Данный файл представлен исключительно в ознакомительных целях.

Уважаемый читатель!
Если вы скопируете данный файл,
Вы должны незамедлительно удалить его сразу после ознакомления с содержанием.
Копируя и сохраняя его Вы принимаете на себя всю ответственность, согласно действующему международному законодательству .
Все авторские права на данный файл сохраняются за правообладателем.
Любое коммерческое и иное использование кроме предварительного ознакомления запрещено.

Публикация данного документа не преследует никакой коммерческой выгоды. Но такие документы способствуют быстрейшему профессиональному и духовному росту читателей и являются рекламой бумажных изданий таких документов.

СОВЕТЫ ПРОФЕССИОНАЛОВ

СТРОИТЕЛЬСТВО И РЕМОНТ

ВОДОСНАБЖЕНИЕ

СКВАЖИНЫ
КОЛОДЦЫ
КАНАЛИЗАЦИЯ

ВОДООТВЕДЕНИЕ

ОДЕССА
ЛИТЕРАТУРНЫЙ БУЛЬВАР

В. С. Самойлов
В. С. Левадный

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ВОДООТВЕДЕНИЕ

СКВАЖИНЫ, КОЛОДЦЫ, КАНАЛИЗАЦИЯ

ОДЕССА
Литературный бульвар
2010

ББК 8.4
УДК 690
С50

Серия основана в 2000 году

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Самойлов В. С., Левадный В. С.
С50 Водоснабжение, водоотведение: скважины, колодцы, канализация. (Серия: Строительство и ремонт — советы профессионалов). О.: Литературный бульвар, 2010. — 320 с.: ил. (Практическое пособие).

ISBN 978-966-420-233-3

Уровень современных требований к водоснабжению дома неизмеримо вырос, да и качество воды в большинстве источников оставляет желать лучшего.

Настоящая книга написана в помощь индивидуальным застройщикам. Читатель найдет здесь ответы на множество вопросов, которые могут возникнуть при сооружении систем индивидуального водоснабжения загородного дома или коттеджа: поиски воды на участке, проектирование водоснабжения, очистка и обработка воды, рытье и отделка колодцев, бурение скважин, сооружение водопроводных и канализационных сетей, очистка сточных вод, выбор оборудования для водоснабжения и канализации.

ББК 8.4
УДК 690

© ООО «Литературный бульвар», 2010
© ПК НИИ «Ростпроект», 2010

ISBN 978-966-420-233-3

ВВЕДЕНИЕ

Вода является одним из тех компонентов, без которых жизнь практически невозможна. Без еды человек может прожить несколько недель, без воды погибает уже через несколько суток. Везде, где есть мы, должна быть вода — первостепенный элемент нашего жизнеобеспечения, здоровья и комфорта. Особенно много воды нужно владельцам собственных домов и садоводам-любителям. В черте города проблема водоснабжения не ощущается, а в остальных случаях — актуальна. И решается эта проблема по-разному. И хотя водой покрыто около трех четвертей поверхности Земли, обеспечение пресной водой достойного качества становится все более серьезной проблемой.

Давно прошло то время, когда можно было пить из любого источника, не задумываясь о том, сколько вредных веществ находится в его воде. Совсем в недалеком прошлом нам даже трудно было предположить, что питьевая вода станет дефицитом, а ту жидкость, которую централизованно подают по трубам в жилые дома, часто трудно назвать питьевой водой. Для владельцев индивидуальных домов и коттеджей даже такая вода порой становится недостижимой мечтой, так как сети централизованного водоснабжения проходят далеко от участков загородной застройки.

Наши деды проблему водоснабжения решали просто. Сооружали возле дома колодец, устанавливали над ним простой ворот или другой подъемный механизм и черпали воду ведрами в нужном количестве. Во многих случаях владельцы усадебных домов идут по такому же пути, используя воду подземных источников.

Уровень современных требований к водоснабжению дома неизмеримо вырос, да и качество воды в большинстве колодцев уже не то, что было раньше. Часто вкус колодезной воды вызывает неприятные ощущения, так как в ней могут находиться практически все элементы таблицы Менделеева. Для России проблема качественной воды стоит особенно остро. К сожалению, наша страна по показателям качества питьевой воды уступает ряду развитых стран. Воспетая поэтами всех времен студеная, прозрачная, чистая, "живая" вода сегодня нередко воспринимается лишь как поэтический образ. Поэтому водоснабжение современного индивидуального дома представляет в настоящее время сложную инженерную задачу, над решением которой работают многие конструкторские и научные коллективы. В промышленном водоснабжении спектр необходимой техники довольно обширен. Это системы охлаждения, доставки воды в установки и агрегаты водоочистки, промывки под высоким давлением и подачи воды в котлы. В индивидуальных хозяйствах в последние годы хорошо зарекомендовали себя и получили широкое распространение малогабаритные бытовые насосные системы. Они оказываются идеальными там, где невозможно подключение к общей водопроводной сети или где большое значение придается наличию собственной системы водоснабжения. Основная идея — создать комфортные условия при потреблении воды. Нет необходимости думать, когда включать или выключать насос, сколько надо воды и так далее. Просто можно открыть кран умывальника или душа и закрыть его, когда вода больше не нужна.

В поисках воды высокого качества бурят скважины все глубже и глубже от поверхности земли, туда, где артезианские водоносные горизонты находятся под водонепроницаемыми юрскими глинами. Сюда еще не успели проникнуть следы современной цивилизации с ее губительными для здоровья человека последствиями, а вода из таких горизонтов удовлетворит вкус самого требовательного человека.

Для тех же, чей семейный бюджет не позволяет бурение артезианской скважины, современная промышленность приготовила целую серию очистных установок, позволяющих, если не сделать воду кристально чистой, то, