б* – двухоборотный стальной сифон с ревизией

**Сифон для ванны** состоит из двух труб: слива и перелива. Перед водяным затвором они соединяются, и уже по одной трубе вода уходит в канализацию. У хорошего сифона трубы должны легко регулироваться по длине и подходить к любому сливному отверстию независимо от его расположения. Существуют сифоны с автоматическим сливом, они укомплектованы крышкой и заглушкой для слива.

В отверстие перелива устанавливается штырек. С внешней стороны ванны он соединен с заглушкой слива. На штырек надевается крышка. Поворот ее в одну сторону заставляет заглушку опуститься в отверстие слива и не пропускать воду, а поворот в другую приподнимает ее – и вода сливается.

**Сифон для душевой кабины, или трап,** устанавливается в поддон душевой кабины или просто монтируется в пол и предназначен только для слива воды. Он никогда не закрывается заглушкой, в отличие от ванн и раковин. Чем меньше его высота, тем лучше. Обычно она колеблется от 8 до 20 см. Существуют и специальные конструкции. Например, в отверстие слива вставляется трубка высотой чуть меньше высоты душевого поддона. В верхней части трубки есть отверстие для слива воды. Поэтому поддон наполняется теплой водой, пока вы принимаете душ. Соответственно, ногам не холодно. Также есть специальный трап, который устанавливается прямо в пол. Выдалбливается канавка, в нее помещаются канализационная труба и трап. Сверху пол покрывается плиткой.

**Сифоны для раковин.** Различают коленчатые, бутылочные и гофрированные сифоны. Последний сначала изгибается так, чтобы получился водяной затвор. Его изгиб закреплен пластиковой лентой. Остальная часть сифона подвижна и может гнуться в любом направлении. К сожалению, складки сифона быстро забиваются грязью и жиром. Второй – это хорошо всем знакомая жесткая конструкция, по форме напоминающая бутылку. Она есть практически в каждом доме под раковиной. С ней можно быть спокойным за сохранность соскользнувших при мытье рук колец – они будут лежать на дне сифона. А вот в гофрированном сифоне ничего не задерживается. Поэтому советуем купить комбинированный вариант – бутылочный сифон с гофрированным шлангом.

У коленчатого сифона практически нет никаких характерных особенностей. Это просто изогнутая труба. Во всех случаях эти сифоны занимают дефицитное пространство под раковиной, необходимое в наших небольших ваннах комнатах. Например, чтобы установить под раковину стиральную машину. Для этого можно приобрести специальный сифон, который помещается в специальную коробку. Для нее в стене под раковиной пробивают отверстие. От слива раковины к стене будет протянута только тонкая труба, длину которой можно легко отрегулировать. По высоте же она занимает лишь 6 см.

**Сифоны для стиральных машин.** Похожая конструкция (когда сифон помещен в

коробку и вставлен в стену) предлагается и для стиральных машин. Лицевая сторона его коробки закрыта декоративной крышкой. Коробка прикрепляется к стене в любом месте. Слив прячется внизу под декоративную крышку. Если вдруг понадобится передвинуть стиральную машину, то все продумано – взгляд не будет наткаться на некрасивые, причудливо изогнутые трубы. На виду будет лишь симпатичная коробочка. Точно так же можно подключить и посудомоечную машину. Мало того, сифон можно полностью убрать в стену, оставив снаружи лишь декоративную крышку и небольшой кусок трубы, на который надевается шланг слива стиральной машины.

**Сифоны для кухонь.** До недавнего времени сифон на кухне был нужен исключительно под раковиной. Сейчас на кухне ставят посудомоечную и стиральную машины. Да и сами мойки стали разнообразными. Вместо одной раковины мойка может иметь два или даже три отделения. В этом случае нужно купить «разветвленный» сифон, где число «веток» совпадает с числом сливов.

## Выбор унитаза

Самым распространенным способом является установка бачка непосредственно на заднюю полочку унитаза, так называемый компакт. В таком варианте бачок крепится к унитазу болтами через резиновую манжету, обеспечивающую герметичность, или же может быть цельнолитым.

Бачок может располагаться отдельно от унитаза и соединяться с ним с помощью патрубка. Раздельный способ подключения дает возможность экономить место: благодаря отсутствию полочки на самом унитазе его можно расположить ближе к стене. Сам же бачок может быть вмонтирован в стену, крепиться под потолком или же быть скрытым в декоративном ящике.

Помимо экономии места, такая система обеспечивает лучшее смывание за счет того, что напор воды, подаваемой из подвесного бачка, больше, чем у «компакта».

Управление сливом бывает рычажным или кнопочным. Многие современные модели оснащены кнопочным механизмом спуска и имеют две кнопки: одна для экономного смывания 2–3 л воды и вторая для полного – 6–8 л. Подвод воды к бачку осуществляется сбоку или снизу. Нижний подвод имеет такое преимущество, как бесшумное наполнение бачка водой, что зачастую бывает немаловажно.

Также бывают безбачковые унитазы, в которых смывание производится непосредственно из водопроводной системы, однако они не получили широкого распространения из-за качества отечественных водопроводных систем.

**Чаша унитаза.** На сегодняшний день используется 3 основных вида чаш:

- тарельчатые, задняя стенка такой чаши выполнена уступом в виде тарелки. Преимуществом такой формы является отсутствие всплеска, недостатком – появление неприятного запаха;

- козырьковые, задняя стенка которых расположена с наклоном вперед относительно пола, в результате чего отсутствуют неприятные брызги, а во время использования не появляются запахи. Такая форма требует тщательного смыва, а иногда и использования ершика;

- воронкообразные используются в основном в импортных моделях унитазов. Такая форма считается наиболее гигиеничной, однако у них есть вероятность всплеска.

**Выпуск в канализацию.** Производятся унитазы с горизонтальным (в стену), вертикальным (в пол) и косым (под углом 45°) выпуском; это нужно знать еще до похода в магазин. В большинстве новых квартир выпуск является горизонтальным. Если понравилась какая-нибудь модель унитаза, но не подходит способ выпуска – не спешите искать другую, узнайте у продавцов, можно ли подобрать к этой модели пластиковые переходники.

При выборе этого параметра необходимо знать расположение канализационной трубы,

к которой будет подсоединен унитаз. Если труба расположена в полу, то наиболее эффективным будет вертикальный выпуск, который к тому же будет существенно экономить место. Косой выпуск используется преимущественно при расположении канализационной трубы на полу. Горизонтальный отвод является универсальным и с помощью гофрированного патрубка может быть подсоединен к канализации, находящейся как в полу, так и в стене.

**Материал унитаза.** Как правило, при изготовлении унитазов применяют два основных материала: фарфор и фаянс. Оба этих материала получают из одинакового сырья, различие состоит лишь в технологии обжига. Фаянс обладает довольно большим влагопоглощением (около 10 %), в процессе эксплуатации теряет первоначальный вид, а взамен приобретает трещины на эмали. Срок службы фаянса составляет 10–15 лет.

Технология производства фарфора обеспечивает его минимальное влагопоглощение за счет более плотной структуры. Он является более дорогим материалом, однако и срок службы его значительно больше (более 30 лет). На фарфоровых изделиях дольше сохраняется целостность глазури, поэтому они значительно легче моются и дольше сохраняют свой первоначальный вид. Отличить в магазине фарфор от фаянса практически невозможно, так как они покрыты слоем глазури, поэтому при выборе остается полагаться только на консультацию продавца.

**Способ смыва.** Прямой смыв. Вода из бачка, не меняя направления своего движения, омывает чашу унитаза. Многие производители отказались от такого способа, так как при смывании образуются брызги и довольно сильный шум.

Обратный смыв. Вода по полуоткрытым каналам унитаза меняет направление движения на противоположное, тем самым обеспечивая более равномерное омывание раковины. Уровень шума и расход воды при таком способе смыва ниже.

**Способы крепления и установка унитаза.** Помимо традиционного крепления к полу, в последнее время получили большую популярность подвесные унитазы. Преимуществами подвесной модели являются экономия места, простота уборки помещения, более эстетичный внешний вид. Крепление унитаза к стене осуществляется посредством блочной или рамочной инсталляции. Блочную инсталляцию применяют при креплении к несущей стене; для этого используют металлические пластины и анкерные болты. Если же подвесной унитаз необходимо закрепить на гипсокартонной стене или другой непрочной поверхности, то используется рамочная инсталляция. Она состоит из рамы, сваренной из стальных труб, и крепится к полу и стене, тем самым передавая основную нагрузку на пол. Такая конструкция может выдерживать около 400 кг.

Бачок у подвесного унитаза выполняется из прочного пластика и прячется в стену вместе с инсталляцией, на поверхности остается только кнопка спуска воды. Механизм бачка выполнен таким образом, что при необходимости его замены или ремонта он извлекается через отверстие для кнопки спуска.

Керамические унитазы устанавливаются на бетонные или плиточные полы и крепятся различными способами: с помощью дюбелей и шурупов или путем приклеивания к полу (рис. 5.6).



**Рис. 5.6. Базовые размеры для установки унитаза**

Эта процедура имеет свои тонкости и сложности: во-первых, потребуется демонтаж старого унитаза, во-вторых, чтобы установить унитаз, нужно сделать несколько отверстий в полу и стене, наконец, в-третьих, необходимо точно и герметично соединить слив и канализацию. Все эти и другие сантехнические работы достаточно сложны: если что-то сделать неправильно, могут возникнуть проблемы с протеканием, засорами и поломкой самого унитаза.

Существуют три основных способа крепления унитаза к полу. Можно просто зафиксировать унитаз на цементном или плиточном полу с помощью шурупов, ввинченных в дюбели. Второй способ несколько сложнее, но более надежен. Унитаз крепится к тафте – деревянной доске, утопленной в выемке пола. Тафта изготавливается из хорошо проолифленной прочной древесины (к примеру, из дуба). Снизу тафты устанавливаются анкеры, обеспечивающие надежность ее закрепления в полу. Простейшими анкерами могут служить гвозди, вбитые в шахматном порядке и выступающие из тафты на 20–30 мм.

Выемка в полу заливается цементно-песчаным раствором, в котором заподлицо с полом утапливается тафта с анкерами. После схватывания раствора унитаз фиксируется обычными шурупами. Шурупы необходимо смазать, чтобы впоследствии они легко выкручивались.

И в первом, и во втором случаях под головки шурупов следует подложить резиновые шайбы, предотвращающие повреждение станины унитаза. Независимо от того, каким способом будет закреплен унитаз, в качестве уплотнителя прокладывают листовую резину с отверстием для прохода прямого выпуска унитаза.

Установить унитаз можно и с помощью эпоксидного клея. Прежде всего необходимо очистить склеиваемые поверхности от грязи и тщательно их обезжирить. Затем поверхности следует обработать для создания шероховатости и вновь обезжирить. На опорную поверхность наносится слой смолы толщиной 4–5 мм, и унитаз плотно прижимается к полу.

Во втором и третьем случаях для полного схватывания раствора или эпоксидной смолы следует дать выдержку не менее 10–12 часов.

## Душевые кабины

Душевая кабина – это огражденное и определенным образом оборудованное место для принятия душа. Современная душевая кабина является незаменимой, когда площадь ванной комнаты минимальна. Любая душевая кабина занимает почти вдвое меньше площади, чем стандартная ванна. Их обычные размеры варьируются в пределах от 70 × 70 до 130 × 130 см. В ванной комнате освобождается солидное пространство, которое может быть использовано для стиральной машины, умывальника, зеркала, шкафа.

Различаются открытые и закрытые душевые кабины. Первые огораживают зону душа частично – внутренняя стенка выложена плиткой. Вторые полностью закрыты по периметру и имеют крышу сверху. Открытая кабина может быть просто построена между двумя стенами и закрыта раздвижными дверьми. Каркас душевого ограждения изготавливается из алюминия с белым, цветным или хромированным покрытием.

В зависимости от материала двери душевых кабин можно разделить на два основных типа: сделанные из полистирола (пластика, оргстекла) и из закаленного безопасного стекла. По внешнему виду они почти неразличимы. Выбор делают на основе собственных предпочтений. Считается, что стекло удобнее, поскольку пластмассы требуют постоянного тщательного ухода. Двери из полистирола дешевле, но имеют ряд недостатков: от долгого пользования постепенно теряют первоначальный внешний вид, мутнеют.

Стеклянные двери – качественное и долговечное изделие. Они сделаны из специального безопасного стекла, закаленного обжигом, которое по прочности не уступает лобовому стеклу автомобиля. Вода и грязь соскальзывают со стекла, не оставляя следов, поэтому стеклянные двери легко моются и не мутнеют со временем. И акрил, и стекло могут быть матовыми либо прозрачными. Как показывает практика, большинство потребителей делают выбор в пользу матовых поверхностей. Во-первых, матовое стекло делает пространство внутри кабины минимально обозримым, что повышает уровень комфорта во время принятия душа. Кроме того, на матовой поверхности гораздо менее заметны следы от капель и разводы от воды.

По способу раскрывания различают раздвижные и распашные двери. Распашные двери могут быть одно- и двухстворчатыми. Они требуют большей площади ванной комнаты. Раздвижные двери бывают двух- и четырехстворчатые, трех- и шестистворчатые. В закрытом виде их удерживает магнитная резиновая лента. Двигаются такие двери на роликах, которые должны быть спрятаны внутрь каркаса, чтобы к ним не проникла вода.

Если душевая кабина может нарушить целостность интерьера ванной комнаты, оптимальное решение – бокс со стенками и дверцами из прозрачного стекла. В этом случае пространство внутри душа не отделяется от общего пространства ванной комнаты, что позволяет душевой кабине предельно гармонично вписаться в уже существующий интерьер. Внешний вид помещения в этом случае остается практически неизменным, тогда как установка бокса с матовым стеклом как бы вырезает из интерьера комнаты угол.

Сочетание матового темного стекла или акрила с белым глянцем поддона выглядит очень эффектно – выполненный в таком дизайне душевой бокс становится одним из основных элементов интерьера ванной комнаты, привлекающим на себя повышенное внимание. Душевой бокс с белым поддоном и дверцами из прозрачного светлого стекла, наоборот, смотрится максимально незаметно, не внося изменений в существующий интерьер ванной.

### *Установка и эксплуатация душевых кабин*

Душевая кабина очищается от возможного загрязнения специальными моющими средствами легким протиранием тряпочкой или губкой и ополаскивается теплой водой. Запрещается поднимать и двигать душевую кабину за трубопроводы, так как это может привести к протечкам в местах соединений.

Запрещается хранение и транспортировка душевых кабин штабелями (избегать сильного сжатия).

При транспортировке запрещается бросать и резко передвигать душевые кабины.

Запрещается хранение на сыром, неотапливаемом складе, которое может привести к коррозии металлических деталей кабины.

Запрещается хранение совместно с метаном, формальдегидом и другими органическими растворителями.

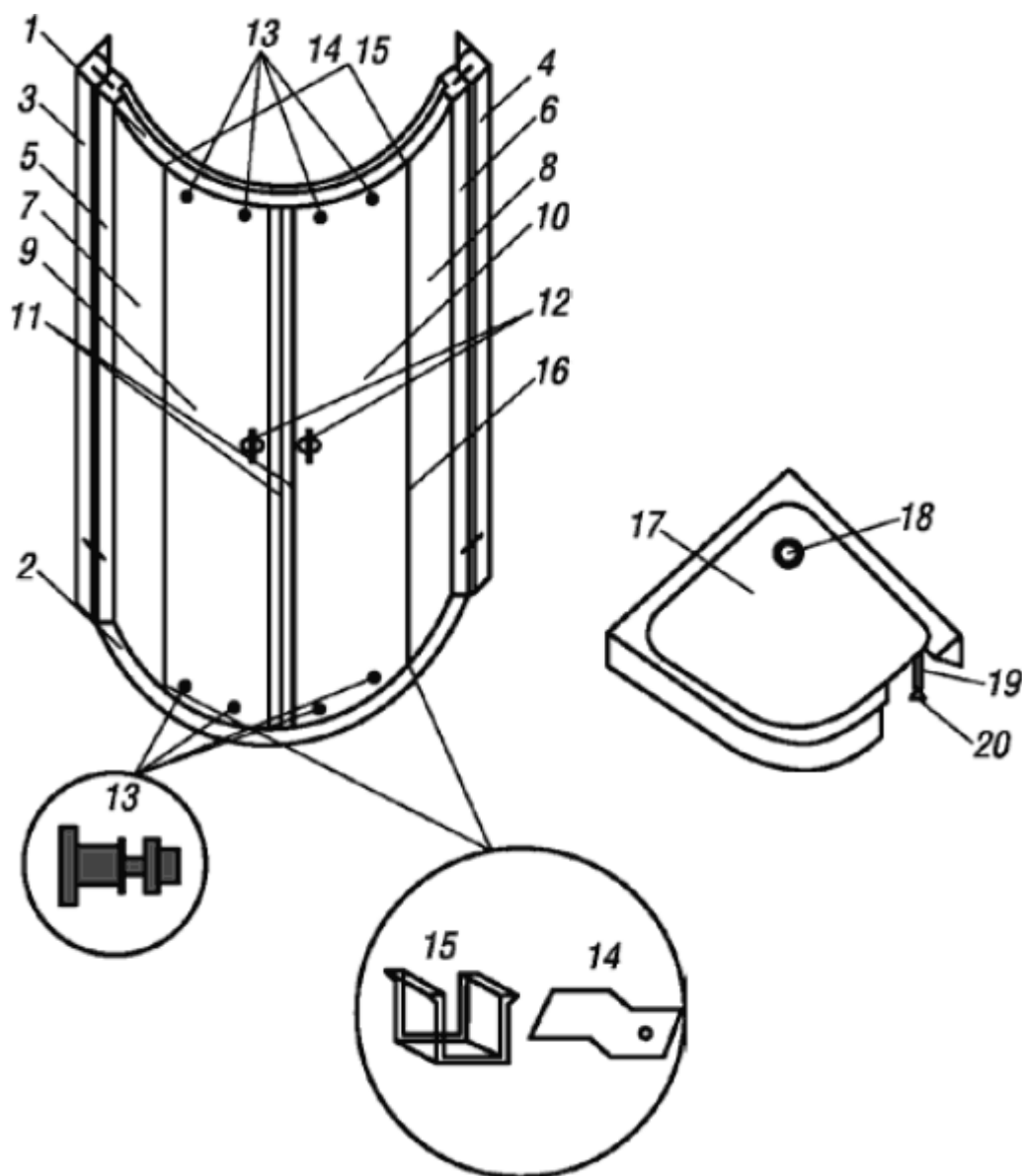
Запрещается допускать нагревание душевой кабины свыше 80 °С.

Максимальная нагрузка одноместной душевой кабины не должна превышать 100 кг (вес одного человека). Для двухместной – 200 кг (вес двух человек).

Запрещается использовать душевую кабину с нагрузками, превышающими норму.

Запрещается использовать при чистке поддона предметы и средства, способные повредить акриловую поверхность.

Установка душевых кабин (рис. 5.7) и боксов производится до монтажа другого оборудования. Помещение для сборки кабины должно быть очищено от строительного мусора и пыли, посторонних предметов, так как от чистоты рабочего места зависит качество сборки и дальнейший срок эксплуатации оборудования. В целях безопасности людей, сохранности оборудования, проведения правильной и качественной сборки во время установки душевых кабин любые другие работы не допускаются. Для проведения технического обслуживания кабин и боксов необходимо обеспечить доступ к узлам изделия путем смещения его от стен или угла ванной комнаты, в связи с этим рекомендуется другое оборудование ванной комнаты устанавливать на расстояниях, позволяющих проводить техническое обслуживание.



**Рис. 5.7. Душевая кабина:**

1 – верхний направляющий алюминиевый рельс; 2 – нижний направляющий алюминиевый рельс; 3 – левый алюминиевый профиль для крепления кабины к стене; 4 – правый алюминиевый профиль для крепления кабины к стене; 5 – левая алюминиевая стойка; 6 – правая алюминиевая стойка; 7 – левое стационарное внутреннее стекло; 8 – правое стационарное внутреннее стекло; 9 – левое дверное стекло; 10 – правое дверное стекло; 11 – магнитные резиновые полосы для дверей; 12 – ручки стеклянных дверей; 13 – роликовые держатели для крепления и перемещения стеклянных дверей; 14 – резиновый держатель стекол; 15 – держатели стекол; 16 – резиновые полосы; 17 – акриловый поддон; 18 – патрубок для стока воды; 19 – стальной каркас; 20 – пластиковая регулируемая ножка

**Порядок монтажа душевой кабины.** Место установки душевой кабины необходимо предварительно тщательно очистить. После распаковки отдельные части комплекта подготовьте к сборке ближе к месту окончательной установки. Перед началом монтажа душевой кабины обратите внимание на правила размещения в ванной комнате кабины, показанные на прилагаемой к ней схеме.

С поддона 17 удалите защитную пленку, поддон установите на предназначенное место и присоедините к канализации. Проверьте надежность и герметичность водоотвода.

Монтаж алюминиевой рамы:

- соедините левую 5 и правую 6 алюминиевые стойки с верхним 1, а затем нижним 2

алюминиевым направляющим рельсом с помощью болтов;

- ослабьте крепление выпускного элемента 18 и нанесите на место установки на поддон алюминиевой рамы в сборе слой силиконовой санитарной шпатлевки;

- на акриловый поддон 17 установите алюминиевую раму;

- кабину в сборе осторожно передвиньте в угол помещения на место окончательной установки;

- регулируя анкерные гайки на пластиковой регулируемой ножке 20, находящейся на стальном каркасе 19, отрегулируйте поддон горизонтально;

- на стене отметьте места для отверстий, предназначенных для крепления алюминиевых профилей 3 и 4;

- отодвиньте кабину и в обозначенных местах просверлите отверстия;

- закрепите на стене алюминиевые профили 3 и 4;

- кабину в сборе осторожно передвиньте в угол помещения на место окончательной установки и вставьте алюминиевую раму в пазы профилей 3 и 4;

- закрепите раму в верхних и нижних углах с помощью винтов, входящих в комплект к алюминиевым профилям 3 и 4;

- вставьте с правого и левого края стекла 7 и 8 в пазы, находящиеся с внутренней стороны каркаса;

- закрепите стекла в верхних и нижних углах Z-образными держателями 15 и винтами;

- укрепите на торце боковых стекол 8 и 7 резиновые полосы 16;

- укрепите на стеклянных дверях 9 и 10 дверные ручки 12, следите за правильностью их монтажа;

- укрепите на стеклянных дверях 9 и 10 резиновые магнитные полосы 11, следите за правильностью их монтажа;

- положите в верхние и нижние стороны дверного стекла резиновые U-образные держатели стекол;

- ослабьте роликовые держатели 13 поворотом ручки держателя против часовой стрелки;

- закрепите стеклянные двери 9 и 10 в роликовых держателях 13, зажмите до упора держатель поворотом ручки по часовой стрелке;

- проверьте плавность закрытия и открытия стеклянных дверей;

- отрегулируйте двери, поворачивая на нижнем роликовом держателе 13 кольцо;

- возможный перекося дверей исправьте, поворачивая кольцо на держателе 13 в верхней части стеклянных дверей 9 и 10.

#### **Сборка душевой кабины:**

- поставьте поддон 7 в подходящее место и прикрутите регулируемые ножки 12 по уровню (рис. 5.8);

- сборка душевой панели: поставьте душевую панель 2 на высокий поддон 7. Прикрутите панель и поддон крепежными болтами, но не фиксируйте их туго;

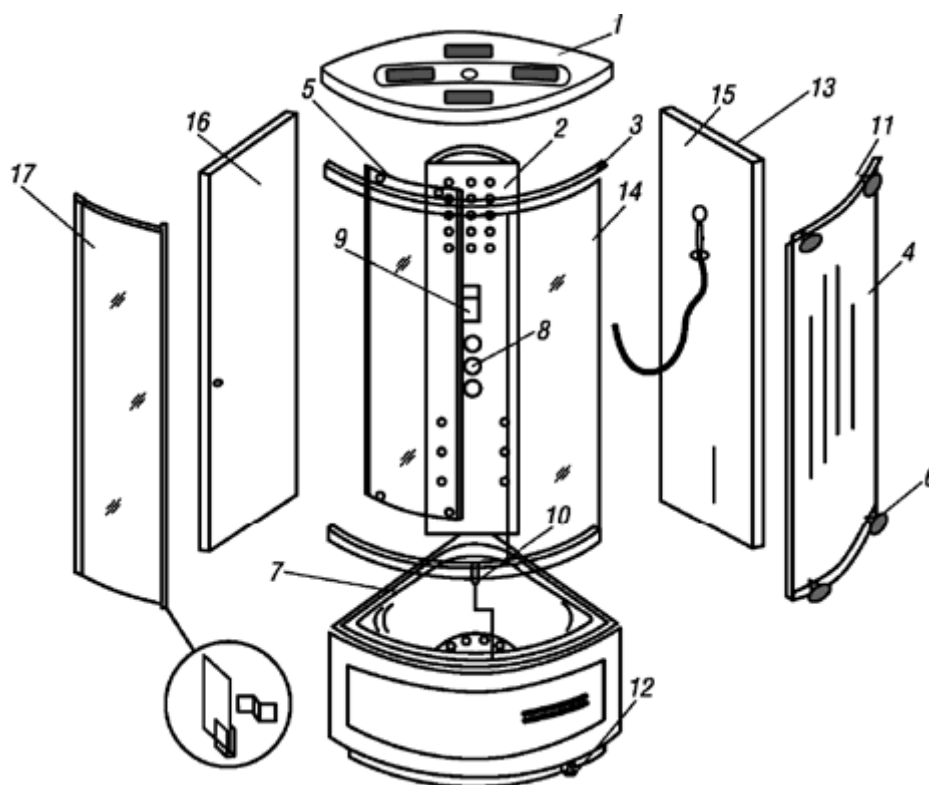
- установка неподвижных стекол: соедините шурупами правое 14 и левое 17 неподвижные стекла с нижней и верхней планками-рельсами. Поместите резиновый держатель стекол в пазы, затем используйте держатели стекол, чтобы зафиксировать стекло на планках-рельсах;

- установите стеклянный каркас на поддон и прикрутите его к правой 15 и левой 16 внутренним стенкам;

- соедините внутренние правую 15 и левую 16 стенки с внутренней душевой панелью;

- установите душевую крышу на собранную конструкцию и закрепите ее крепежными шурупами и болтами;

- заклейте стыки и щели силиконом.



**Рис. 5.8. Душевая кабина:**

1 – душевая крыша; 2 – внутренняя душевая панель; 3 – планка-рельс; 4 – правая подвижная дверь; 5 – левая подвижная дверь; 6 – ролики; 7 – поддон; 8 – смеситель; 9 – пульт управления; 10 – крепежный болт; 11 – колпачок; 12 – ножки; 13 – шуруп; 14 – правое неподвижное стекло; 15 – правая внутренняя стенка; 16 – левая внутренняя стенка; 17 – левое неподвижное стекло

## Ванны

**Ванны из чугуна.** До сих пор более востребованы на нашем рынке чугунные эмалированные ванны, которые производятся как отечественными, так и зарубежными фирмами. Наиболее распространенные размеры чугунных ванн  $150 \times 70$ ,  $170 \times 70$  (75, 80) см. Гораздо реже встречаются укороченные ванны длиной 105 и 120 см, которые бывают как сидячие, так и прямые. Отечественные чугунные ванны имеют размеры  $150 \times 70$  или  $170 \times 70$  см.

Конечно, современные импортные чугунные эмалированные ванны сильно отличаются от отечественных, тяжелых и массивных, широко распространенных 20–30 лет назад. Они изготавливаются из гораздо более тонкого чугуна (примерно 5 мм) и выглядят гораздо изящнее.

У некоторых моделей емкость сужается к ногам, многие модели ванн снабжены удобными ручками. Такие ванны устанавливаются на винтовых ножках, что позволяет регулировать высоту уровня. Вес такой современной чугунной ванны примерно 120–130 кг.

Французские, испанские, итальянские ванны отличаются достаточно высоким качеством, они могут иметь хромированную или позолоченную фурнитуру, полуавтоматическую систему слива, а чугунная ванна, оборудованная гидромассажным блоком, считается особым шиком. Несмотря на то что заводы в Испании и во Франции все еще продолжают выпуск чугунных ванн, их время проходит и на смену чугунным приходят отличные ванны, изготовленные из эмалированной стали или акрила.

**Ванны из стали.** Преимущество стальных и акриловых ванн в первую очередь в том,

что сталь и акрил намного пластичнее чугуна: из этих материалов можно делать ванны любой формы и размера. Недостаток чугуна – для покрытия эмалью его нагревают до температуры 1250 °С. При нагревании выделяется углерод, его пузырьки выходят сквозь эмаль, и поверхность чугунной ванны становится пористой, а в этих порах со временем скапливается грязь и ржавчина. Со стальными ваннами этого не случится из-за более мелкого размера пор на эмали.

Основным недостатком стальных ванн считается их шумность. Чтобы избежать или уменьшить этот шум, рекомендуется устанавливать стальную ванну в ящик, наполненный песком, так, чтобы ванна была на треть погружена в песок, или залить внешнюю поверхность ванны монтажной пеной. В этом случае одновременно со звукоизоляцией решается и проблема неустойчивости стальных ванн. Низкокачественная вода может оставлять на стенках ванны желтоватый налет, который потом трудно удалять, но можно приобрести ванну со специальным покрытием, на котором грязная вода сворачивается в капельки: они легко скатываются, оставляя ванну совершенно чистой.

**Акриловые ванны** пользуются большой популярностью в Европе и активно завоевывают мировой рынок. Они практичны и в полной мере заменяют чугунные и стальные. Акриловые ванны – новая деталь современного интерьера. Они могут производиться в самых различных вариантах, любого цвета и любой формы.

Акриловая ванна представляет собой единый прочный корпус толщиной 7–9 мм. Этот синтетический материал дает широкие возможности дизайнерам, так как из него можно изготовить практически любую форму в широчайшей цветовой гамме. Долговечный и надежный сантехнический акрил заслуженно признан ведущими производителями сантехники во всем мире как наиболее популярный на рынке материал для изготовления ванн. По сравнению с другими используемыми для изготовления ванн материалами акрил более гигиеничен.

Акрил – это синтетический полимер. Сам по себе он не обладает достаточной жесткостью и устойчивостью формы: чем выше качество акрила, тем меньше его пластические свойства. При изготовлении акриловой ванны особо сложной формы и изысканного дизайна обычно используется акрил более низкого качества, а жесткость акриловой ванне придают посредством нескольких армирующих слоев, обычно смесью стекловолокна и эпоксидной смолы. Чем больше количество армирующих слоев, тем выше качество ванны. Количество слоев, которыми ванну укрепляли на заводе, видно на краю бортика ванны, как на древесине годовые кольца. По звуку тоже можно определить количество слоев: звук тем глуше, чем слоев больше, а звонкость и тонкость говорят о недостаточном качестве изделия.

Акриловая ванна изготавливается из акрилового листа путем нагрева и формования в специальных вакуумных камерах. Современные технологии позволяют придать листу практически любую форму. Ванна представляет собой трехслойную структуру, состоящую из слоя акрила толщиной 2–4 мм, армирующего слоя из стекловолокна толщиной 4 мм и усиления из ДСП по дну, а в изделиях – и по борту ванны.

Монолитный слой акрила обеспечивает высокие эксплуатационные свойства ванны, армирующий слой придает ей необходимую жесткость, а усиление из ДСП по дну обеспечивает распределение веса человека по всей нижней поверхности. Дополнительное усиление по верхнему краю позволяет равномерно перераспределить нагрузку, оказываемую на борт ванны, и избежать его прогибания. Некоторые производители укрепляют края и дно ванны металлическими прутьями, а дно еще и дополнительной деревянной прослойкой. Конструкция акриловой ванны может быть также усилена металлическим каркасом и по периметру, и по дну. Рамы, имеющие от 3 до 5 ребер жесткости и от 8 до 10 точек опоры, позволяют значительно увеличить устойчивость и прочность ванны.

Нанесением на армированное покрытие слоя полиуретановой пены, также заметной на краю бортика ванны, обеспечивается дополнительная теплоизоляция ванны. Конструкция ножек каркаса позволяет компенсировать неровности пола для горизонтальной установки

ванны.

Акрил имеет гладкую непористую поверхность, приятную на ощупь, а благодаря своим теплоизолирующим свойствам очень хорошо сохраняет температуру воды в ванне. Вода в акриловой ванне остывает на 1 °С за 30 мин, в чугунной ванне – за 5 мин. У пустой акриловой ванны температура поверхности соответствует температуре помещения, в котором ванна находится. Падающий в акриловую ванну поток воды не создает шума, в отличие от стальной ванны, отчетливо шумящей при наполнении.

Сантехнический акрил обладает прекрасной химической стойкостью, препятствует появлению и размножению нежелательных бактерий, ванна из него легко моется: достаточно регулярно ополаскивать ее теплой водой. Случается, что возникающий со временем желтый налет на эмалированных ваннах трудно чистить, и при этом эмаль теряет свой блеск и становится шероховатой. Акриловым ваннам такая неприятность не угрожает, глянцевая поверхность акрила не тускнеет со временем.

Ванна из акрила устойчива к появлению сколов и трещин. А если даже на акриле и появится трещина, ее расширяют, заливают в лунку акрил, выдерживают некоторое время и зашлифовывают, так что не остается никакого следа. Провести такой ремонт просто, для этого не требуется никаких специальных навыков. Вес акриловой ванны, что тоже довольно существенно, не превышает 15–25 кг, поэтому установить и заменить такую ванну можно сравнительно легко.

К недостаткам акриловых ванн можно отнести то, что их поверхность сравнительно легко поцарапать, поэтому в них не рекомендуется мыть домашних животных. При чистке ванн не следует пользоваться абразивными пастами и порошками и агрессивными эмульсиями, использовать чистящие средства, содержащие спирт, уайт-спирит и другие разбавители; лучше применять специальные составы для акрила.

Акриловую ванну рекомендуется протирать мягкой тряпкой с обычным мылом или жидким моющим средством. Пятна от ржавой воды оттираются лимонным соком или теплым столовым уксусом. Не следует надолго замачивать в акриловой ванне белье со стиральным порошком и наливать в ванну кипяток, так как это приводит к повреждению акрила. Ожоги от сигарет удаляются легкой полировкой самой мелкой наждачной бумагой, а случайные царапины на поверхности или маленькие сколы рекомендуется отшлифовать с помощью набора специальных средств (паст) для полировки, которые, как и наборы для ремонта акриловых ванн, обычно можно приобрести в тех же магазинах, что и сами акриловые ванны.

Существуют разновидности сантехнического акрила, например, топлакс, кварил. Материал, называемый кварилом, – это современная разновидность акрила, смесь кварца и акрила. Кварц увеличивает прочность акрила, поэтому дополнительного армирования не требуется. Ванны из такого материала тяжелее, чем акриловые, но все же легче, чем чугунные. За счет своей твердости квариловые ванны позволяют использовать в дизайне четкие линии, без округлостей, свойственных обычной гнутой пластмассе. Это важно, если ванна обкладывается плиткой, можно уменьшить ширину швов. Кроме того, добавление крошки повышает устойчивость акрила к появлению царапин.

Представляют интерес ванны, в производстве которых использовалось сочетание акрила и стали. Такая комбинированная ванна сочетает в себе все лучшие качества материалов. В разрезе такая ванна представляет собой «слоеный пирог»: сверху – лист акрила, снизу – лист стали, а между ними прослойка из специального материала толщиной 1 см, служащая для компенсации температурного расширения и предотвращения отслаивания акрила от стали. Конструкция ванны жесткая и не прогибается под тяжестью тела или воды. Для нее не нужно специального каркаса или крепления. Акриловое покрытие на ощупь приятнее эмали.

Срок службы акриловой ванны зависит от качества акрила, используемого на производстве.

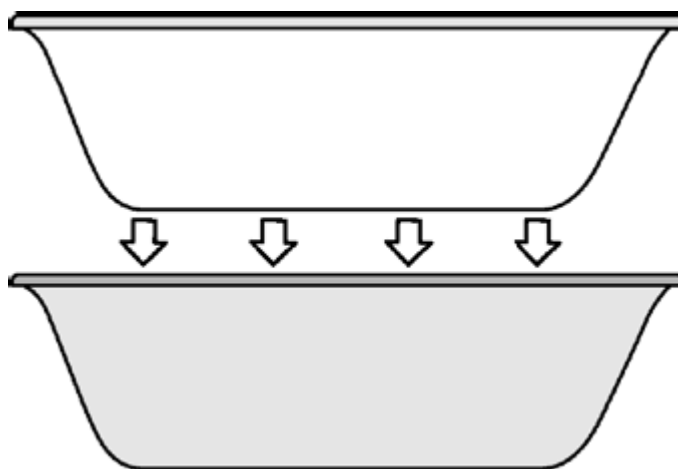
## *Реставрация ванн*

По истечении некоторого времени ванна теряет свой первоначальный вид: становится тусклой, шершавой, на ней появляются пятна, трещинки и т. д. Перед пользователем становится главным вопрос: как быть далее? Давно прошло то время, когда замена ванны, прослужившей много лет и потерявшей свою былую белизну, была несбыточной мечтой. Сейчас рынок сантехники предлагает огромный выбор ванн, различающихся по материалу, форме, размерам, цвету и цене. А если не хочется полностью менять ванну, то можно воспользоваться современными материалами для ее реставрации и обновления.

Обновить старую ванну можно с помощью покрытия эмалью, а также с помощью монтажа акрилового вкладыша. Такие способы обновления старой ванны в любом случае обойдутся намного дешевле, чем покупка и монтаж новой. Если эти работы будут проводить профессионалы, то старая ванна будет служить еще долго.

**Акриловый вкладыш.** Одним из способов восстановления ванны является установка акрилового вкладыша. Таким способом восстановить ванну достаточно просто. Акрил является очень прочным материалом, он прекрасно выдерживает удары и экологически безопасен. Акриловый вкладыш для ванн изготавливается индивидуально, поэтому он может быть любой формы и цвета. Поверхности вкладыша и ванны смазывают тонким слоем специального клеевого состава, затем вкладыш вставляют в старую ванну, состыковывают сливные отверстия и склеивают. Края вкладыша и ванны плотно и герметично обжимают. Таким образом, старая ванна приобретает вид совершенно новой.

Отреставрированную ванну нельзя мыть чистящими порошками, а также средствами, содержащими кислоту. Очищают такую ванну с помощью мягкой губки и средства для мытья посуды или стиральным порошком мягкого воздействия. Ржавчина удаляется только теплым 9 % столовым уксусом или лимонным соком (рис. 5.9).



**Рис. 5.9. Установка акрилового вкладыша**

Если нет возможности использовать акриловый вкладыш, есть другой вариант восстановления ванны – путем использования специальных материалов. В качестве таких материалов чаще всего используются эмали.

**Эмалирование** – это быстрый и экономичный способ обновления ванны, который позволяет избежать глобальных мероприятий по замене старой ванны и установке новой. Можно выбрать цвет эмали, который будет подходить к плитке в ванной или к цвету стен. Эмали для восстановления ванн выпускаются в обыкновенных баночках или в виде аэрозолей. Как правило, аэрозоль содержит большую часть растворителя в сравнении с баночной эмалью для реставрации ванны.

Процесс восстановления эмали ванны делится на три этапа:

- этап подготовки ванны (очищение поверхности);
- грунтовку старой поверхности ванны;

- восстановление эмали ванны (обработку поверхности ванны эмалью).

Ванна очищается от старой эмали, ржавчины и неровностей. Для этого в нее засыпают чистящий порошок и начинают чистку абразивным камнем. Операцию можно производить с помощью дрели с насадкой. Перед нанесением эмали ванна должна быть обязательно обезжиренной, матовой и сухой. По окончании удаления старой эмали и сколов нужно смыть кашицу. После этого желательно на несколько минут наполнить ванну горячей водой. Далее вода сливается, ванна насухо вытирается, обезжиривается и снова просушивается. При необходимости очистку поверхности ванны можно повторить. При реставрации все повреждения заделываются специальной шпатлевкой.

Перед последним этапом восстановления ванны необходима грунтовка. Произвести грунтовку возможно обычной эмалью с отвердителем или аэрозольной грунтовкой. При грунтовании необходимо избегать образования пузырьков на поверхности – в дальнейшем они приведут к отшелушиванию новой эмали. После грунтования нужно высушить ванну. На последнем этапе реставрации на перегрунтованную поверхность наносят эмаль. Сделать это можно кистью (обязательно из натурального волокна), но лучше с помощью валика. Эмаль наносится в несколько слоев, каждый из которых необходимо тщательно просушить. Количество слоев зависит от качества поверхности ванны и обычно указывается на упаковке эмали. При желании можно изменить цвет эмали ванны. Такой процесс называется колеровкой. Сохнуть эмаль должна при температуре 20–23 °С. Полностью эмаль высохнет через неделю.

Запрещается мыть ванну с восстановленной эмалью составами, содержащими кислоту и абразивные элементы, и стирать в ней. Если придерживаться этих правил, то восстановленная ванна прослужит не менее 5 лет.

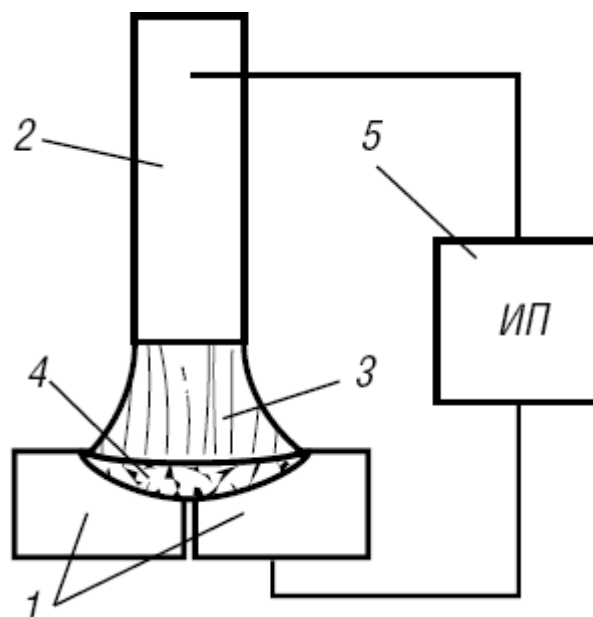
Следует отметить, что заводы-производители эмалевых ванн проводят их окраску термическим способом. Поэтому восстановление эмали описанным способом не очень надежно. Начиная восстановление ванны, надо учитывать, что эту работу придется проделывать периодически (периодичность 3–5 лет в зависимости от условий эксплуатации).

Сегодня на рынке предлагаются готовые наборы для восстановления эмали ванны. Также для восстановления эмали ванны возможно использование стакрила. Это износостойкая ударопрочная эмаль на жидком акриле. Производители утверждают, что такая эмаль не подвергается химическим и механическим воздействиям. Стакрил не наносится кисточкой или валиком, а наливается на очищенную поверхность ванны. При этом толщина новой эмали 1–5 мм. На одну ванну требуется примерно 3,5 л такой эмали.

## 6. Электродуговая сварка

Электродуговая сварка получила наиболее широкое распространение в промышленности, мелкосерийном производстве и в кустарных мастерских. С применением электродуговой сварки в настоящее время осуществляется примерно 65 % сварочных работ. И именно она рекомендуется для применения домашним умельцам.

Источником нагрева и расплавления свариваемого металла при дуговых способах сварки является сварочная дуга, представляющая собой длительный мощный электрический разряд, происходящий в ионизированной среде между двумя электродами или электродом и деталью (рис. 6.1). При этом начальная фаза среды может быть любой: твердой (например, сварочный флюс); жидкой (например, вода); газообразной (например, аргон); плазменной. Температура в столбе сварочной дуги колеблется от 5000 до 12 000 К и зависит только от состава газовой среды дуги. Длиной сварочной дуги называют расстояние между концом электрода и поверхностью кратера (углубления) сварочной ванны.



**Рис. 6.1. Электрическая сварочная цепь дуговой сварки:**

1 – свариваемая деталь; 2 – сварочный электрод; 3 – сварочная дуга; 4 – сварочная ванна; 5 – источник питания дуги

Виды дуговой сварки различают по нескольким признакам: по среде, в которой происходит дуговой разряд (на воздухе – открытая дуга, под флюсом – закрытая дуга, в среде защитных газов); по роду применяемого электрического тока – постоянный, переменный; по типу электрода – плавящийся, неплавящийся. Наибольшее практическое значение получила ручная дуговая сварка плавящимися электродами на переменном и постоянном токах, дающая возможность сваривать в непроизводственных условиях большинство сталей, включая нержавеющие.

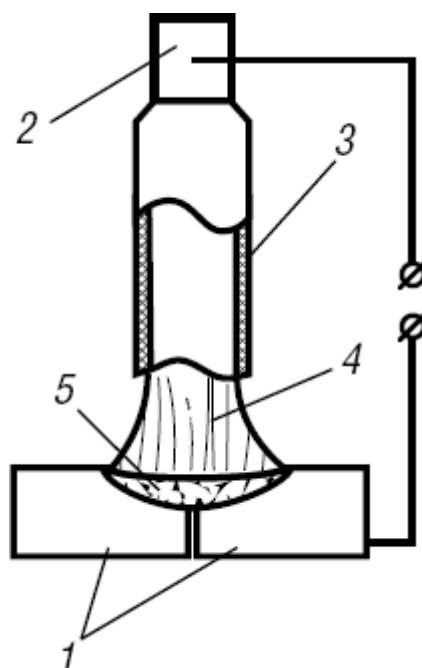
Для поддержания электрического разряда нужной продолжительности необходимо применение специальных источников питания дуги. Для питания дуги переменным током применяют сварочные трансформаторы, постоянным током – сварочные генераторы или сварочные выпрямители. При сварке постоянным током количество тепла на электродах различно, поэтому в сварке введено понятие полярности – прямой и обратной. Электрод, подсоединенный к положительному полюсу источника питания дуги, называют анодом, а к отрицательному – катодом. Таким образом, когда катод (—) источника подключен к электрододержателю, а анод (+) – к детали, это прямая полярность, наоборот – обратная.

При горении дуги и плавлении свариваемого и электродного металлов требуется защита расплава сварочной ванны от воздействия кислорода и азота воздуха, ибо последние ухудшают механические свойства металла шва. Поэтому защищают зону дуги, сварочную ванну, а также электродный стержень.

По характеру защиты свариваемого металла и сварочной ванны от окружающей среды дуговую сварку разделяют на следующие способы: с покрытыми электродами, в защитных газах, под флюсом, порошковой самозащитной проволокой.

**Дуговая сварка покрытыми электродами.** При этом способе (в англоязычной литературе именуется *shielded metal arc welding* или *SMAW*, иногда *manual metal arc welding* или *MMAW*) процесс выполняется вручную (рис. 6.2). Сварочные электроды могут быть плавящимися – стальными, медными, алюминиевыми и др. Наиболее широко применяют сварку стальными электродами, имеющими на поверхности электродное покрытие. Покрытие электродов готовится из порошкообразной смеси различных компонентов и наносится на поверхность стального стержня в виде затвердевающей пасты. Его назначение – повысить устойчивость горения дуги, провести металлургическую обработку сварочной ванны и улучшить качество сварки. Сварной шов образуют за счет расплавления металла свариваемых кромок и плавления стержня сварочного электрода. При этом сварщик вручную

осуществляет два основных технологических движения: подачу покрытого электрода в зону сварки по мере его расплавления и перемещение дуги вдоль свариваемого шва.



**Рис. 6.2. Ручная дуговая сварка покрытыми электродами:**

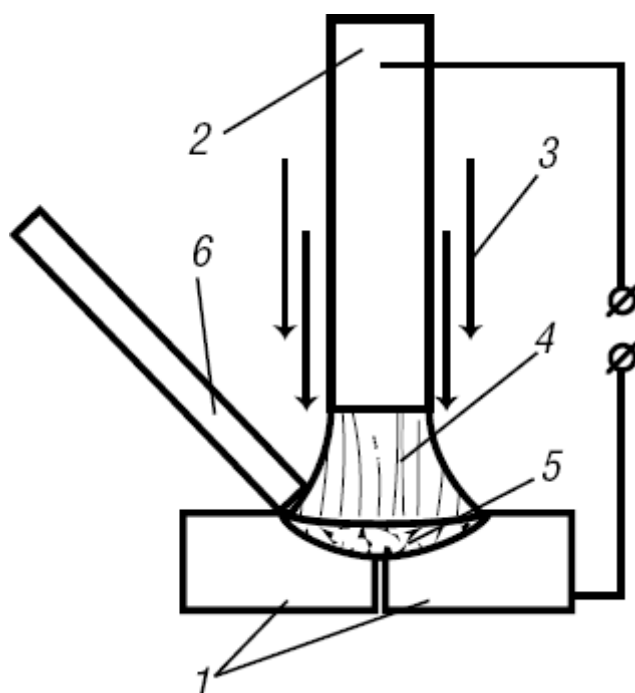
1 – деталь; 2 – стержень электрода; 3 – покрытие; 4 – дуга; 5 – сварочная ванна

Ручная дуговая сварка покрытыми электродами – один из наиболее распространенных способов, используемых при изготовлении сварных конструкций. Она отличается простотой и универсальностью, возможностью выполнения соединений в различных пространственных положениях и в труднодоступных местах. Существенный недостаток ее – малая производительность процесса и зависимость качества сварки от квалификации сварщика.

**Дуговая сварка неплавящимся электродом** (в англоязычной литературе именуется *gas tungsten arc welding*, *GTA welding* или *TGAW*, а также *tungsten inert gas welding*, *TIG welding* или *TIGW*; в немецкоязычной литературе – *wolfram-inertgasschweißen* или *WIG*). В настоящее время в качестве неплавящегося электрода используют преимущественно стержни из чистого вольфрама, реже из графита (рис. 6.3). Применяемые вольфрамовые электроды должны отвечать требованиям ГОСТ 23949–80. Они могут содержать активирующие добавки оксида лантана (ЭВЛ), иттрия (ЭВИ), диоксида тория (ЭВТ). Эти добавки облегчают зажигание и поддерживают горение дуги, повышают эрозионную стойкость электрода.

Наибольшее распространение получили электроды ЭВЛ и ЭВИ  $\varnothing$  5–10 мм, выдерживающие

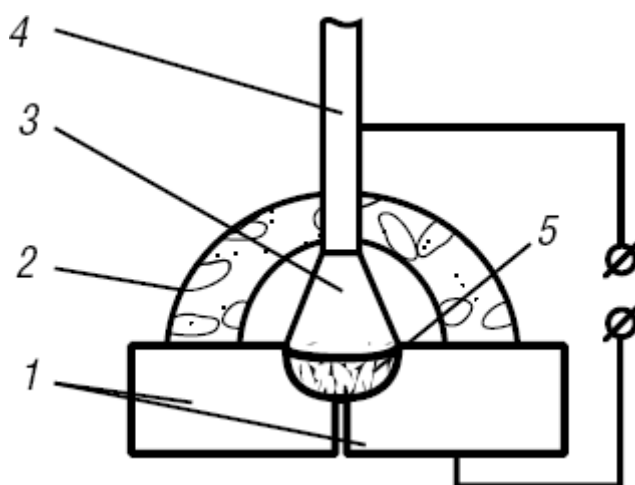
большую токовую нагрузку. Из-за окисления вольфрамовых электродов и их быстрого разрушения для защиты не допускается использовать газы, содержащие кислород. Основным защитным газом является аргон или аргоно-гелиевая смесь. Наряду с инертными газами, для сварки вольфрамовым электродом используют и некоторые активные газы, например азот и водород, или их смеси с аргонном.



**Рис. 6.3. Ручная дуговая сварка неплавящимися электродами:**

1 – деталь; 2 – электрод; 3 – поток защитного газа; 4 – дуга; 5 – сварочная ванна; 6 – присадочный материал

**Дуговая сварка под флюсом** (в англоязычной литературе именуется *SAW* ). Электрическая дуга здесь горит между плавящимся электродом и деталью под слоем сварочного флюса, полностью закрывающего дугу и сварочную ванну от взаимодействия с воздухом (рис. 6.4). Сварочный электрод выполнен в виде проволоки, свернутой в кассету и автоматически подаваемой в зону сварки. Перемещение дуги вдоль свариваемых кромок может выполняться или вручную, или с помощью специального привода. В первом случае процесс ведется с помощью сварочных полуавтоматов, во втором – с помощью сварочных автоматов. Дуговая сварка под флюсом отличается высокой производительностью и качеством получаемых соединений. К недостаткам процесса следует отнести трудность сварки деталей небольшой толщины, коротких швов и выполнение швов в основных положениях, отличных от нижних.

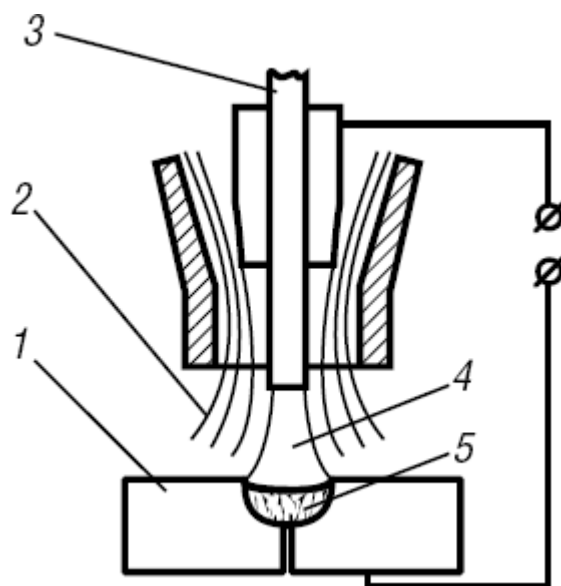


**Рис. 6.4. Сварка под слоем флюса:**

1 – деталь; 2 – слой флюса; 3 – дуга; 4 – электрод; 5 – сварочная ванна

**Дуговая сварка в защитных газах** (в англоязычной литературе именуется *gas metal arc welding*, *GMA welding* или *GMAW* , в немецкоязычной – *metallschutzgasschweißen* или

*MSG* ; кроме того, различают сварку в атмосфере инертного газа *metal inert gas* или MIG и в атмосфере активного газа *metal active gas* или MAG ). Электрическая дуга горит в среде специально подаваемых в зону сварки защитных газов (рис. 6.5). Защитные газы изолируют сварочную ванну от атмосферного воздействия, поэтому металлургические процессы протекают только между элементами, содержащимися в основном и присадочном металлах. Наиболее эффективными являются инертные газы (аргон, гелий), которые не взаимодействуют с другими элементами. Защитная роль инертных газов значительно повышается при тщательной зачистке свариваемых кромок, на которых могут быть посторонние элементы, влияющие на химические процессы, происходящие в сварочной ванне. Роль активного газа CO<sub>2</sub> сводится к оттеснению от сварочной ванны окружающего воздуха, и в первую очередь азота.



**Рис. 6.5. Сварка в защитном газе:**

1 – деталь; 2 – защитный газ; 3 – электрод; 4 – дуга; 5 – сварочная ванна

При этом виде сварки можно использовать как неплавящиеся, так и плавящиеся электроды. Процесс выполняют ручным, механизированным или автоматическим способом. При сварке неплавящимся электродом применяют присадочную проволоку, при плавящемся электроде присадки не требуется. Сварка в защитных газах отличается широким разнообразием и применяется для широкого круга металлов и сплавов.

### Свойства сварочной дуги

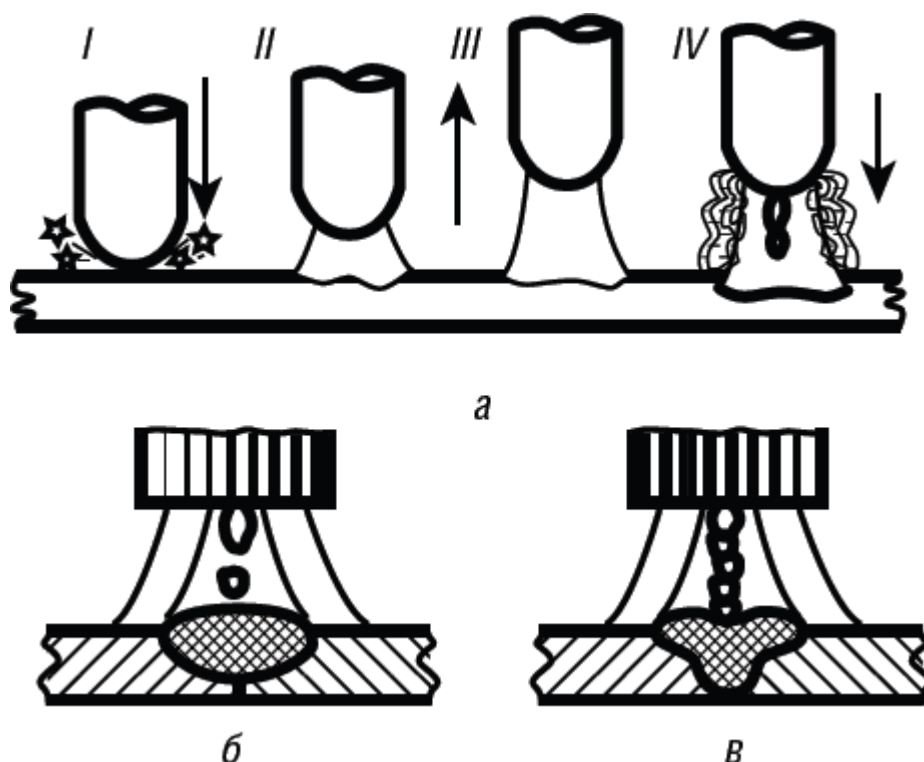
Для ручной дуговой сварки используют сварочную дугу прямого действия, когда дуга горит между электродом и изделием. В промышленности и при высокотехнологических способах сварки применяют также многоэлектродные дуги.

По роду тока различают дуги, питаемые переменным и постоянным током. Вследствие того, что мгновенные значения переменного тока переходят через нуль 100 раз в секунду, ионизация дугового промежутка менее стабильна и сварочная дуга менее устойчива по сравнению с дугой постоянного тока. Поэтому для этого вида дуги используют специальные электроды с соответствующим покрытием, которое стабилизирует дугу при пропадании тока.

При применении постоянного тока, как упоминалось выше, различают сварку на прямой и обратной полярности. В первом случае электрод подключается к отрицательному полюсу и служит катодом, а изделие – к положительному полюсу и служит анодом, т. е. ток идет от электрода к нагреваемому металлу. Во втором случае электрод подключается к положительному полюсу и служит анодом, а изделие – к отрицательному и служит катодом.

Свободные электроны движутся от свариваемого металла через электрод, что ведет к сильному нагреву последнего. При одних и тех же параметрах источника сварочного тока температура на поверхности свариваемого металла при обратной полярности будет ниже, и этот эффект широко используют при сварке тонкой или высоколегированной стали. Если же сварка ведется на переменном токе, каждый из электродов является попеременно то анодом, то катодом.

Сварочный электрод плавится за счет тепла, сконцентрированного на его конце в приэлектродной области дуги. Количество тепла, выделяемого в этой области, напрямую зависит от силы тока и электрического сопротивления промежутка, образовавшегося между электродом и основным металлом. И чем больше вылет электрода, тем больше его сопротивление и тем больше выделяется тепла. Нагреваясь до температуры 2300–2500 °С, конец электрода плавится, а образовавшиеся при этом капли металла переносятся через дуговое пространство и попадают в сварочную ванну. Этому процессу способствуют электростатические и электродинамические силы, поверхностное натяжение, тяжесть металлической капли, давление газового потока, реактивное давление паров металла и т. д. Все эти силы, взаимодействуя между собой, формируют характер капельного переноса, который может быть крупнокапельным, мелкокапельным и струйным (рис. 6.6). Крупнокапельный перенос металла характерен для ручной дуговой сварки, мелкокапельный – для сварки под флюсом или в среде углекислого газа, а струйный – для сварки в среде аргона.



**Рис. 6.6. Расплавление и перенос электродного материала:**

*а* – метод короткого замыкания (I – короткое замыкание; II – образование прослойки из жидкого металла; III – образование шейки; IV – возникновение дуги и образование газового облака вокруг столба дуги); *б* – капельный метод; *в* – струйный метод

Силы поверхностного натяжения формируют каплю на конце электрода и направлены внутрь нее. В отрыве и переносе капли участвуют электродинамические силы и давление газовых потоков. И чем больше сила тока, тем больше эти силы и тем меньшими по размеру будут капли расплавленного металла. При этом происходит электрический взрыв перемычки, образованной между отделяющейся каплей и торцом электрода. Этот взрыв сопровождается выбросом части металла за пределы сварочной ванны (так называемым разбрызгиванием,

когда сварочный процесс сопровождается фонтаном искр).

Основной металл плавится под воздействием сконцентрированного в активном пятне тепла, возникающего под воздействием дуги. Электромагнитные силы, вызывающие осевое давление плазменного потока на сварочную ванну, будут пропорциональны квадрату тока, создающего дугу. Поэтому, меняя силу тока электрической дуги, меняют размеры сварочной ванны в зависимости от толщины свариваемых деталей.

Кроме того, следует помнить, что материал электродного покрытия налагает определенные ограничения на выбор полярности. Например, угольный электрод при обратной полярности горит с сильным разогревом и быстро разрушается (на аноде больше тепла). Голая проволока лучше горит при «+» на ней, очень плохо горит, когда на ней «—», и совсем не горит при переменном токе.

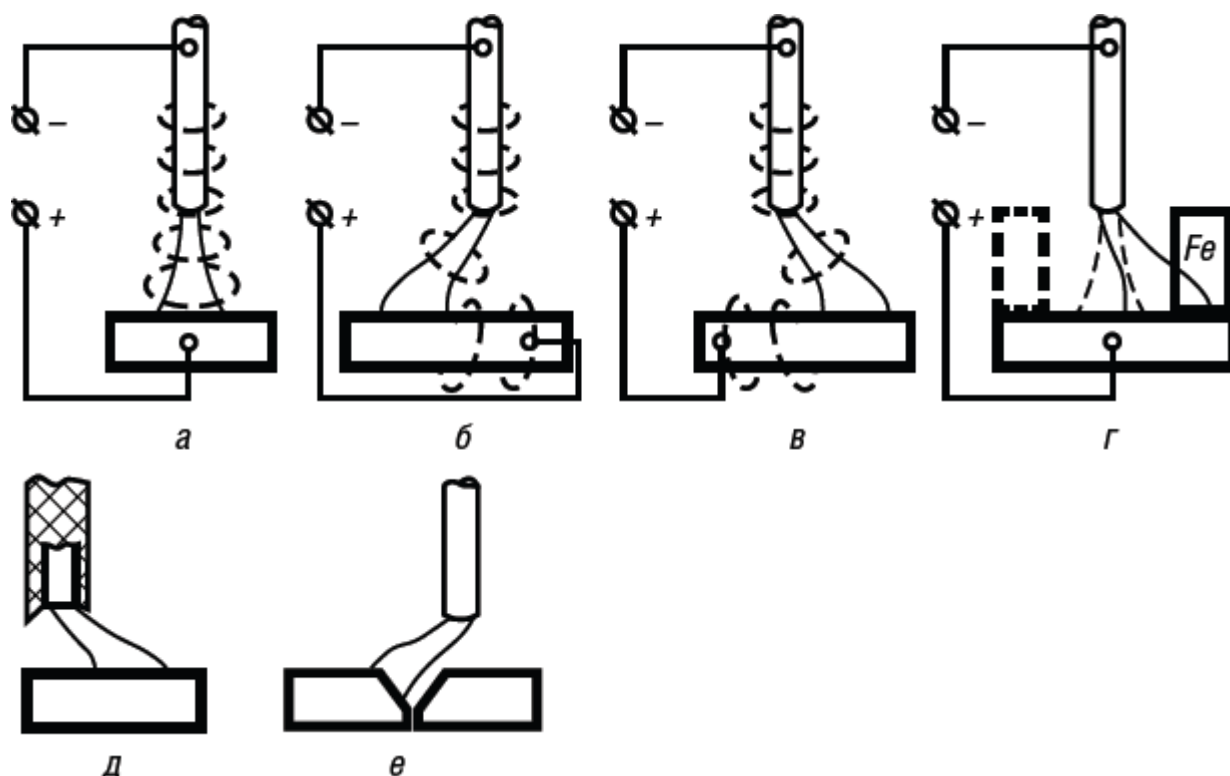
### Магнитное дутье

При прохождении электрического тока по элементам сварочной цепи, в том числе по свариваемому изделию, создается магнитное поле, напряженность которого зависит от силы сварочного тока. Это магнитное поле сварочного контура может воздействовать на газовый столб электрической дуги.

Нормальная дуга бывает при симметричном относительно нее подводе тока (рис. 6.7, *а*). В этом случае собственное круговое магнитное поле тока оказывает равномерное воздействие на столб дуги.

При несимметричном относительно дуги подводе тока к изделию вследствие сгущения силовых линий кругового магнитного поля со стороны токопровода происходит отклонение дуги от оси электрода в поперечном или продольном направлении. По внешним признакам это подобно смещению факела открытого пламени при сильных воздушных потоках. При этом затрудняется и сам процесс сварки, нарушается стабильность горения дуги. Такое явление называют магнитным дутьем (рис. 6.7, *б – в*).

Массивные сварные изделия (ферромагнитные массы) имеют большую магнитную проницаемость, чем воздух. Поскольку магнитные силовые линии всегда стремятся пройти по среде с меньшим сопротивлением, дуговой разряд, расположенный ближе к ферромагнитной массе, всегда отклоняется в ее сторону (рис. 6.7, *г*). В качестве компенсирующих ферромагнитных масс на практике часто используют стальную плиту с присоединенным к ней токопроводом, которую укладывают на расстоянии 200–250 мм от места сварки.



**Рис. 6.7. Магнитное дутье:**

*а* – нормальное положение; *б* – отклонение влево; *в* – отклонение вправо; *г* – действие ферромагнитной массы (пунктиром показана компенсирующая масса); *д* – несимметричность покрытия («козыряние» электрода); *е* – химическая неоднородность свариваемой стали

Влияние магнитных полей и ферромагнитных масс можно устранить путем изменения места токоподвода и угла наклона электрода, размещения у места сварки компенсирующих ферромагнитных масс, замены постоянного сварочного тока переменным или использования инверторных источников питания.

На столб сварочной дуги действует также несимметричное магнитное поле, которое создается током, протекающим в изделии; столб дуги при этом будет отклоняться в сторону, противоположную токоподводу.

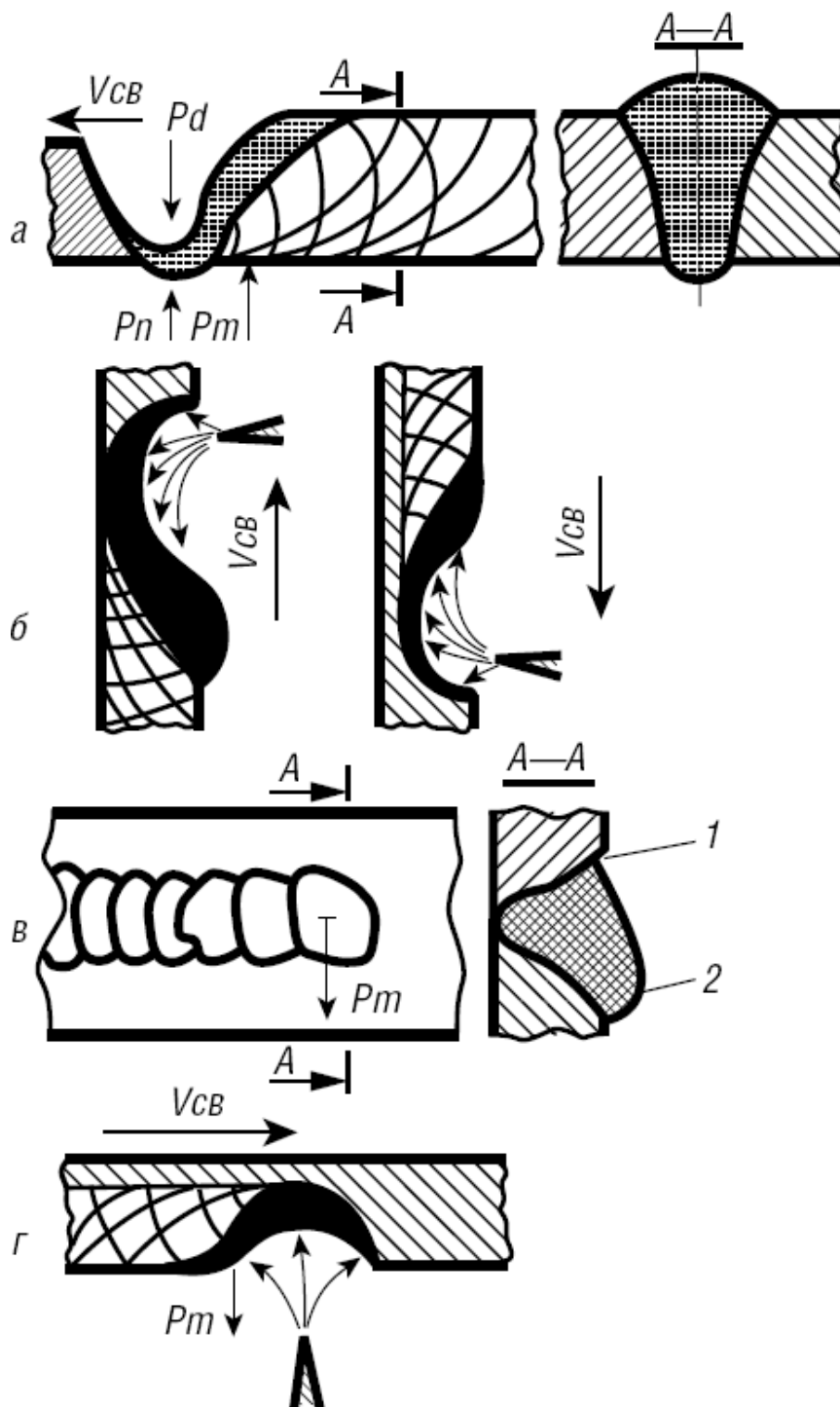
Отклонение дуги могут вызвать несимметричность покрытия электрода (рис. 6.7, *д*) и химическая неоднородность свариваемой стали (рис. 6.7, *е*). На величину отклонения дуги влияет и угол наклона электрода, поэтому для его уменьшения электрод наклоняют в сторону отклонения дуги, а также уменьшают длину дуги.

Нередко при сварке наблюдается блуждание дуги – беспорядочное перемещение сварочной дуги по изделию, обусловливаемое влиянием загрязнения металла, потоков воздуха и магнитных полей. Особенно часто это наблюдается при сварке угольным электродом. Блуждание дуги ухудшает процесс формирования шва, поэтому для его устранения иногда используют постоянное продольное магнитное поле, создаваемое соленоидом, расположенным вокруг электрода.

### **Образование сварочной ванны**

Процесс формирования сварочной ванны, происходящий под действием силы тяжести расплавленного металла  $P_m$ , давления сварочной дуги  $P_d$  и сил поверхностного натяжения  $P_n$ , представлен на рис. 6.8. Распределение этих сил во многом зависит от расположения сварного шва в пространстве. При нижнем расположении шва и при сквозном проплавлении жидкий металл удерживается в ванне силами поверхностного натяжения, которые

уравновешивают силу тяжести  $P_m$  и давление, оказываемое на ванну источником теплоты  $P_d$ , т. е.  $P_n = P_d + P_m$ . Если это равновесие сил нарушается, то может произойти разрыв поверхностного слоя и металл вытечет из ванны, образуя прожог. В реальных условиях, когда сварочная ванна перемещается вдоль шва, могут возникать дополнительные силы гидродинамического характера, перемещающие расплавленный металл в хвостовую часть ванны. Для того чтобы уравновесить все эти силы, удерживающие жидкий металл в объеме ванны, приходится принимать дополнительные меры: сварку на подкладках или других удерживающих приспособлениях. Особенно велико значение таких мер при вертикальном и потолочном расположении шва.



**Рис. 6.8. Силы, действующие в сварочной ванне, и формирование шва:**

*a* – нижнее положение; *б* – вертикальное; *в* – горизонтальное; *г* – потолочное;  $V_{св}$  – направление сварки; 1 – подрез; 2 – наплыв

Формирование вертикального шва может происходить по двум направлениям – снизу вверх и сверху вниз. Когда шов формируют снизу вверх, т. е. сварка выполняется на подъем, жидкий металл удерживается в ванне только силами поверхностного натяжения; при сварке сверху вниз к этим силам добавляется давление дуги.

Горизонтальный шов на вертикальной плоскости имеет свои особенности. При неправильно выбранных режимах сварки жидкий металл может концентрироваться на нижней плоскости шва, нарушая симметрию (с образованием подрезов и наплывов), что в конечном итоге снижает прочность сварки.

При потолочной сварке силы, действующие на жидкую фазу металла, должны не только удерживать ее от стекания вниз, но и перемещать электродный металл в направлении, противоположном силам тяжести. Во всех указанных случаях следует ограничить размеры сварочной ванны и тепловую мощность дуги.

### **Оборудование для дуговой сварки**

Основным оборудованием для ручной электродуговой сварки являются сварочные аппараты (источники сварочного тока), сварочные электроды, электрододержатели и сварочные кабели, а также защитный щиток со светофильтром. Кроме того, понадобятся защитная одежда, асбестовый лист, а также необходимые слесарные инструменты.

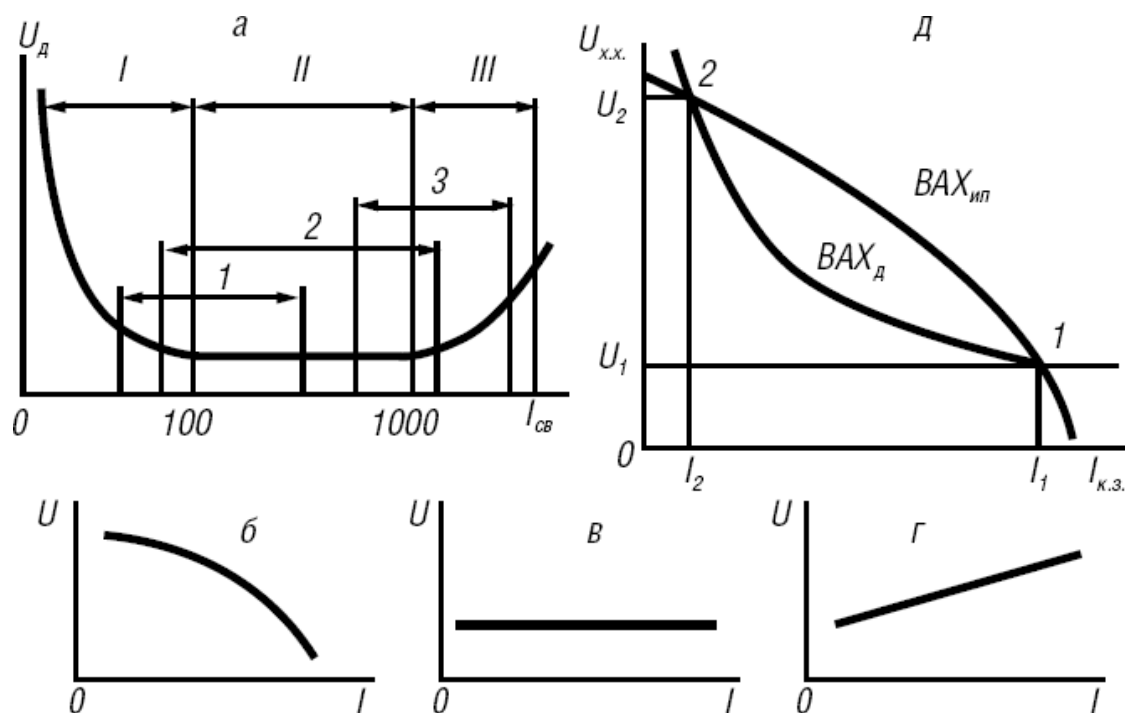
Небольшие по объему сварочные работы удобно проводить на сварочном столе высотой около 0,6 м, изготовленном из листовой стали.

### **Источники сварочного тока**

Источники тока для электросварки разделяются на две большие группы по виду получаемого от них тока: источники переменного тока и источники постоянного тока.

К первым относятся сварочные трансформаторы и резонансные источники сварочного тока. Ко вторым – сварочные выпрямители и сварочные генераторы.

Важнейшие свойства как сварочной дуги, так и источников сварочного тока описывают их вольт-амперные характеристики (ВАХ), которые показывают зависимость между установившимися значениями тока и напряжения дуги и могут быть падающими, жесткими и возрастающими (рис. 6.9, а). ВАХ имеет три области.



**Рис. 6.9. Вольт-амперные характеристики процесса дуговой сварки:**

*а* – статическая характеристика сварочной дуги (I – участок падающей характеристики; II – участок жесткой характеристики; III – участок возрастающей характеристики; 1, 2, 3 – участки характеристики при различных способах сварки); ВАХ источников питания сварочной дуги (*б* – падающая; *в* – жесткая; *г* – возрастающая); *д* – совмещенные ВАХ источника питания и сварочной дуги (ВАХ<sub>ип</sub> – ВАХ источника питания; ВАХ<sub>д</sub> – ВАХ дуги;  $U_{х.х.}$  – напряжение холостого хода;  $I_{кз}$  – ток короткого замыкания)

Первая область (I) характеризуется резким падением напряжения  $U$  д на дуге с увеличением тока сварки  $I_{св}$ . Такая характеристика называется падающей и вызвана тем, что при увеличении тока сварки происходит увеличение площади, а следовательно, и электропроводности столба дуги.

Во второй области (II) характеристики увеличение тока сварки не вызывает изменения напряжения дуги. Характеристика дуги на этом участке называется жесткой. Ее положение на этом участке происходит за счет увеличения сечения столба дуги, анодного и катодного пятен пропорционально величине сварочного тока. При этом плотность тока и падение напряжения на протяжении всего участка не зависят от изменения тока и остаются почти постоянными.

В третьей области (III) с увеличением сварочного тока возрастает напряжение на дуге. Такая характеристика называется возрастающей. При работе на этой характеристике плотность тока на электроде увеличивается без увеличения катодного пятна, при этом возрастает сопротивление столба дуги и напряжение на дуге увеличивается.

Для стабильного горения сварочной дуги необходимо равенство между напряжениями и токами дуги ( $U$  д и  $I$  д) и источника питания ( $U$  ип и  $I$  ип).

Участки 1, 2, 3 характеристики (рис. 6.9, *а*) соответствуют статическим характеристикам источников питания (рис. 6.9, *б* – *г*), применяемых при различных способах сварки:

- 1 (падающая) – ручная дуговая сварка штучными электродами;
- 2 (жесткая) – автоматическая, полуавтоматическая сварка под флюсом, электрошлаковая сварка толстой электродной проволокой диаметром более 2,5 мм на малых и средних плотностях тока;
- 3 (возрастающая) – сварка под флюсом и в среде защитных газов тонкой электродной

проволокой на больших плотностях тока.

Работу сварочной цепи и дуги нужно рассматривать при наложении статической ВАХ сварочной дуги на статическую ВАХ источника питания (называемую также внешней характеристикой источника питания). При этом напряжение и ток источника питания и дуги совпадают в точках 1 и 2 (рис. 6.9, д). Устойчивому горению сварочной дуги соответствует только точка 1.

При уменьшении тока дуги напряжение источника станет больше напряжения на дуге, так как на характеристике источника питания рабочая точка сместится влево, избыток напряжения источника питания приведет к увеличению тока дуги, т. е. к возврату процесса в точку 1. Если ток дуги увеличится, то напряжение источника снизится согласно внешней характеристике источника питания и станет меньше напряжения дуги, ток дуги уменьшится, режим дуги восстановится.

Точка 2 соответствует неустойчивому горению дуги, так как случайное изменение тока дуги происходит вплоть до обрыва дуги или до тех пор, пока ток не достигнет значения, соответствующего значению тока в точке 1 устойчивого горения дуги. Поэтому устойчивое горение дуги поддерживается только в той точке пересечения характеристик источника и дуги, где внешняя характеристика источника питания является более круто падающей, чем статическая характеристика дуги.

Ручная электросварка обычно сопровождается значительными колебаниями длины дуги. При этом дуга должна гореть устойчиво, а ток дуги не должен сильно изменяться. Часто требуется увеличить длину дуги, поэтому дуга должна иметь достаточный запас эластичности при удлинении, т. е. не обрываться.

Статическая характеристика сварочной дуги при ручной сварке обычно является жесткой, и отклонение тока при изменении длины дуги зависит только от типа внешней характеристики источника питания. При прочих равных условиях эластичность дуги тем выше, а отклонение тока дуги тем меньше, чем больше наклон внешней характеристики источника питания. Поэтому для ручной электросварки применяются источники питания с падающими внешними характеристиками. Это дает возможность сварщику удлинять дугу, не опасаясь ее обрыва, или уменьшать длину дуги без чрезмерного увеличения тока.

Высокую устойчивость горения дуги и ее эластичность, стабильный режим сварки, надежное первоначальное и повторное зажигание дуги обеспечивают также повышенное напряжение холостого хода, ограниченный ток короткого замыкания. Ограничение этого тока очень важно, так как при переходе капли расплавленного металла электрода на изделие возможно короткое замыкание. При больших значениях тока короткого замыкания происходят прожоги металла, прилипание электрода, осыпание покрытия электрода и разбрызгивание расплавленного металла. Обычно значение тока короткого замыкания больше тока дуги в 1,2–1,5 раза.

Основными данными технических характеристик источников питания сварочной дуги являются напряжение холостого хода (напряжение между его выходными зажимами в момент, когда внешняя сварочная цепь разомкнута), номинальный сварочный ток (ток источника сварочного тока в режиме стандартной нагрузки при соответствующем номинальном (стандартном) напряжении нагрузки), пределы регулирования сварочного тока.

Значения тока и напряжения на дуге в процессе сварки непрерывно меняются. Капли расплавленного металла замыкают дуговой промежуток, периодически изменяя силу тока и длину дуги. Происходит переход от холостого хода к короткому замыканию, затем к горению дуги с образованием капли расплавленного металла, которая вновь замыкает дуговой промежуток. При этом ток возрастает до величины тока короткого замыкания, что приводит к сжатию и перегоранию мостика между каплями и электродом. Напряжение возрастает, дуга вновь возбуждается, и процесс периодически повторяется.

Такие изменения тока и напряжения на дуге происходят в доли секунды, поэтому источник питания сварочной дуги должен обладать высокими динамическими свойствами, т. е. быстро реагировать на все изменения в дуге.

## ***Виды сварочных аппаратов***

Сварочное оборудование бывает нескольких видов: генераторы (агрегаты), трансформаторы, полуавтоматы, сварочные выпрямители, инверторы. Каждый из этих аппаратов обладает плюсами и минусами.

**Сварочными генераторами** называют сложные электромеханические устройства, которые сами вырабатывают электричество и поэтому могут использоваться на неэлектрифицированных объектах: в строящемся доме, гараже, на только что купленном дачном участке. Главный их недостаток – большие размеры, огромный вес и трудоемкость обслуживания. К тому же они весьма недешевы.

**Сварочные трансформаторы переменного тока**, пожалуй, наиболее простые, недорогие и распространенные из всех видов сварочных аппаратов. Как и большинство остальных бытовых сварочных аппаратов, они используют плавящиеся электроды.

Применяются такие сварочные аппараты, как правило, для сварки низколегированных сталей. Качественно изготовленный трансформатор исключительно надежен и не требует специального обслуживания. Но сварка на переменном токе отличается невысоким качеством и требует определенных навыков от сварщика. Регулировка силы тока довольно неудобна – осуществляется перемещением сердечника рассеяния, отведением обмоток на первичной стороне либо с помощью магнитного усилителя (трансдуктора).

Косвенно судить о ВАХ сварочного аппарата можно по паспортным данным. А именно, зная напряжения холостого хода и номинальное, а также номинальный (рабочий) ток и ток короткого замыкания, можно достаточно точно оценить ее крутизну. При неудовлетворительных параметрах крутизну ВАХ можно увеличить включением в сварочную цепь балластного сопротивления, но все же лучше, если аппарат в этом не нуждается.

**Сварочные выпрямители** представляют собой те же трансформаторы переменного тока, оснащенные выпрямительным блоком и иногда регулирующим устройством. Более сложное устройство потребляет больше электроэнергии и намного тяжелее. Зато постоянный ток обеспечивает более качественную и комфортную работу. Достоинствами сварочных выпрямителей является также возможность сваривать не только черные, но и цветные металлы и сплавы, а также меньшая стоимость по сравнению с более сложными аппаратами.

Иногда полученный на выходе выпрямителя ток имеет слишком большой коэффициент пульсации и плохо поддерживает дугу на постоянном токе. Тогда применяют еще и сглаживающий дроссель, а он по массе может быть сравним с трансформатором (самой тяжелой частью).

**Сварочные полуавтоматы** тоже выполнены на базе трансформаторов. Их особенностью является то, что сварка осуществляется не электродами, а специальной проволокой в газовой среде (обычно применяется аргон или углекислый газ). Есть модели, которые позволяют работать и без газа, для чего используется специальная флюсовая проволока. Такие аппараты позволяют варить сталь, в том числе нержавейку, а также алюминий. Свариваемый металл определяет материал проволоки и используемый газ: для железа лучше всего подойдет углекислый газ, для алюминия – аргон.

Сварочная проволока по шлангу автоматически подается в сварочную горелку, обеспечивая ровный, хорошо защищенный от коррозии шов. Такая сварка получила широкое распространение в ремонте автомобилей. Недостатками полуавтоматов можно считать большой вес и габариты, высокую цену и сложную конструкцию, включающую роликовый механизм подачи проволоки. Кроме того, для сварки требуется наличие баллона с газом. Номинальный срок службы сварочных полуавтоматов – 5 лет со сменой сварочной горелки через каждые полгода.

**Сварочные инверторы**, пожалуй, наиболее популярная сегодня категория сварочных аппаратов. Принцип работы инвертора таков: переменный ток от потребительской сети

частотой 50 Гц выпрямляется и сглаживается фильтром. Полученный постоянный ток преобразуется инвертором снова в переменный, но уже высокой частоты (до 100 кГц). Затем высокое переменное напряжение высокой частоты понижается до 70–90 В, а сила тока соответственно повышается до необходимых для сварки 100–200 А. Высокая частота сварочного тока позволяет добиться значительных преимуществ сварочного инвертора перед другими источниками питания сварочной дуги: малых габаритов и веса, высокого КПД источника питания (порядка 90 %). Дуга в данном случае получается очень устойчивой, сварной шов выходит гораздо ровнее, чем у моделей трансформаторного типа.

Современные инверторы, наряду с постоянным током, выдают также переменный ток, причем как синусоидальными, так и прямоугольными импульсами. Электроды, например, с исключительно основным покрытием, которые не позволяют вести сварку синусоидальным переменным током, успешно расплавляются при подаче прямоугольного переменного тока. Такая необходимость может возникнуть при наличии неблагоприятных условий дутья.

Электронное управление инвертором позволяет за микросекунды подрегулировать параметры сварочного тока, ограничить ток короткого замыкания и улучшить  $\cos \phi$ . Если,

например, напряжение электрической дуги из-за большой капли, образовавшейся на электроде, становится слишком коротким и падает ниже 8 В, сила тока автоматически повышается. Это может помочь электрической дуге освободиться и не погаснуть. Такая функция особенно важна при сварке электродами с целлюлозным, а также с основным покрытием.

Ширину электрической дуги, а значит, и ее жесткость можно плавно изменять регулируемым дросселем. Более жесткая дуга требуется, например, при наличии неблагоприятных условий дутья.

За надежным зажиганием дуги и достаточным прогревом на еще холодном основном материале в начале сварки следит функция «Горячий пуск» (*Hotstart*). Зажигание при этом производится с повышенной силой тока.

Функция *Antistick* препятствует прокаливанию электрода, когда зажигание заканчивается неудачей и электрод прилипает к изделию. Если после зажигания нарастания напряжения не происходит, ток немедленно снижается до нескольких ампер. После этого электрод можно легко отделить от металла.

Есть у инверторов и недостатки: прежде всего высокая стоимость по сравнению с другими типами сварочных аппаратов, а также требовательность к качеству питания – при скачках или просадках напряжения, что в нашей действительности случается довольно часто, инвертор может быстро выйти из строя. Эти аппараты боятся пыли, поэтому производители рекомендуют хотя бы два раза в год чистить аппарат изнутри. Инверторы не любят мороза, и при температуре ниже  $-15^{\circ}\text{C}$  их эксплуатация не всегда возможна. Ремонтопригодность такого оборудования весьма низкая – сложная электронная схема не поддается неспециалисту, настройка ее требует специального измерительного оборудования, а стоимость ремонта в мастерской составит как минимум треть цены всего аппарата. Особенно часто так себя ведут недорогие инверторы родом из азиатских стран. Более надежные аппараты солидных торговых марок стоят существенно дороже. И еще одна особенность: длина каждого из сварочных кабелей инвертора не должна превышать 2,5 метра.

При выборе того или иного аппарата следует учитывать также следующие соображения.

Все сварочные аппараты обладают такой характеристикой, как ПВ – продолжительность включения, или ПН – процент времени непрерывной работы при определенном токе. Это показатель времени непрерывного горения дуги, которое может обеспечить конкретная модель сварочного оборудования в течение условного 10-минутного

цикла. Например, в паспорте указано, что для тока 160 А ПВ = 30 %. Это означает, что аппарат будет работать 3 минуты ( $10 \text{ мин} \times 30 \%$ ), а на 7 минут придется сделать перерыв. Поэтому не следует покупать аппарат с номинальным током 120 А и ПВ, равной 20 %, который перегреется через один-два электрода. К тому же многие производители занижают условия измерений, например понижают температуру окружающей среды или берут пятиминутный интервал.

В результате аппарат либо не обеспечивает нужный ток, либо работает с перегрузкой, перегревается и выходит из строя. Всегда необходимо иметь запас по току (мощности), поэтому оптимальные параметры аппарата для большинства бытовых работ – 160 А и ПВ не менее 40 %. Если необходимо работать длительное время, нужно приобретать сварочный аппарат с еще более высокой ПВ.

Большинство моделей сварочных аппаратов работают при напряжении в пределах  $220 \text{ В} \pm 10 \%$ , т. е. от 198 до 242 В. Некоторые модели устойчиво работают при падении напряжения до 20 % (176 В). Это имеет большое значение для районов с пониженным напряжением в сети. Кроме того, следует уточнить электропитание на территории, где предстоит работать: однофазное (220 В) или трехфазное (380 В).

В зависимости от вида и толщины металла, с которым придется работать, определяются вид и мощность сварочного аппарата (и, соответственно, его стоимость). Если работать предстоит на высоте, постоянно перемещать сварочный аппарат, лучше всего приобретать компактные переносные модели: ими можно пользоваться и в квартире, и на даче, и в гараже. Если все это не важно, лучше выбрать аппарат с большим количеством возможностей.

## Электроды для дуговой сварки

Для ручной дуговой сварки сталей широко применяются плавящиеся металлические электроды в виде стержней длиной до 450 мм из сварочной проволоки с нанесенным на них слоем покрытия.

Один из концов электрода на 20–30 мм освобожден от покрытия для зажатия его в электрододержателе с надежностью электрического контакта. Торцевой конец очищен от покрытия для возможности возбуждения дуги посредством касания изделия в начале процесса сварки.

В **покрытие электрода** входят следующие компоненты:

- газообразующие – неорганические вещества (мрамор  $\text{CaCO}_3$ , магнезит  $\text{MgCO}_3$ ) и органические вещества (крахмал, декстрин);
- ионизирующие или стабилизирующие – различные соединения, в состав которых входят калий, натрий, кальций (мел, полевой шпат, гранит и др.);
- шлакообразующие, составляющие основу покрытия, – обычно руды (марганцевая, титановая), минералы (ильменитовый и рутиловый концентраты, полевой шпат, кремнезем, гранит, плавленый шпат и др.);
- легирующие элементы и элементы-раскислители – кремний, марганец, титан и др., используемые в виде сплавов этих элементов с железом, так называемые ферросплавы;
- связующие компоненты – водные растворы силикатов натрия и калия, называемые жидким стеклом.

Для повышения производительности сварки в покрытия добавляют железный порошок до 60 % массы покрытия.

По виду покрытия различают электроды с кислым покрытием (**А**), основным (**Б**), целлюлозным (**Ц**), рутиловым (**Р**) и смешанного вида. Электроды с покрытием смешанного вида имеют соответствующее двойное условное обозначение: кисло-рутиловое – **АР**, рутилово-основное – **РБ**, рутилово-целлюлозное – **РЦ**. Прочие виды покрытия обозначаются буквой **П**. При наличии в составе покрытия железного порошка в количестве

более 20 % к обозначению вида покрытия электродов следует добавлять букву **Ж**.

**Кислые покрытия** (электроды АНО-2, СМ-5 и др.) состоят в основном из оксидов железа и марганца (руды), кремнезема, ферромарганца. Они технологичны, однако наличие оксидов марганца делает их токсичными.

**Основные покрытия**, имеющие в качестве основы фтористый кальций и карбонат кальция (электроды УОНИИ-13/45, ОЗС-2, ДСК-50 и др.), не содержат оксидов железа и марганца. Сварку электродами с основным покрытием осуществляют на постоянном токе и обратной полярности. Вследствие малой склонности металла к образованию кристаллизационных и холодных трещин электроды с этим покрытием используют для сварки больших сечений.

**Рутиловые покрытия** (электроды АНО-3, АНО-4, ОЗС-3, ОЗС-4, ОЗС-6 и др.) имеют в своем составе преобладающее количество рутила  $TiO_2$ . Такие покрытия менее других вредны для дыхательных органов сварщика. Для шлаковой и газовой защиты в покрытия этого типа вводят соответствующие минеральные и органические компоненты. При сварке на постоянном и переменном токе разбрызгивание металла незначительно. Устойчивость горения дуги, формирование швов во всех пространственных положениях хорошее.

**Целлюлозные покрытия** (электроды ВСЦ-1, ВСЦ-2, ОЗЦ-1 и др.) имеют в качестве основы целлюлозу, муку, органические смолы, ферросплавы, тальк или другие органические составы, создающие газовую защиту дуги и образующие при плавлении тонкий шлак. Эти покрытия удобны для сварки в любом положении в пространстве, но дают наплавленный металл пониженной пластичности. Электроды с целлюлозным покрытием применяют, как правило, для сварки стали малой толщины.

По толщине покрытия в зависимости от отношения диаметра электрода  $D$  к диаметру стального стержня  $d$  различают электроды:

- с тонким покрытием ( $D/d \leq 1,20$ ) – **М**;
- со средним покрытием ( $1,20 < D/d \leq 1,45$ ) – **С**;
- с толстым покрытием ( $1,45 < D/d \leq 1,80$ ) – **Д**;
- с особо толстым покрытием ( $D/d > 1,80$ ) – **Г**.

Различают электроды для сварки переменным и постоянным током прямой и обратной полярности. Покрытые электроды выпускают диаметром металлического стержня от 1,6 до 12 мм и длиной от 150 до 450 мм. Условное обозначение типа электрода расшифровывается следующим образом: буква Э – электрод, стоящее за ней число – временное сопротивление на разрыв металла шва (так, электроды типа Э46 марок ОЗС-4, АНО-3 должны обеспечить временное сопротивление не менее 451 МПа (46 кгс/мм<sup>2</sup>)). Буквы и цифры, входящие в обозначение типов покрытых электродов для сварки легированных сталей, показывают примерный химический состав наплавленного металла (Э-09Х1МФ, Э-12Х13). Для каждого типа покрытых электродов разработана одна или несколько марок, характеризующихся маркой сварочной проволоки, составом покрытия, химическим составом и свойствами металла шва и др.

Кроме плавящихся покрытых электродов, для ручной дуговой и механизированной видов сварки в защитных газах применяют неплавящиеся вольфрамовые, реже угольные и графитовые электроды. Эти электроды служат для возбуждения и поддержания горения дуги. Для повышения устойчивости горения дуги и стойкости вольфрамовых электродов в них вводят 1,5–3 % активирующих присадок (двуокиси тория, окисей лантана и иттрия), повышающих эмиссионную способность электрода.

Вольфрамовые электроды выпускают в виде прутков диаметром 0,5; 1,0; 1,6; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0 и 10,0 мм. В зависимости от химического состава электроды изготавливают следующих марок: ЭВЧ – из вольфрама чистого, ЭВЛ – из вольфрама с присадкой оксида лантана, ЭВИ – из вольфрама с присадкой оксида иттрия, ЭВТ – оксида тория. Цифры в марке вольфрамового электрода указывают количество активирующей присадки в десятых долях процента. Угольные и графитовые электроды (стержни) изготавливают из электротехнического угля или синтетического графита диаметром от 4 до

18 мм и длиной от 250 до 700 мм.

**Условные обозначения электродов для ручной дуговой сварки.** Согласно ГОСТ 9466–75, условное обозначение электродов для дуговой сварки и наплавки сталей представляет собой длинную дробь, например:

$$\frac{\text{Э46А} - \text{УОНИИ} - 13/45 - 3,0 - \text{УД2}}{\text{Е432(5)} - \text{Б10}}$$

В числителе записан тип электрода Э46А, его марка УОНИИ-13/45, диаметр 3,0 мм и группа из двух букв и цифры УД2. Типы электродов для ручной дуговой сварки углеродистых, низколегированных, конструкционных и других сталей обозначаются буквой Э, затем следуют цифры, указывающие прочностную характеристику наплавленного металла.

Так, первая группа (Э46) говорит о том, что электроды этого типа обеспечивают минимальное временное сопротивление 451 МПа. Иными словами, она показывает, какую нагрузку сможет узел выдержать после сварки данным электродом, а именно – 46 кг на 1 мм<sup>2</sup>.

Если в обозначении после цифр стоит буква А, значит, этот тип электрода обеспечивает более высокие пластические свойства наплавленного металла. Для сварки вышеуказанных сталей предусмотрены 14 типов электродов (табл. 1), в которых определены основные механические свойства и содержание вредных примесей (серы и фосфора).

**Таблица 1. Типы электродов для дуговой сварки конструкционных сталей и механические свойства металла шва**

Тип электрода	Механические свойства при нормальной температуре					Содержание в наплавленном металле, % (по массе)	
	металла шва или наплавленного металла			сварного соединения при $d_s < 3$ мм			
	$\sigma$ , МПа	$\delta_s$ , %	KCU, МДж/м <sup>2</sup>	МПа	$\alpha$ загиба, рад (град)	S	P
	не менее					не более	
Э38	380	14	0,3	380	1,0 (60)	—	—
Э42	420	18	0,8	420	2,6 (150)	—	—
Э46	460	18	0,8	460	2,6 (150)	0,040	0,045
Э50	500	16	0,7	500	2,0 (120)	—	—
Э42А	420	22	1,5	420	3,0 (180)	—	—
Э46А	460	22	1,4	460	3,0 (180)	—	—
Э50А	500	20	1,3	500	2,6 (150)	—	—
Э55	550	20	1,2	550	2,6 (150)	—	—
Э60	600	18	1,0	600	2,0 (120)	0,030	0,035
Э70	700	14	0,6	—	—	—	—
Э85	850	12	0,5	—	—	—	—
Э100	1000	10	0,5	—	—	—	—
Э125	1250	8	0,4	—	—	—	—
Э150	1500	6	0,4	—	—	—	—

Примечания :

1. Число в обозначении типа электрода соответствует временному сопротивлению разрыву  $\sigma_B$  в кгс/мм<sup>2</sup>.

2. KCU – ударная вязкость.

Первая буква последней группы числителя (У) указывает назначение электрода (т. е. для сварки углеродистых и низколегированных сталей, см. ниже), вторая (Д) – толщину покрытия (см. выше), цифра (2) – группу электродов по качеству изготовления.

Шифр буквы назначения электродов:

**У** – для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву  $\sigma_B \leq 600$  МПа (60 кгс/мм<sup>2</sup>);

**Л** – для сварки легированных конструкционных сталей с  $\sigma_B \leq 600$  МПа (60 кгс/мм<sup>2</sup>);

**Т** – для сварки легированных теплоустойчивых сталей;

**В** – для сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами;

**Н** – для наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами.

По качеству электроды делят на три группы 1, 2 и 3, где требования возрастают от

группы 1 к группе 3.

В знаменателе приведены буква Е (электрод), группа индексов 412(5), указывающих характеристики наплавленного металла и металла шва (по ГОСТ 9467–75, ГОСТ 10051–75 или ГОСТ 10052–75) и группа из одной буквы и двух цифр (Б10). Буква Б обозначает вид покрытия, первая цифра (1) – допустимые пространственные положения при сварке, вторая цифра (0) – требование к электропитанию дуги.

Допустимые пространственные положения при сварке или наплавке обозначают следующим образом:

- 1 – для всех положений;
- 2 – для всех положений, кроме вертикального сверху вниз;
- 3 – для нижнего, горизонтального на вертикальной плоскости и вертикального снизу вверх;
- 4 – только нижнее и нижнее «в лодочку».

По роду и полярности применяемого при сварке или наплавке тока, а также по номинальному напряжению холостого хода источника переменного тока частотой 50 Гц электроды подразделяются в соответствии с табл. 2.

**Таблица 2. Маркировка электродов согласно требованиям к электропитанию дуги**

Рекомендуемая полярность постоянного тока	Напряжение холостого хода источника переменного тока, В		Обозначение
	Номинальное	Предельное отклонение	
Обратная («+» на электроде)	—	—	0
Любая			1
Прямая («-» на электроде)	50	±5	2
Обратная («+» на электроде)			3
Любая			4
Обратная («+» на электроде)	70	±10	5
Прямая («-» на электроде)			6
Любая			7
Обратная («+» на электроде)	90	±5	8
Прямая («-» на электроде)			9

*Примечание* : цифрой 0 обозначают электроды, предназначенные для сварки или наплавки только на постоянном токе обратной полярности.

Одному и тому же типу электродов могут соответствовать несколько марок, например: электродам типа Э46 соответствуют марки АНО-4, МР-3 и др.; электродам типа Э42А соответствуют марки УОНИИ-13/45 и СМ-11 и т. д.

Такое полное условное обозначение должно быть указано на этикетках или при маркировке коробок, пачек и ящиков с электродами. Во всех видах документации дается сокращенное условное обозначение электродов, которое должно состоять из марки, диаметра, группы электродов и обозначения стандарта (ГОСТ 9466–75).

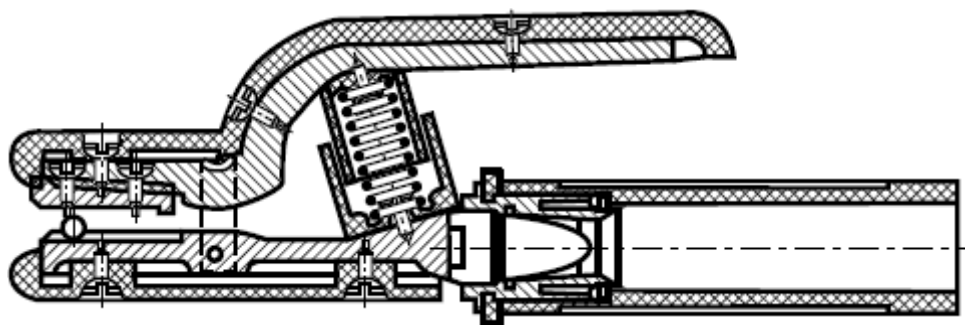
### **Электрододержатели и сварочные кабели**

**Электрододержатели** при ручной дуговой сварке используются для фиксации электрода и подвода к нему питания от одного из полюсов источника тока через сварочный кабель. Другой полюс соединяется с изделием с помощью кабеля массы и зажима кабеля массы.

В зависимости от используемых диаметра электрода и силы тока выпускаются держатели различных размеров. Они также различаются по способу фиксации и делятся на рычажные, пружинные, винтовые, пассатижные и др. В большинстве электрододержателей электрод можно закрепить в трех положениях относительно продольной оси рукоятки:  $0^\circ$ ,  $60^\circ$  и  $90^\circ$ .

Среди всего многообразия применяемых электрододержателей наиболее безопасными являются пружинные («прищепки»), известные у нас как электрододержатели серий ЭП и ЭД (рис. 6.10). К их основным преимуществам можно отнести удобство эксплуатации, крепкое удержание электрода, полное отсутствие неизолированных зон токосъёмника. Держатель-прищепка очень популярен, поэтому его используют многие профессиональные сварщики по всему миру. Эти электрододержатели выдерживают без ремонта от 8000 до 10 000 зажимов. Время замены электрода не превышает 3–4 с. «Прищепки» изготавливают нескольких типов в соответствии с ГОСТ 14651–78. Каждый тип рассчитан на использование при определенных сварочных токах номиналом от 125 до 500 А.

Если вы купили новый сварочный аппарат, то в комплекте с ним обязательно должен быть заводской электрододержатель. Пользоваться, безусловно, нужно им. Широко известные у нас «вилки-трезубцы» использовать не стоит – они давно запрещены во всем мире.



**Рис. 6.10.** Электрододержатель серии ЭП

Электрододержатели присоединяются к многожильному медному проводу – сварочному кабелю – марок КОГ (кабель особо гибкий) или КГ (кабель гибкий). Кабель следует подбирать в соответствии с характеристикой сварочного тока аппарата. Маркировка кабеля производится в соответствии с его сечением, количеством жил и диаметром.

Для бытового сварочного оборудования обычно используют кабели КГ  $1 \times 16$  предназначенные для работы при токе 160 А и с маркировкой КГ  $1 \times 25$  для силы тока 250 А.

При использовании полупрофессиональных агрегатов с током до 350 А следует выбирать кабель с маркировкой КГ  $1 \times 35$ . Для оборудования с силой тока до 500 А применяют кабель с маркировкой не менее КГ  $1 \times 50$ .

Полная номенклатура сечения различных кабелей, расчетная масса и вольтаж представлены в специализированных каталогах, в которых можно предельно точно выбрать необходимые параметры кабеля по расчетным данным и ориентировочной силе тока.

В общем случае при токах до 300 А сечения сварочных проводов выбирают из расчета плотности тока до  $5 \text{ А/мм}^2$ . Например, для номинального тока сварки 250 А сечение сварочного кабеля  $S$  равно  $50 \text{ мм}^2$ , а суммарное сопротивление  $R$  прямого и обратного провода должно быть не более  $2/250 = 0,008 \text{ Ом}$ . Допустимая для заданного сечения общая длина  $L$  прямого и обратного провода определяется с помощью формулы  $R = (\rho \cdot L)/S$ .

Для кабеля с медными жилами ( $\rho = 0,017 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ ) она составит около 24 м, т. е. длина как прямого, так и обратного провода будет равна 12 м. Применять провод длиной

более 30 м не рекомендуется, так как это вызывает значительное падение напряжения в сварочной цепи и перегрузку сварочного аппарата.

Токоподводящий «земляной» провод соединяется с изделием специальными зажимами, чаще всего винтовыми струбинками или зажимами типа «крокодил». Допустимо укладывать свариваемую деталь на металлический стол, надежно подсоединенный к сварочному источнику. Самодельные удлинители токоподводящего провода в виде кусков или обрезков металла не допускаются.

## **Экипировка сварщика**

Для защиты сварщика от искр, брызг металла, механического давления, ожогов, удара электрическим током, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей применяют специальные сварочные маски. Для защиты от излучений сварочной дуги в смотровое отверстие маски, кроме обычного стекла, вставляется светофильтр.

Существует несколько разновидностей масок: традиционного типа с фиксированным светофильтром, с подъемным светофильтром, а также маски типа «хамелеон». В первых двух случаях речь идет о так называемых «пассивных» шлемах. В качестве смотрового окна у них используется затемненное стекло, которое либо неподвижно (но тогда сложно разглядеть объект сварки до начала работ), либо откидывается вверх после окончания процесса сварки (материал при этом еще догорает, и смотреть на него без защиты тоже опасно).

«Активные» шлемы типа «хамелеон» автоматически реагируют на импульс света от сварки и изменяют степень своего затемнения, блокируя части светового спектра. Это позволяет нормально контролировать начало сварочного процесса. Источником питания световых фильтров в масках для сварки типа «хамелеон» служат солнечные батареи, а также заменяемые или встроенные литиевые элементы. Некоторые маски-«хамелеоны» оборудованы также респиратором. Это немаловажно, так как дым и газы, возникающие при сварочных работах, содержат вещества, представляющие большую опасность для легких. Правда, стоит такая защита довольно дорого, а в работе не очень удобна из-за солидного веса и приличных габаритов.

Кроме маски, полный комплект экипировки сварщика включает в себя специальный костюм, обувь и перчатки. Спецодежда для сварщика должна удовлетворять двум основным требованиям: ее наружная поверхность должна быть огнестойкой и термостойкой, а внутренняя (изнаночная) – влагопоглощающей. Исходя из этих требований, куртку и брюки шьют из брезента, парусины, замши и их комбинаций. Все они обрабатываются специальной пропиткой, которая придает им жаростойкость. Для одежды и обуви, защищающей от искр и расплавленного металла и выдерживающей прожигание не менее 50 с, ГОСТ предусматривает специальную пометку «Тр».

Экипировка сварщика обязательно включает в себя рукавицы или перчатки для защиты рук от контакта с нагретыми поверхностями и брызгами расплавленного металла.

Традиционная обувь для сварщиков – сапоги с укороченными голенищами или кожаные ботинки. Категорически запрещается работать в обуви с открытой шнуровкой или металлическими гвоздями в подошве.

## **Технология ручной дуговой сварки**

На качественное формирование сварного шва влияют следующие параметры:

- величина и подбор сварочного тока;
- зажигание сварочной дуги;
- угол наклона электрода;
- скорость сварки;
- длина дуги;

- манипулирование электродом;
- заварка кратера и обрыв дуги.

Умелое применение и сочетание этих параметров, что в значительной степени и составляет мастерство сварщика, позволяет выполнить прочный и красивый сварной шов.

### Выбор режимов сварки

Под режимом сварки понимают совокупность контролируемых параметров, определяющих условия сваривания металла. Такими параметрами являются сила сварочного тока, напряжение дуги, скорость сварки, род и полярность тока. Дополнительные параметры: положение шва в пространстве; число проходов; температура окружающей среды.

Силу сварочного тока устанавливают в зависимости от диаметра электрода, который, в свою очередь, выбирают в зависимости от толщины свариваемого изделия. На диаметр электрода влияют также тип сварного соединения, положение шва в пространстве, размеры детали, состав свариваемого металла. При сварке встык металла толщиной до 4 мм применяют электроды диаметром, равным толщине свариваемого металла. При сварке

металла большой толщины применяют электроды  $\varnothing$  4–8 мм при условии обеспечения

провара основного металла. В многослойных стыковых швах первый слой выполняют

электродом  $\varnothing$  3–4 мм, последующие слои – электродами большего диаметра.

Сварку в вертикальном положении проводят с применением электродов диаметром не более 5 мм. Потолочные швы выполняют электродами диаметром до 4 мм.

Ориентировочный расчет силы сварочного тока делают по следующим формулам:

- для электрода  $\varnothing$  3–6 мм сварочный ток  $I = (20 + 6d) \times d \times k$  ;

- для электрода  $\varnothing$  < 3 мм сварочный ток  $I = 30 \times d \times k$  .

Коэффициент  $k$  при выполнении швов в нижнем положении принимают равным 1, вертикальных швов – 0,9, потолочных швов – 0,8. Сварку швов в вертикальном и потолочном положениях выполняют, как правило, электродами диаметром не более 4 мм. Следует учесть, что зависимость между диаметром электрода и силой тока может быть не прямой и, в зависимости от вида стали и применяемых электродов, приходится вводить поправки.

Наконец, формирование валиков при одной и той же величине сварочного тока будет разным, если они выполнены на разных толщинах. Поэтому окончательный подбор тока необходимо производить на технологической планке, толщина которой близка к толщине сварочного изделия. Например, для изделия толщиной более 10 мм сварочный ток, подобранный на тонкой пластине, будет незначительным для хорошего формирования валика. Прогревание основного металла в этом случае меньше, соответственно, растекаемость жидкой ванны незначительна, что и сказывается на форме и чешуйке сварного

шва. Необходимо добавить 10–20 А или подобрать сварочный ток на соответствующей планке.

Род и полярность тока выбирают в зависимости от способа сварки и свариваемых материалов. Прямую полярность («—» на электроде) используют при сварке с глубоким проплавлением основного металла; низко- и среднеуглеродистых и низколегированных сталей толщиной 5 мм и более электродами с фтористо-кальциевым покрытием (марок УОНИИ-13/45, УОНИИ-13/55 и др.); чугуна.

Обратную полярность («+» на электроде) используют при сварке с повышенной скоростью плавления электродов; низколегированных низкоуглеродистых сталей (типа 16Г2АФ); средне- и высоколегированных сталей и сплавов; тонкостенных листовых конструкций.

Переменный ток используют при сварке низкоуглеродистых и низколегированных сталей (типа 09ГС) в строительно-монтажных условиях электродами с рутиловым покрытием; в случаях возникновения магнитного дутья; толстолистовых конструкций из низкоуглеродистых сталей.

При этом следует учитывать влияние силы сварочного тока, напряжения дуги и скорости сварки на форму и размеры шва. С увеличением сварочного тока глубина провара увеличивается, а ширина шва почти не изменяется.

С повышением напряжения ширина шва резко увеличивается, а глубина провара уменьшается. Это важно учитывать при сварке тонкого металла. Несколько уменьшается и выпуклость шва. При одном и том же напряжении ширина шва при сварке на постоянном токе (особенно обратной полярности) значительно больше, чем ширина шва при сварке на переменном токе.

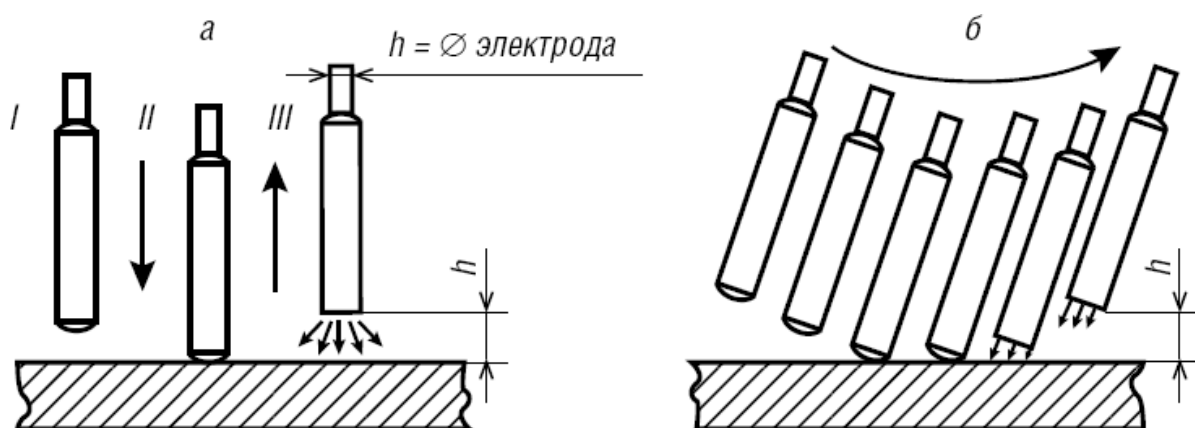
### Зажигание дуги

После подбора сварочного тока наибольшее влияние на качество сварного шва оказывает зажигание дуги и начало сварки.

Существует два способа зажигания сварочной дуги.

Первый способ – способ тычка, или короткого замыкания (рис. 6.11, *а*). После короткого соприкосновения торца электрода с изделием необходимо произвести отрыв его на высоту, равную диаметру электрода или чуть больше. Такой способ зажигания дуги легко применять электродами с качественно изготовленными торцами. Недостаток способа тычка заключается в возможности прилипания электрода к изделию. Это происходит при длительном коротком замыкании (КЗ) (положение II) либо при отрыве электрода из положения II в положение III на длину большую, чем диаметр электрода, с последующим чрезмерным укорачиванием длины дуги; так как дуговой разряд еще не стабилизировался, происходит залипание электрода к изделию. Избежать залипания можно путем плавного укорачивания дугового разряда до необходимой длины дуги после ее стабилизации. Отрывать прилипший электрод следует резким поворачиванием его вправо и влево.

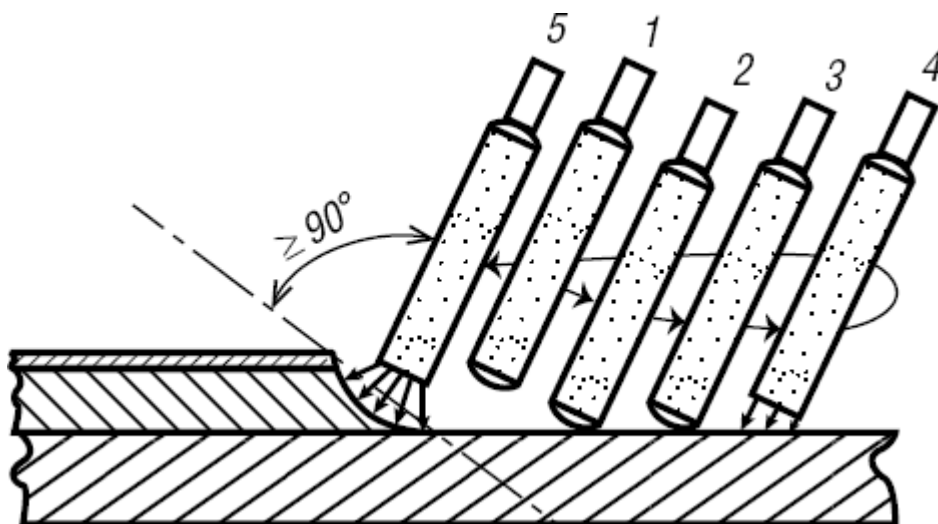
Второй способ – способ чирка, когда электродом вскользь чиркают, как спичкой, по поверхности металла. Чиркать надо в направлении сварки, чтобы не оставлять лишних следов. При поступательном движении электрода, как показано на рис. 6.11, *б*, после соприкосновения торца электрода с изделием и после появления искрения надо приподнять электрод для возникновения сварочной дуги. После стабильного горения перейти на необходимую длину дуги ( $h$  = диаметр электрода). Данный способ исключает прилипание электрода к изделию. Если электрод все же прилип, скорее всего, его покрытие повреждено. В этом случае надо сжечь выступающий из-под покрытия край электрода.



**Рис. 6.11. Зажигание дуги:**  
*а* – способом тычка; *б* – способом чирка

В случае появления стартовых пор (видимых невооруженным глазом) или прилипания электрода к изделию при зажигании сварочной дуги необходимо прекратить начало сварки и выбрать (вырубить) место зажигания подручными средствами (зубилом, болгаркой и др.). После этого нужно обжечь электрод на технологической пластине, быстро и аккуратно удалить незастывший шлак с торца электрода путем легкого постукивания электродом обо что-либо твердое (дерево, наждачный круг, металлическую планку, изолированную от изделия, или прочий подручный материал) и после этого возобновить зажигание сварочной дуги. Не рекомендуется переплавлять нечеткое зажигание сварочной дуги, так как это может привести к дефектам в месте зажигания (стартовые поры, зашлаковка, непровар).

Зажигание сварочной дуги на изделии для продления сварного шва производится впереди кратера (рис. 6.12). Путь от положения 1 до положения 5 следует выполнять быстро, чтобы не получить валик в этом месте. Времени от начала зажигания дуги и до начала сварки обычно достаточно для того, чтобы сориентироваться, где начать наложение первой чешуйки металла шва. Начало сварки следует выполнять на застывшем кратере в верхней ее части, стараясь соединить край жидкой ванны с последней чешуйкой закристаллизовавшегося шва, предварительно обив кратер от застывшего шлака.



**Рис. 6.12. Зажигание сварочной дуги для продления сварного шва**

Начало сварки внизу кратера приводит к большим и глубоким перепадам между чешуйками в местах смены электродов. Начало сварки на самой вершине кратера приводит к бугристости сварного шва. Такие углубления и бугры создают трудности при сварке последующего слоя и способствуют появлению дефектов. Кроме этого, необходимо

выполнить ряд дополнительных условий.

Должны отсутствовать или быть незначительными перепады в местах стыковки.

При наведении жидкой ванны необходимо проследить за тем, чтобы ее граница совпала с последней чешуйкой предыдущего валика.

Наклон электрода в начале сварки должен быть равным или больше  $90^\circ$  к поверхности кратера, что не позволяет жидкому шлаку стекать вниз кратера. Скорость продвижения электрода от позиции 1 должна быть чуть быстрее, чем скорость сварки. В позиции 2 необходимо произвести задержку для проплавления места перехода кратера с основным металлом и после этого начать наложение сварного валика с определенной скоростью.

Все вышеперечисленное позволяет производить сварку (наплавку) с минимальными перепадами и повышает производительность труда.

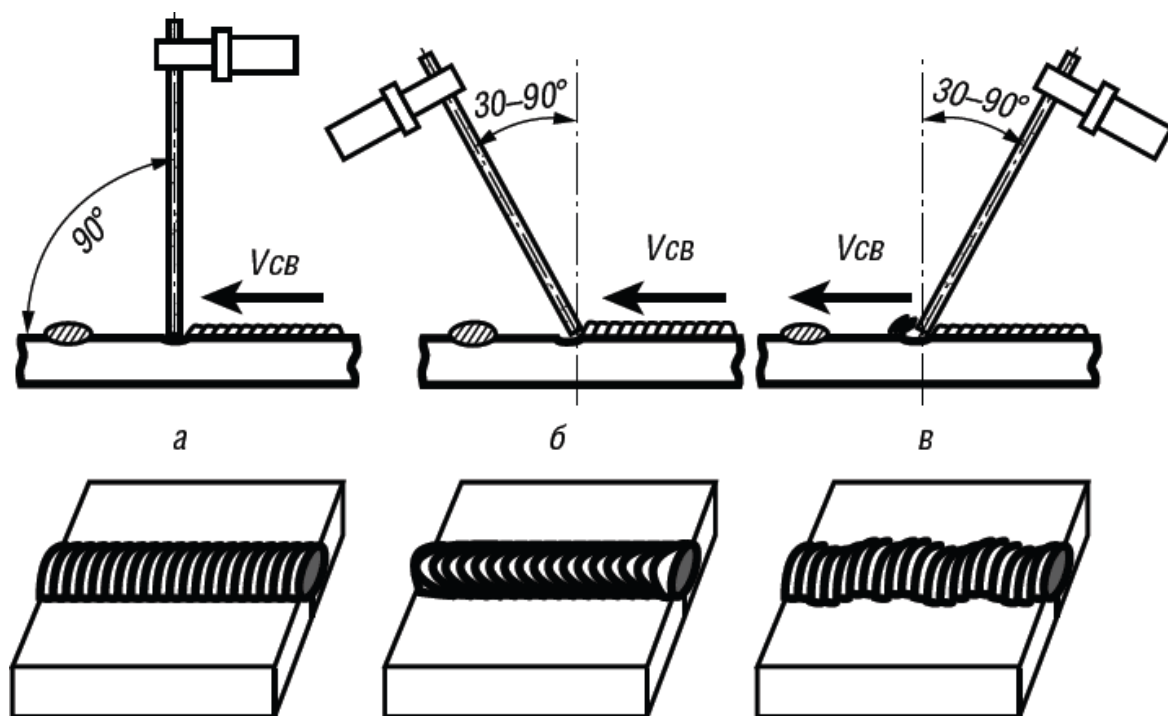
### **Угол наклона электрода**

Угол наклона электрода по отношению к изделию и направлению сварки значительно влияет на качественное формирование сварного шва. Защиту сварочной дуги и жидкой ванны металла шва от окружающей среды осуществляют газовый пузырь и жидкий шлак. Шлак поддерживает в жидком состоянии металл шва более длительное время (2–3 с). За это время в более полной мере протекают металлургические процессы, успевают в основном выйти из металла шва газы и шлаки.

Поддержание металла шва в жидком состоянии более длительное время позволяет сформировать валик правильной формы, с плавным переходом к основному металлу и равномерными чешуйками с минимальными перепадами между ними. Исходя из вышесказанного, очень важно, чтобы жидкий шлак укрывал жидкий металл шва сразу за дугой, как бы накрывая сварной шов «одеялом», сохраняя при этом тепло и отдавая время начала кристаллизации шва. Это обеспечивается углом наклона электрода по отношению к направлению сварки. Существуют три положения наклона электрода по отношению к направлению сварки:

1. Сварка под прямым углом (рис. 6.13, *а*).
2. Сварка углом вперед (рис. 6.13, *б*).
3. Сварка углом назад (рис. 6.16, *в*).

Первое («прямое») положение электрода позволяет жидкому шлаку двигаться следом за сварочной ванной, накрывая жидкий металл шва, что способствует качественному формированию сварного шва. Незначительная часть шлака все же появляется впереди электрода, но не оказывает помехи процессу сварки. Впереди идущий жидкий шлак легко вытесняется по обе стороны валика сварного шва более тяжелым жидким металлом шва. В том случае, когда все-таки шлак впереди начинает мешать процессу сварки, необходимо сделать наклон электрода в сторону направления сварки до восстановления нормального процесса. Под прямым углом электрод держат обычно при необходимости варить в труднодоступных местах, а также при потолочной сварке.



**Рис. 6.13. Положения наклона электрода:**

*а* – сварка под прямым углом; *б* – сварка углом назад; *в* – сварка углом вперед

При сварке углом назад силой давления сварочной дуги жидкий шлак вытесняется назад и отстает от жидкой сварочной ванны. Появляется оголенный участок жидкого металла шва и происходит быстрое остывание (кристаллизация) сварного шва. В этом случае валик получается с неравномерными чешуйками и значительными перепадами.

Необходимо выровнять положение электрода до момента, когда жидкий шлак будет следовать сразу за электродом. Сварка углом назад предпочтительна при работе с угловыми и стыковыми соединениями. Она позволяет увеличить глубину провара и высоту выпуклости, но при этом уменьшается ширина шва. Прогрев кромок недостаточен, поэтому возможны несплавления и образование пор.

При сварке углом вперед впереди электрода следует жидкий шлак, мешающий процессу сварки. Он накапливается в большом количестве, натекает на холодный металл и подстывает. Сварочная дуга начинает блуждать, а иногда и гаснуть. Сварной шов становится неровным, с пропусками проплавления по краям, а иногда и в середине шва. В этом случае необходимо выровнять положение электрода до вертикального. Метод углом вперед применяется в горизонтальных, вертикальных и потолочных швах, а также при сварке неповоротных стыков труб. При сварке таким методом уменьшается глубина провара и высота выпуклости шва, но заметно возрастает его ширина, что позволяет сваривать металл небольшой толщины. Лучше проплавляются кромки, поэтому возможна сварка на повышенных скоростях.

Электроды с рутиловым покрытием типа МР, АНО и др. сварку следует производить только углом назад ввиду большого количества шлака и высокой его жидкотекучести. При сварке угол наклона электрода с рутиловым покрытием к изделию всегда меньше, чем электрода с основным покрытием.

В каждом конкретном случае необходимо выбирать такой угол наклона электрода, чтобы силой давления дуги не позволять жидкому шлаку «сзади отставать и вперед забегать». Поэтому, в зависимости от многих факторов, угол наклона электрода определяет только сварщик.

## Скорость сварки

Скорость движения электрода по направлению сварки тоже влияет на качество и геометрические размеры сварного шва, его форму и глубину проплавления.

Необходимо выбирать такую скорость сварки, чтобы сварочная ванна (кратер) заполнялась электродным металлом и поднималась над поверхностью с плавным переходом к основному металлу без подрезов и наплывов.

Как сварщику уловить необходимую скорость продвижения электрода? Подобрать необходимый сварочный ток, произведя четкое зажигание дуги, выбрав угол наклона электрода в зависимости от расположения шлака, оптимальную скорость определяют по ширине валика, его высоте и по мере его формирования.

Валик должен получаться с плавным переходом к основному металлу, равномерной чешуйкой, без подрезов. Данную скорость легко сохранять путем поддержания одинаковой ширины сварочной ванны вокруг электрода, равной примерно двум его диаметрам (включая покрытие). Высота валика должна составлять 0,5–0,7 диаметра электрода.

При маленькой скорости электрода на единицу площади сварного шва приходится значительное количество наплавленного электродного металла, что приводит к росту высоты валика; когда она превышает диаметр электрода, жидкий металл растекается бесформенно. Возможны дефекты: наплывы, непровары по бокам валика, прожоги на тонком металле.

С увеличением скорости сварки глубина провара сначала возрастает (до скорости 40–60 м/ч), а затем уменьшается. При этом ширина шва уменьшается постоянно.

При большой скорости (более 70–80 м/ч) ширина валика равна диаметру электрода с покрытием или меньше него. В этом случае происходит недостаточное прогревание основного металла, быстрая кристаллизация сварочной ванны. Возможны дефекты: подрезы, непровары. Формирование валика неудовлетворительное.

Установки тока могут меняться в зависимости от ситуации. Толстый металл рассеивает тепло, поэтому нужен больший ток. Тонкий металл расплавится быстро, поэтому тока надо меньше. Точные установки тока зависят от поведения ванны, а начинать надо с рекомендованных установок.

Но не бойтесь увеличить или уменьшить ток. Сварка зависит от температуры основного металла, поэтому нельзя говорить о токе без учета скорости сварки. Двигаем электрод быстрее – меньше тепла поступает в основной металл. Если двигать электрод слишком быстро, металл не будет прогрет, шов будет непроплавленным, узким, с малой выпуклостью, с крупными чешуйками наверху. Если двигаемся слишком медленно, тепла поступает больше, металл слишком сильно прогревается, ванна расплывается и становится трудно управляемой. Сварной валик становится слишком выпуклым, шов – неровным по форме, с наплывами по краям. Вследствие чрезмерно большого ввода теплоты дуги в основной металл часто образуется прожог, и расплавленный металл вытекает из сварочной ванны. В некоторых случаях, например при сварке на спуск, образование под дугой жидкой прослойки из расплавленного электродного металла повышенной толщины, наоборот, может привести к образованию непроваров.

На тонком металле глубокий провар тем более не нужен. Чем тоньше металл, тем быстрее надо двигаться. Можно применить такую технику: расплавить основной металл, затем длинной дугой охладить его и плавить снова. Этот метод можно использовать и для заполнения зазоров в плохо подогнанных соединениях. Двигайте электрод вглубь зазора, потом отводите, чтобы остудить ванну, и так постепенно заполняйте шов. Это же движение используется и при заполнении многослойного шва.

Когда скорость перемещения соответствует току, ванна растекается, но остается управляемой, ее края тонкие и шов одинаковой толщины.

Когда вы научитесь хорошо управлять электродом, то сможете поставить чуть больший ток и увеличить скорость сварки. Больший ток обеспечит лучшее проплавление и более

гладкий шов в итоге, но контролировать ванну при этом труднее.

### **Длина дуги**

После возбуждения дуги электрод нужно выдерживать некоторое время в точке начала наплавки, пока не сформируется сварной шов и не произойдет расплавление основного металла. Сварочная ванна сначала будет маленькой, потом станет больше. В таком состоянии ее и надо удерживать. При этом не надо прямо смотреть на слепящую дугу. Сфокусируйтесь на зоне дальше дымящихся искр, на расплавленной ванне за электродом.

Очень важно научиться удерживать постоянную длину дуги, т. е. зазор между концом электрода и основным металлом, во время продвижения по шву. Длина дуги значительно влияет на ширину, форму и качество сварного шва и зависит от марки и диаметра электрода, пространственного положения сварки, разделки свариваемых кромок и т. п. На глубину проплава влияет незначительно.

Нормальной длиной дуги считается в пределах 0,5–1,1 диаметра электрода. Показателями оптимальной длины дуги являются резкий потрескивающий звук, ровный перенос капель металла через дуговой промежуток, малое разбрызгивание.

Короткая дуга горит устойчиво и спокойно. Она обеспечивает получение высококачественного шва, так как расплавленный металл электрода быстро проходит дуговой промежуток и меньше подвергается окислению и азотированию. При использовании электродов с тонким покрытием короткая дуга обеспечивает наилучшее качество сварки. Но слишком короткая дуга может вызывать прилипание электрода, дуга прерывается, нарушается процесс сварки.

Длинная дуга горит неустойчиво, с характерным шипением. Глубина проплавления недостаточная, расплавленный металл электрода разбрызгивается и больше окисляется и азотируется. Шов получается бесформенным, а металл шва содержит большое количество оксидов.

Выбор длины дуги зависит от типа электрода и положения в пространстве изделия при сварке. При использовании электродов с тонким покрытием длина дуги должна быть минимально короткой, не более диаметра электрода. При шлакообразующих или газообразующих электродах длина дуги может быть от 3 до 5 мм.

Напряжение дуги зависит от ее длины и изменяется в пределах 30–60 В. Чем короче дуга, тем меньше напряжение, чем дуга длиннее, тем сильнее напряжение приближается к верхнему порогу.

Выбирая ту или иную длину дуги, приходится учитывать положение свариваемого изделия. Вертикальная и потолочная сварки требуют более короткой дуги, чем при положении изделия, требующем нижней сварки.

Следует учесть, что при изменении длины дуги значительно меняется рабочее напряжение, что влияет на ширину валика. Умение сварщика держать постоянно определенную длину дуги положительно сказывается на равномерности ширины валика и его форме. Нормальную (среднюю) дугу рекомендуется применять при наплавке, сварке в нижнем положении, короткую дугу – при сварке горизонтальных, вертикальных, потолочных швов угловых и стыковых соединений и в других ситуациях, когда требуется проплавление. Длинную дугу применять не рекомендуется.

Минимальную длину дуги можно принять равной половине диаметра электрода, а максимальную – диаметру электрода + 1 мм.

### **Манипулирование электродом**

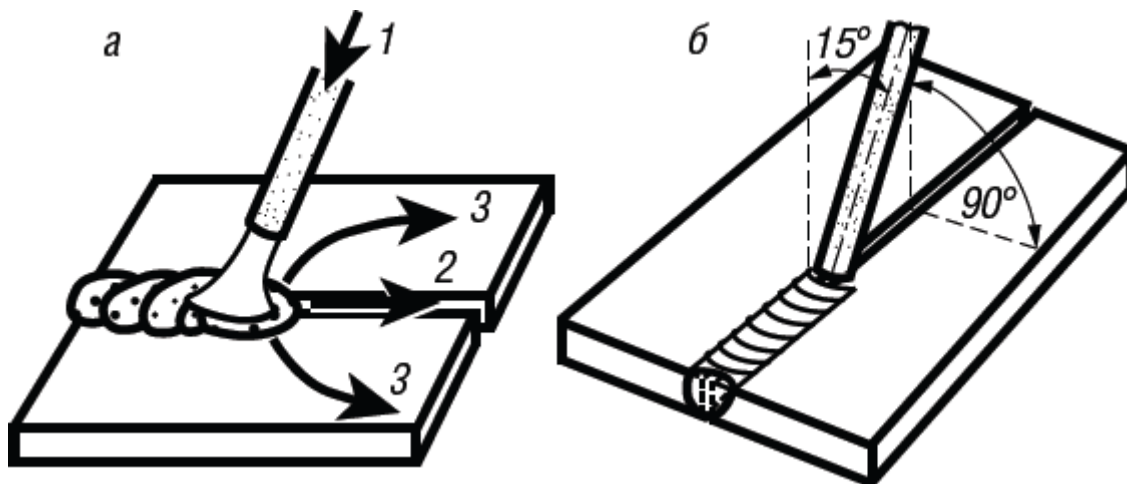
В процессе сварки электрод постоянно находится в движении. Сварщик сообщает ему следующие движения (рис. 6.14):

1 – поступательное по оси электрода в сторону сварочной ванны (вследствие

расплавления электрода), при этом для сохранения постоянства длины дуги скорость движения должна соответствовать скорости плавления электрода;

2 – перемещение вдоль линии свариваемого шва; скорость этого движения (скорость сварки) устанавливается в зависимости от тока, диаметра электрода, скорости его плавления, вида шва и других факторов;

3 – перемещение электрода поперек шва для получения так называемого уширенного валика – шва шире, чем ниточный сварной валик, получаемый при прямолинейном движении. Этими движениями за один проход получают шов шириной до четырех диаметров электрода.



**Рис. 6.14. Перемещения электрода при сварке:**

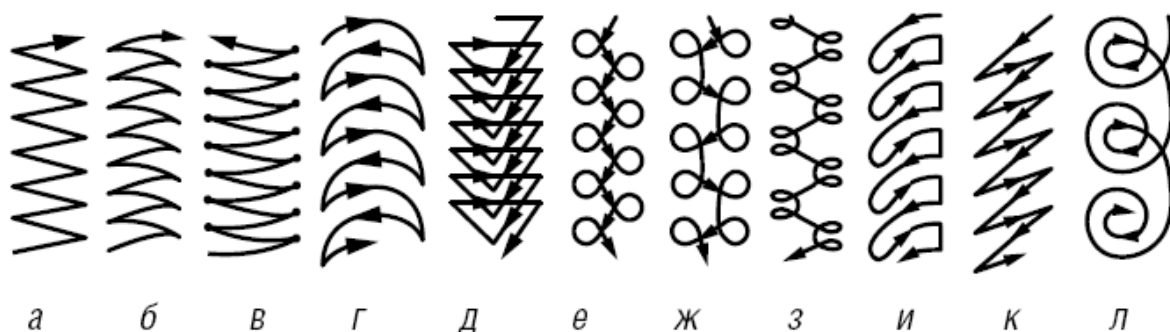
*а* – направления движения; *б* – угол наклона в горизонтальной и вертикальной плоскости

Манипулирование электродом позволяет управлять жидким шлаком и металлом шва, что необходимо для получения качественного сварного соединения, а также для формирования валика определенной формы и ширины. Движения следует выполнять плавно, без резких колебаний. При поперечных колебаниях электрода необходимо выбрать такую ширину валика, чтобы сварочная ванна была в жидком состоянии по всей своей ширине. Причем если ток мал, то металл не прогреется должным образом и сварочная ванна будет «бегать» за электродом. Если тока много, то основной металл будет слишком горячим, дуга будет прожигать металл, отталкивая его назад. Когда ток нормальный, ванна растекается по поверхности, ее внешние края тонкие. И вот тогда-то движением электрода можно расширять и передвигать ванну.

Сварка осуществляется в направлении как слева направо, так и справа налево, от себя и на себя. При этом положение электрода может быть углом вперед, углом назад и под прямым углом, о чем говорилось выше.

Кроме движений вдоль и вглубь шва, перемещать электрод приходится чаще всего и поперек шва. Глубина проплавления основного металла и формирование шва главным образом зависят от вида этих поперечных колебаний, которые обычно совершают с постоянными частотой и амплитудой относительно оси шва (рис. 6.15). Траектория движения конца электрода зависит от пространственного положения сварки, разделки кромок и навыков сварщика. При сварке с поперечными колебаниями получают уширенный валик, а форма проплавления зависит от траектории поперечных колебаний конца электрода, т. е. от условий ввода теплоты дуги в основной металл.

Зигзагообразные прямые движения по ломаной линии, или «лесенку» (рис. 6.15, *а, к*), чаще всего применяют в нижнем, вертикальном и потолочном положениях для получения наплавочных валиков при сварке встык без скоса кромок. Чтобы не произошло прогара, смотрите на верхний край сварочной ванны каждый раз, когда меняете направление.



**Рис. 6.15.** Основные виды траекторий поперечных движений рабочего конца электрода при слабом ( а – б ), усиленном ( в – з ) прогреве свариваемых кромок; усиленном прогреве одной кромки ( и – к ); прогреве корня шва ( л )

Движения дугой вперед (рис. 6.15, б ) применяют в вертикальном и потолочном положениях для стыковых швов со скосом кромок, а также для угловых швов с катетом менее 6 мм, выполняемых в любом положении электродами диаметром до 4 мм.

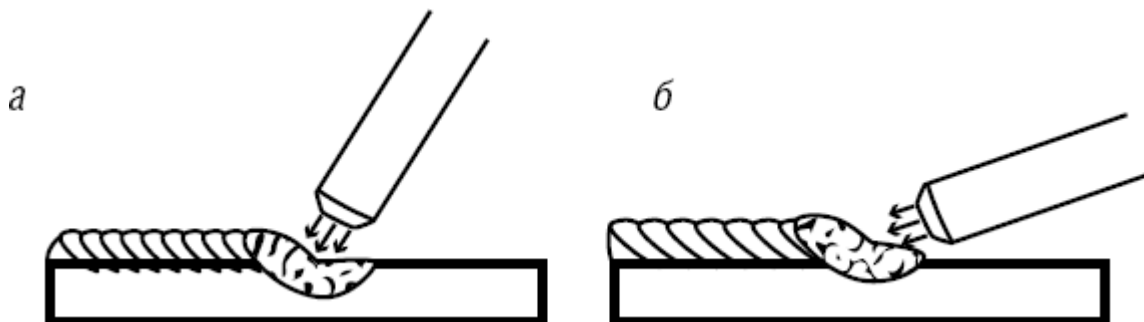
Такие же движения, но дугой назад используются для сварки в нижнем положении, а также для вертикальных и потолочных швов с выпуклой наружной поверхностью. При необходимости усилить прогрев свариваемых кромок на краях зигзагов электрод слегка придерживают (рис. 6.15, в ).

Движения треугольником (рис. 6.15, д ) применяют для угловых швов с катетом более 6 мм и стыковых швов со скосом кромок в любом пространственном положении. Дает хороший провар корня шва. Для сварки толстостенных конструкций с гарантированным проплавлением корневого участка в корне шва электрод задерживают.

Петлеобразные и круговые движения (рис. 6.15, е – и, л ) используют для усиленного прогревания кромок шва, особенно при сварке высоколегированных сталей. Электрод задерживают на краях, чтобы не было прожога в центре шва или вытекания металла при сварке вертикальных швов. Во время круговых движений при поперечном перемещении электрода смотрите вверх «мостика» – границы ванны и шлака, потом на другую сторону и распределяйте ванну по кругу.

Нужно понимать, что расплавленная ванна следует за теплом. Когда вы передвигаете электрод вдоль линии сварки, присадочный металл электрода движется позади. Если металла вокруг недостаточно, вы оставляете подрезы. Подрез – это канавка на краю шва ниже уровня металла (см. рис. 6.8, в ). Чтобы избежать этого, надо контролировать границы ванны, утончая ее на поверхности.

Манипулировать ванной позволяет сила сварочной дуги. Когда электрод стоит вертикально, дуга давит на ванну вниз. Это приводит к глубокому проплавлению основного металла и равномерно распространяет ванну вокруг кратера. Наклоняя электрод, мы отталкиваем ванну, а шов начнет подниматься – всплывать (рис. 6.16, а ). Чем ближе к перпендикуляру по отношению к поверхности металла расположен электрод, тем менее выпуклым будет шов. Чем больше мы его наклоняем, тем шов выпуклее (рис. 6.16, б ).



**Рис. 6.16.** Манипулирование сварочной ванной с помощью силы дуги:

*а* – глубокое проплавление металла; *б* – «всплытие шва»

Но здесь следует быть осторожным – если наклон слишком велик, дуга будет давить в направлении шва, делая ванну трудноуправляемой. Поэтому используют разные углы наклона электрода.

Ширина валика от минимального до среднего диапазона (1–2 диаметра электрода) может быть получена без колебательных движений, за счет скорости продвижения электрода, длины дуги и силы сварочного тока. Ширина валика более двух диаметров электрода обеспечивается манипулированием электродом. Среднее значение ширины (два диаметра электрода) позволяет вести сварку в обоих случаях.

При сварке углеродистых сталей используется весь рекомендуемый диапазон ширины.

Ручную дуговую сварку (наплавку) покрытыми электродами со стержнями из сталей аустенитного класса следует выполнять узкими валиками шириной не более трех диаметров применяемых электродов.

### **Заварка кратера и обрыв дуги**

Завершая шов, важно правильно заваривать кратер. Кратер является зоной с наибольшим количеством вредных примесей ввиду повышенной скорости кристаллизации металла, поэтому в нем наиболее вероятно образование трещин. По окончании сварки не следует обрывать дугу, резко отводя электрод от изделия. Необходимо прекратить все перемещения электрода и медленно удлинять дугу до обрыва; расплавляющийся при этом электродный металл заполнит кратер.

Другой метод: в конце шва прекратить перемещение электрода, задержав его на 1–2 с, чтобы заполнить кратер, затем сместиться по шву назад примерно на 5 мм и быстрым движением вверх и назад оборвать дугу. Кратер необходимо оставлять пологим, что позволит качественно начать сварку новым электродом.

При окончании электрода в середине шва обрыв дуги необходимо производить обратным возвращением электрода в сторону валика и быстрым отрывом от кратера. В этом случае также кратер необходимо оставлять пологим. Нельзя «тянуть» (обрывать) дугу медленным увеличением ее длины до прерывания дугового разряда. В данном случае в кратере возможно появление свища (газовой поры, выходящей на поверхность кратера). Нельзя допускать при окончании электрода крутого кратера, который получается при неправильном обрыве дуги и почти всегда, когда высота валика равна диаметру электрода или больше него.

При крутом кратере в начале сварки нового электрода жидкий шлак быстро стекает вниз кратера и «подстывает», что может привести к непровару и зашлаковке. Поэтому при случайных обрывах дуги или при смене электродов применяется специальная техника повторного зажигания дуги, обеспечивающая начало сварки с хорошим сплавлением и внешним видом. В таких случаях дуга должна возбуждаться на передней кромке кратера, затем через весь кратер переводиться на противоположную кромку, на только что наплавленный металл, и после этого снова вперед, в направлении проводившейся сварки. Если электрод при повторном зажигании дуги не будет достаточно далеко отведен назад, между участками начала и конца сварки останется углубление. Если же при повторном зажигании электрод отвести слишком далеко назад, то на поверхности сварного валика образуется высокий наплыв.

Чтобы высота шва оставалась одинаковой, можно путем обрыва дуги в конце сварного шва и дополнительных зажигания на этом же месте добиться необходимой высоты валика. Между обрывом дуги и дополнительным зажиганием необходимо сделать небольшую выдержку на время, в течение которого не успевает «остыть» (затвердеть) шлак, а металл шва успевает «подстыть» (начать кристаллизоваться). Это необходимо для легкого повторного зажигания дуги без обивки шлака.

Однако такой способ может привести к образованию оксидных и шлаковых загрязнений металла.

### **Сварка металла малой толщины**

Сварка листовой стали малой толщины (0,5–2,0 мм) связана с определенными трудностями. Тонкий металл легко прожигается дугой, а прожоги трудно поддаются заправке. Опасаясь этого, сварщик иногда недостаточно проплавляет кромки листов, накладывая валик на нерасплавленные кромки. В этом случае возникают непровары и неплотности.

При сварке тонколистовой стали рекомендуется:

- специально подготавливать кромки;
- применять временные или остающиеся подкладки;
- уменьшать величину сварочного тока;
- использовать специальные электроды;
- применять специальные источники питания.

Стыковые соединения выполняют с закладкой между кромками прутка или полосы. Сварку ведут так, чтобы дуга горела только на прутке или полоске, при этом кромки основного металла оплавляются косвенным теплом дуги.

При сварке на подкладках листы собирают встык без зазора и сварку ведут без колебательных движений электрода. Сварку стыковых соединений тонколистовой стали лучше выполнять не в нижнем, а в вертикальном положении – сверху вниз. Для очень тонких листов (0,5 мм) применяют нахлесточные соединения, сварку ведут на подкладке с проплавлением верхнего листа. В качестве остающихся подкладок используют стальные полосы, в качестве временных – медные полосы.

Величина тока принимается в пределах 40–80 А в зависимости от диаметра электрода. При выполнении нахлесточных соединений со сквозным проплавлением верхнего листа величина тока устанавливается на 10–15 % больше, чем при выполнении стыковых соединений.

Для сварки тонколистовой стали применяют электроды  $\varnothing$  1,6–2,5 мм с тонким или средним по толщине слоем покрытия.

Источники питания, используемые для сварки тонколистовой стали, должны иметь повышенную величину напряжения холостого хода (80–90 В) и плавную регулировку сварочного тока с малым нижним пределом порядка 40 А.

### **Техника сварки и наплавки в нижнем положении**

Это положение позволяет получать сварные швы наиболее высокого качества, так как облегчает условия выделения неметаллических включений и газов из расплавленного металла сварочной ванны. Условия формирования металла шва наилучшие, так как расплавленный металл сварочной ванны удерживается от вытекания нерасплавившимися кромками.

Стыковые швы сваривают без разделки кромок или с V-, X- и U-образным скосом. Стыковые швы без разделки кромок, в зависимости от толщины, сваривают с одной или двух сторон. Необходимо тщательно следить за равномерным расплавлением обеих свариваемых кромок по всей их толщине и особенно стыка между ними в нижней части (корне шва).

Однопроходную сварку с V-образной разделкой кромок обычно выполняют с поперечными колебаниями электрода на всю ширину, чтобы дуга выходила со скоса кромок

на необработанную поверхность металла. Однако в этом случае очень трудно обеспечить равномерный провар корня шва по всей его длине, особенно при изменении величины притупления кромок и зазора между ними. Рекомендуемый зазор при сборке стыкового соединения при V-образной разделке зависит от притупления и толщины свариваемого металла. Чем толще металл и больше притупление, тем больше зазор, и наоборот. Прихватки

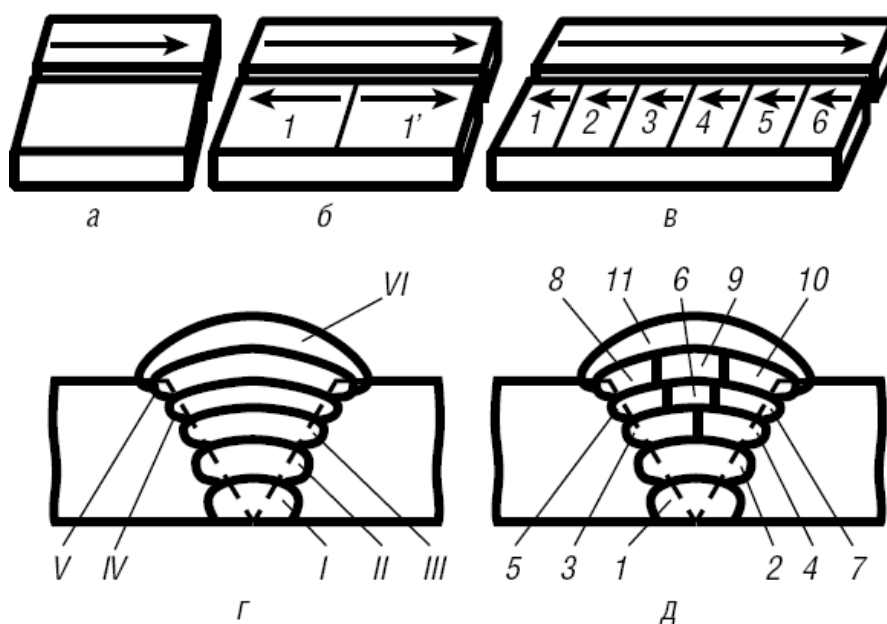
в зазор рекомендуется производить электродами  $\varnothing 3$  мм с минимальной высотой.

Протяженность прихваток 10–15 мм. В зависимости от размеров изделия и толщины металла прихватки выполняются по условиям чертежа или технологического процесса, в которых оговорены протяженность и частота прихваток.

При сварке такого шва за несколько проходов обеспечить хороший провар первого слоя в корне разделки гораздо легче. Для этого обычно применяют электроды  $\varnothing 3-4$  мм и

сварку ведут без поперечных колебаний. Последующие слои выполняют в зависимости от толщины металла электродом большего диаметра с поперечными колебаниями. Для обеспечения хорошего провара между слоями предыдущие швы и кромки следует тщательно очищать от шлака и брызг металла.

Заполнять разделку кромок можно швами с шириной на всю разделку или отдельными валиками (рис. 6.17). Однослойный однопроходный шов выполняется за один проход (напроход). При сварке металла большой толщины шов выполняют слоями, каждый из которых накладывают за один проход (многослойный) или за несколько проходов (многослойный многопроходный). В многопроходных швах последний валик (поз. 11 на рис. 6.17, д) для улучшения внешнего вида иногда можно выполнять на всю ширину разделки (декоративный слой).



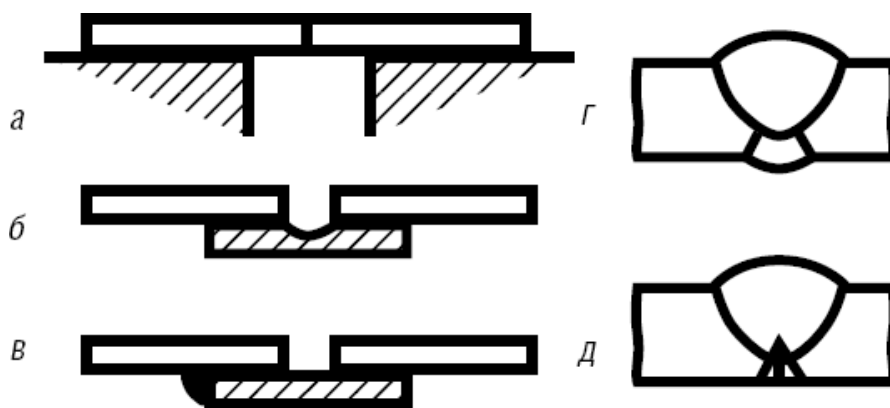
**Рис. 6.17.** Способы выполнения швов различной длины (а – напроход; б – от середины к краям; в – обратноступенчатый) и поперечные сечения многослойных (г) и многопроходных (д) стыковых швов; нумерация соответствует порядку выполнения швов

Сварка за один проход предпочтительнее при ширине шва не более 14–16 мм, так как дает меньше остаточных деформаций. При толщине металла более 15 мм сварка каждого слоя напроход нежелательна. Первый слой успевает остыть, и в нем возникают трещины. Для равномерного прогрева металла по всей длине швы накладывают двойным слоем («горкой»), каскадом или блоками. При каскадном способе заполнения шва двойным слоем второй слой накладывают по неостывшему первому после удаления сварочного шлака в противоположном направлении на длине 200–400 мм. Сварка «горкой» – разновидность каскадного метода. Ее ведут два сварщика одновременно от середины к краям. Оба метода – это обратноступенчатая сварка не только по длине, но и по сечению шва, причем зона сварки всегда остается горячей.

При сварке блоками шов заполняют отдельными ступенями по всей высоте сечения шва. Этот метод применяют при соединении деталей из сталей, закаливающихся при сварке.

Швы с X- или U-образным скосом кромок по сравнению с V-образным имеют преимущества: в 1,6–1,7 раза уменьшаются объем наплавленного металла и угловые деформации, улучшается провар корня шва. Сварку этих швов выполняют так же, как и с V-образной разделкой, но для уменьшения остаточных деформаций и напряжений желательно накладывать каждый валик или слой попеременно с каждой стороны. Рекомендованный зазор при X-образной разделке – 3 мм.

При сварке на весу (рис. 6.18, *а*) наиболее трудно обеспечить провар корня шва и формирование хорошего обратного валика по всей длине стыка. В этом отношении более благоприятна сварка на плотно прижатой съемной медной или остающейся стальной подкладке (рис. 6.18, *б* – *в*). Последние увеличивают расход металла и не всегда технологичны. В медной подкладке для формирования обратного валика делают формирующую канавку, но могут возникнуть трудности точной установки кромок вдоль формирующей канавки.



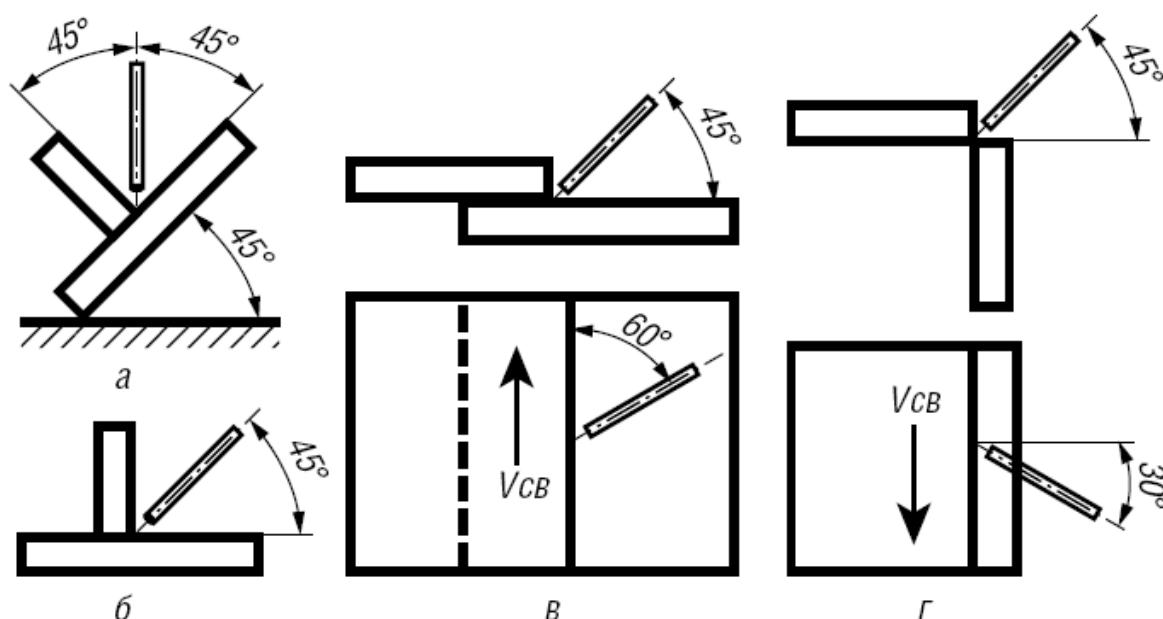
**Рис. 6.18. Схема сварки стыковых швов:**

*а* – на весу; *б* – на медной съемной подкладке; *в* – на остающейся стальной подкладке; *г* – с предварительным подварочным швом; *д* – удаление непровара в корне шва для последующей подварки

Если с обратной стороны возможен подход к корню шва и допустима выпуклость обратной стороны шва, целесообразна подварка корня швом небольшого сечения с последующей укладкой основного шва (рис. 6.18, *г*). В некоторых случаях при образовании непроваров в корне шва после сварки основного шва дефект в корне разделяют газовой, воздушно-дуговой строжкой или механическими методами (рис. 6.18, *д*) с последующим выполнением подварочного шва.

Сварку угловых швов в нижнем положении можно выполнять двумя приемами. Сварка вертикальным электродом «в лодочку» (рис. 6.19, *а*) обеспечивает наиболее благоприятные условия для провара корня шва и его формирования. По существу этот прием напоминает сварку стыковых швов с V-образной разделкой кромок, так как шов формируется между свариваемыми поверхностями. Однако при этом способе требуется тщательная сборка

соединения под сварку с минимальным зазором в стыке для предупреждения вытекания в него расплавленного металла.



**Рис. 6.19.** Положение электрода и изделия при сварке:

*а* – «в лодочку»; *б* – таврового соединения; *в* – внахлестку; *г* – углового соединения

При сварке наклонным электродом (рис. 6.19, *б* – *г*) трудно обеспечить провар шва по нижней плоскости ввиду натекания на нее расплавленного металла и предупредить подрез на вертикальной плоскости из-за стекания расплавленного металла. Поэтому таким способом обычно сваривают швы с катетом до 6–8 мм. При сварке угловых швов наклонным электродом трудно также обеспечить глубокий провар в корне шва, поэтому в односторонних или двусторонних швах без разделки кромок может образоваться непровар, который под нагрузкой послужит началом развития трещин. Для предупреждения этого в ответственных соединениях при толщине металла 4 мм и более необходима односторонняя, а при толщине 12 мм и более – двусторонняя разделка кромок.

Тавровые и угловые швы без скоса кромок с катетами более 10 мм выполняют в один слой поперечными движениями электрода треугольником с задержкой в корне шва. Дугу при этом возбуждают на горизонтальной полке, а не на вертикальной, чтобы избежать натекания металла.

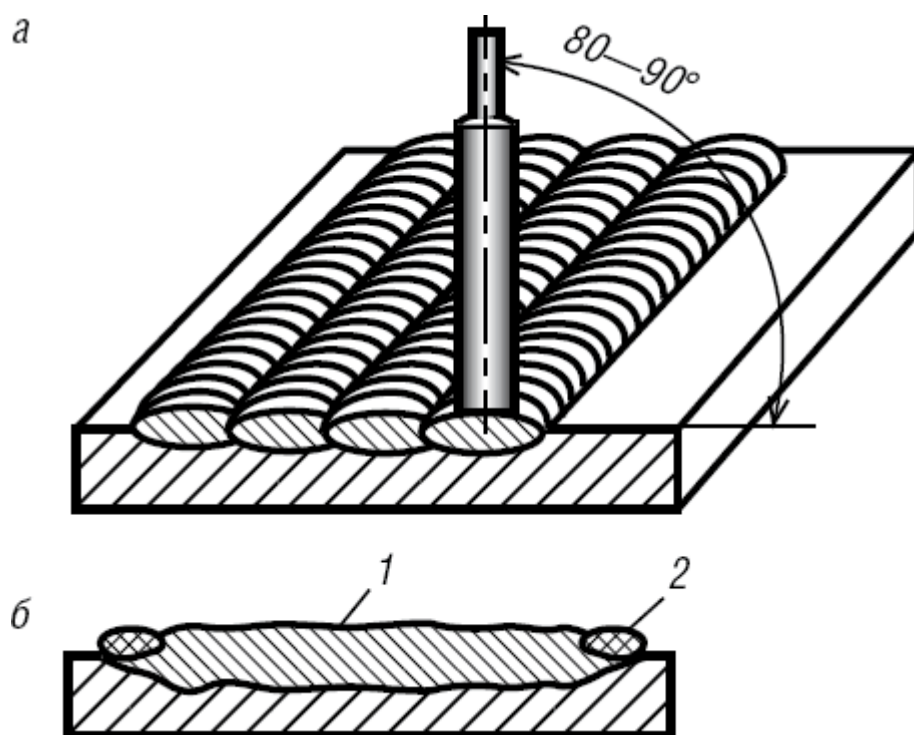
При сварке наклонным электродом многопроходных швов первым выполняют шов на горизонтальной плоскости. Формирование последующего валика происходит с частичным удержанием расплавленного металла сварочной ванны нижележащим валиком.

**Наплавка.** Наплавка на поверхности изделия выполняется одиночными валиками. Каждый последующий валик необходимо выполнять так, чтобы центр сварочной дуги (электрода) проходил по краю предыдущего валика, перекрывая его на половину или на треть ширины (рис. 6.20, *а*). Перед сваркой очередного валика предыдущий валик нужно очистить от шлака и крупных брызг зубилом и металлической щеткой от нагара.

Наблюдая за центром дуги, одновременно необходимо следить за краем жидкой ванны, который должен доходить (или чуть-чуть не доходить) до вершины предыдущего валика. Наклон электрода по отношению к изделию и предыдущему валику должен составлять 80–90°. Наклон электрода по отношению к направлению сварки, как уже говорилось, определяется по правилу: «чтобы шлак вперед не забежал и сзади не отставал». Сварочный ток и диаметр электрода в зависимости от толщины изделия – максимальные или близкие к максимальным.

При наплавке нужно использовать среднюю длину дуги. При сварке с манипулированием электродом перемещение электрода необходимо производить от центра

шва на предыдущий валик и на изделие на равное расстояние. Постоянно следует следить за геометрией, высотой и шириной предыдущего и выполняемого валика.



**Рис. 6.20. Наплавка:**

*а* – формирование валиков наплавки; *б* – выравнивание высоты по краям; *1* – наплавленный металл; *2* – дополнительные валики

Для выравнивания высоты по краям наплавленного участка необходимо произвести невысокие дополнительные валики (рис. 6.20, *б*). Это поможет добиться минимальных перепадов между валиками, что не потребует механической зачистки перед наплавкой последующего слоя.

При многослойной наплавке жидкотекучий шлак «спешит» занять несовершенство предыдущего слоя (углубления), что вносит дополнительные сложности в процесс сварки. В данном случае после тщательной зачистки предыдущего слоя от шлака необходимо центром дуги обязательно идти по центру углублений, иначе требуется дополнительная зачистка первого слоя от глубоких перепадов между вершинами. В данном случае теряются качество и производительность наплавки.

Высота наплавки каждого слоя зависит от диаметра электрода и не должна превышать  $3/4$  его диаметра.

### **Техника сварки и наплавки на вертикальной и потолочной плоскостях**

Сварка швов в положениях, отличающихся от нижнего, требует повышенной квалификации сварщика в связи с возможным вытеканием расплавленного металла из сварочной ванны под действием сил тяжести или падением капель электродного металла мимо сварочной ванны. Здесь сварку следует вести по возможности наиболее короткой дугой, в большинстве случаев с поперечными колебаниями.

Расплавленный металл в сварочной ванне удерживается от вытекания в основном силой поверхностного натяжения. Поэтому необходимо уменьшать ее размер, для чего применяют пониженную на 10–20 % силу тока, а конец электрода периодически отводят в сторону от ванны, давая возможность ей частично закристаллизоваться.

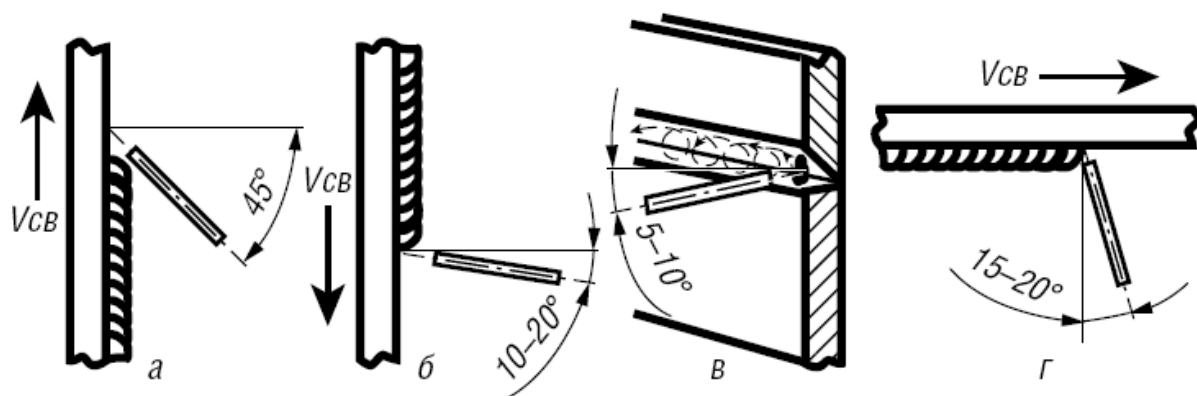
Ширину валиков также уменьшают до 2–3 диаметров электрода. Для вертикальных и горизонтальных швов диаметр электрода составляет не более 5 мм, для потолочных – не

более 4 мм.

Сварку вертикальных швов можно выполнять на подъем (снизу вверх) или на спуск (сверху вниз).

**Сварка на подъем** (рис. 6.21, *а*) – наиболее удобный и производительный способ, поскольку нижележащий закристаллизовавшийся металл шва помогает удерживать расплавленный металл сварочной ванны. Облегчается возможность провара корня шва и кромок, так как расплавленный металл стекает с них в сварочную ванну, улучшая условия теплопередачи от дуги к основному металлу.

Дугу возбуждают в нижней точке шва. Сваркой подготавливают горизонтальную площадку сечением, равным сечению шва. При этом электрод совершает поперечные колебания: зигзагом, полумесяцем, елочкой. Наклоном электрода добиваются, чтобы давление дуги удерживало ванну. Двигаться надо довольно быстро. Как только ванна начинает течь с одного края, переходите на другую сторону и вверх. Если свариваемый металл будет слишком горячим, вы рискуете его прожечь или ванна может выпасть. Подбирайте ток и скорость движения такими, чтобы вы могли удерживать ванну. Не останавливайтесь и не перегревайте основной металл – это главная причина выпадения ванны. Смотрите при этом на шов под электродом.



**Рис. 6.21. Положение электрода при сварке швов:**

*а* – вертикальных снизу вверх; *б* – вертикальных сверху вниз; *в* – горизонтальных; *г* – потолочных

Для сварки углового вертикального шва вначале наплавляют полочку на свариваемые кромки, а затем небольшими порциями наплавляют металл, манипулируя электродом все выше, и оставляя внизу готовый сварной шов. При проходе елочкой электрод вначале поднимают вверх вправо, а затем опускают вниз. Капля жидкого металла застывает между кромками. Затем электрод поднимают влево и снова опускают вниз, оставляя новую порцию металла.

Наибольший провар достигается при положении электрода, перпендикулярном вертикальной оси. Стеkanie расплавленного металла предотвращают наклоном электрода вниз.

Минусом данного способа является внешний вид шва – грубочешуйчатый.

**Способ сверху вниз** (рис. 6.21, *б*) рекомендуется в основном для сварки тонких (до 5 мм) листов с разделкой кромок. Используются электроды с целлюлозным покрытием (ОЗС-9, АНО-9, ВСЦ-2, ВСЦ-3). Дугу возбуждают в верхней точке шва. После образования капли жидкого металла электрод наклоняют так, чтобы дуга была направлена на нее.

При сварке на спуск получить качественный провар трудно: шлак и расплавленный металл подтекают под дугу и от дальнейшего стекания удерживаются только силами давления дуги и поверхностного натяжения. В некоторых случаях их оказывается недостаточно, и расплавленный металл вытекает из сварочной ванны. Поэтому держите кончик электрода приподнятым, чтобы давление дуги толкало ванну вверх. Работайте круговыми движениями, удерживая зазор и расширяя ванну в стороны.

Надо все время держаться впереди ванны. Если ванна будет падать, пытайтесь двигаться быстрее и ставьте немного больший ток сварки.

**Сварка горизонтальных стыковых швов** (рис. 6.21, *в*) еще более затруднена из-за стекания расплавленного металла из сварочной ванны на нижнюю кромку. В результате возможно образование подреза по верхней кромке. При сварке металла большой толщины обычно делают скос только одной верхней кромки, нижняя помогает удерживать расплавленный металл в сварочной ванне.

Обычно горизонтали варят слева направо, чтобы ванна была лучше видна. В перпендикулярной плоскости электрод следует держать немного назад на шов. Дугу возбуждают на нижней горизонтальной кромке, затем переводят электрод на верхнюю. Шов проваривают, совершая спиральные движения. Поддерживая постоянную длину дуги, постепенно продвигайте ванну. Но каждый раз, когда электрод опускается, расплавленный металл ванны следует за ним. Чтобы ванна не падала, толкайте ее вверх, приподнимая конец электрода. Но, если держать его слишком наклоненным, давление дуги вытолкнет ванну и получится наплыв. Если ванна все равно уходит вниз, попробуйте двигаться быстрее, остужая металл.

Шлак будет опускаться к низу ванны, поэтому смотрите преимущественно на верхнюю часть ванны. Но и вниз поглядывать следует, чтобы избежать наплывов.

Когда учитесь варить горизонтали, старайтесь не наплавлять слишком много металла, делайте шов небольшим. Если нужен более широкий шов, сделайте второй проход над первым.

Сварка горизонтальных угловых швов в нахлесточных соединениях несложна, так как по технике не отличается от сварки в нижнем положении.

**При наплавке на вертикальной плоскости** каждый выполненный валик является как бы полочкой для последующего. Центром дуги (электрода) следует проходить по верхней границе шва с такой скоростью, чтобы нижняя часть жидкой ванны проходила по вершине или чуть не доходила до вершины предыдущего валика.

Наплавка ведется снизу вверх. Последний валик рекомендуется варить на сварочном токе ниже на 10–20 А при том же диаметре электрода или использовать электрод меньшего диаметра, подобрав соответствующий сварочный ток.

**Сварка в потолочном положении** (рис. 6.21, *г*) наиболее сложна и ее по возможности следует избегать. К тому же при сварке этих швов ухудшены условия выделения из расплавленного металла сварочной ванны шлаков и газов. Газы, выделяемые покрытием электрода, тоже поднимаются вверх и могут остаться в шве, поэтому используют только хорошо просушенные электроды.

При сварке потолочных и горизонтальных швов жидкий металл стремится вытечь из ванны. Поэтому сварку ведут короткой дугой, удерживая постоянную скорость движения. Узкие валики накладывают в потолочную разделку тремя способами.

1. Сварку выполняют периодическими короткими замыканиями конца электрода на сварочную ванну, во время которых металл частично кристаллизуется, что уменьшает объем ванны. В то же время расплавленный электродный металл вносится в сварочную ванну. Для этого электрод располагают под углом к плоскости 90–130°, подводят к изделию и зажигают дугу. После образования маленькой порции расплавленного металла электрод отводят на 5–10 мм от потолочной плоскости и тут же возвращают, перекрывая закристаллизовавшуюся порцию металла расплавленным примерно на 1/2 – 1/3 ее длины.

2. Электрод располагают под тем же углом и, совершая поперечные движения электродом в виде полумесяца, непрерывно заходят электродом на закристаллизовавшуюся часть металла.

3. Угол наклона электрода по направлению сварки 80–90°. Шлак, стекая вниз, под сварной шов, не мешает вести сварку под прямым углом или углом вперед, что позволяет в потолочном положении выполнять нормальные и вогнутые валики в разделке. Концом электрода сварщик непрерывно возвращается назад, на кристаллизующуюся часть металла,

постоянно удлиняя валик шва.

При сварке потолочных швов сварочный ток выше, чем при вертикальной сварке, и ниже на 15–20 % (или равный), чем при горизонтальной. В основном применяется электрод

Ø 3–4 мм. Ширина валика и его полнота должны составлять 1–3 диаметра электрода с

покрытием, что позволяет легко управлять жидким металлом. При чрезмерной ширине, полноте валика и чрезмерном сварочном токе жидкий металл шва становится трудно управляемым, что приводит к подтекам, «горбатости» валика, грубым перепадам между чешуйками и подрезам по краям шва.

Металл толщиной более 8 мм сваривают многопроходными швами. В любом случае сварка ведется только короткой дугой.

**Наплавка в потолочном положении.** При сварке в этом положении важен подбор сварочного тока. Если позволяет толщина изделия, более производительно применять

электрод Ø 4 мм. Наплавку рекомендуется производить узкими, 1,5–2 диаметра электрода с

покрытием, одиночными валиками, что позволяет применять средний диапазон сварочного тока. Первый валик рекомендуется положить шириной в 2–3 диаметра электрода с покрытием по границе наплавки методом «сварка на себя». Последующие валики рекомендуется прокладывать слева направо или справа налево, в этом случае сварщику необходимо поменять свое положение по отношению к валикам. Наклон электрода при этом необходимо выдерживать под углом 70–80° к изделию. В остальном техника наплавки та же, что и в нижнем положении.

**Техника сварки пробочных и прорезных соединений** практически не отличается от рассмотренной выше техники сварки стыковых или угловых швов.

В зависимости от протяженности шва, толщины и марки металла, жесткости конструкции применяют различные приемы последовательности сварки швов и заполнения разделки. Сварку напроход – от начала до конца шва – обычно применяют при сварке коротких (до 500 мм) швов. Швы длиной до 1000 мм лучше сваривать от середины к концам или обратноступенчатым способом. При последнем способе весь шов разбивают на участки до 150–200 мм, которые должны быть кратны длине участка, наплавляемого одним электродом. После того как участок закончен, переходят к следующему, причем направление сварки для всех участков одно и то же, т. е. начало завершенного участка будет для следующего точкой завершения.

## Электродуговая резка металлов

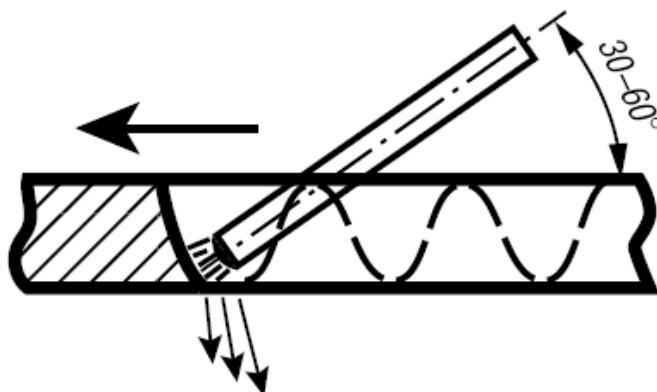
Интенсивный нагрев металла электрической дугой успешно используют в технике не только для сварки, но и для резки металла. Применяются следующие способы дуговой резки: ручная дуговая резка неплавящимися и плавящимися электродами, используемыми при сварке; воздушно-дуговая резка; кислородно-дуговая резка; резка сжатой дугой.

**При дуговой резке неплавящимся электродом** применяют угольные и графитовые электроды на переменном или постоянном токе прямой полярности («—» на электроде) при силе тока 400–800 А.

Этот способ имеет ограниченное применение, используется в основном при разделке крупногабаритного металлического лома, разборке старых металлоконструкций, прожигании отверстий или выжигании заклепок. В то же время резка обеспечивается за счет выплавления

металла из зоны реза, а не за счет его сгорания в струе кислорода, как при газовой резке. Поэтому благодаря высокой температуре нагрева могут разрезаться материалы, не подвергающиеся кислородной резке (чугун, высоколегированные стали, цветные металлы). Для этого способа характерны весьма малая точность и чистота реза: разрез получается широким с очень неровными кромками. Несколько лучшие результаты дают электроды прямоугольного сечения.

**При дуговой сварке плавящимся электродом** (рис. 6.22) рез получается более чистый и узкий, чем предыдущим способом. Суть метода заключается в том, что металл в месте реза проплавляют электрической дугой методом опирания. Силу тока при резке металлическим электродом принимают на 20–30 % больше, чем при сварке электродами такого же диаметра. Металлическим электродом можно резать чугун, коррозионно-стойкие стали и цветные металлы, которые не поддаются обычной кислородной резке.



**Рис. 6.22. Схема ручной дуговой резки металла плавящимся электродом**

При дуговой резке в быту часто пользуются обычными сварочными электродами, однако лучше использовать специализированные электроды с покрытиями, способствующими улучшению процесса резки. Такие покрытия повышают устойчивость дуги, замедляют плавление стержня электрода, изолируют его от стенок реза и ускоряют резку благодаря окислению расплавленного металла компонентами покрытия. Металлические электроды для резки изготавливают из проволоки марок Св-08 или Св-08А

по ГОСТ 2246–70  $\varnothing$  3–12 мм и длиной не более 250–300 мм. Толщина слоя покрытия 1–1,5

мм на сторону. Сила тока выбирается примерно из расчета 55–65 А на 1 мм диаметра электрода.

Недостатки этого способа – низкая производительность и плохое качество реза, который характеризуется большими неровностями и натеками металла с обратной стороны.

**При воздушно-дуговой и кислородно-дуговой резке** металл расплавляется теплом электрической дуги, а затем выдувается из зоны реза сжатым воздухом или струей кислорода. При этом небольшая часть металла сгорает в кислороде. Этот способ применяют для удаления дефектных мест под заварку и разделительной резки листов из нержавеющей стали толщиной до 20 мм. Резку проводят на постоянном токе угольным (графитовым) электродом с помощью специальных резаков. Подача сжатого воздуха обычно боковая под давлением 0,4–0,5 МПа. Струя кислорода подается к месту реза параллельно угольному или графитовому электроду, иногда применяют специальные плавящиеся трубчатые электроды с подачей кислорода через внутреннее отверстие.

**Резка плазменной струей** основана на расплавлении металла в месте реза и его выдувании потоком плазмы. Плазменную струю используют для резки металла толщиной от долей до десятков миллиметров. Благодаря высокой температуре и большой кинетической

энергии плазменной струи такой резке подвергаются практически все металлы.

## **Техника безопасности при дуговой сварке**

Любые сварочные работы представляют реальную опасность для здоровья сварщика. Но избежать этих опасностей совсем не сложно. Нужно лишь соблюдать правила техники безопасности, которые созданы для вашей же защиты. Эти правила сводятся к очевидным истинам. Нельзя приступать к работе, думая только о сварке. В первую очередь подумайте о себе. Ни один сварной шов не стоит удара током или ожога. Если сэкономить на качественной маске или очках, испортить зрение очень легко, а купить новые глаза уже не удастся. Если не надеть респиратор при работе в помещении, можно быстро получить сильное отравление. И так далее. К тому же ожоги и «зайчики» сильно отвлекают и не дают сделать хороший шов. Поэтому правила безопасной работы следует выучить наизусть и выполнять безоговорочно.

Не стоит с пренебрежением относиться к напряжению на выходе сварочного аппарата, тем более – на его входе.

Электробезопасность необходимо обеспечить для предотвращения даже случайной возможности поражения током – как самого сварщика, так и окружающих. Поэтому регулярно проверяйте исправность изоляции кабелей, электрододержателей и надежность всех контактов до начала работ. Корпуса сварочных аппаратов и рубильников надо надежно заземлять, сварочный кабель, электрододержатель и ручку рубильника – изолировать. Длина проводов между питающей сетью и передвижным сварочным агрегатом для ручной дуговой сварки не должна превышать 15 метров.

Во время простоя, перемещения, обеденного перерыва отключайте сварочное оборудование. Все замеченные неисправности устраняйте только после полного обесточивания аппарата.

Не работайте под дождем или снегом. Сварка при повышенной влажности (в том числе и в сырых помещениях, подвалах) требует специальных навыков и большого опыта, иначе можно и электротравму получить, и оборудование серьезно испортить.

Внутри замкнутых резервуаров и других листовых металлоконструкций работы по электросварке можно выполнять только в диэлектрических галошах и на резиновом коврике или на подстилке из изолирующих материалов.

Будьте особо внимательны при зажигании дуги и во все время ее горения – это период повышенной опасности. Не отвлекайтесь и во время работы. С опытом брызг расплавленного металла при работе будет все меньше, но даже многоопытные сварщики не работают с расстегнутым воротом и закатанными рукавами. Для защиты глаз и лица от световых и тепловых лучей сварочной дуги закрывайте лицо сварочной маской или шлемом с соответствующими светофильтрами. Наденьте спецодежду, рукавицы из искростойких материалов, кожаную обувь, при необходимости воспользуйтесь каской. Даже при работе на улице желательно защищать органы дыхания от вредных газов (оксидов марганца, хрома и пр.) респираторами типа «Снежок» и др., совместимыми со сварочными масками.

Особенно внимательным следует быть при работе на высоте. Спецодежда и маска сковывают движения, поэтому не пренебрегайте стандартными средствами высотной безопасности – монтажным поясом, страховкой.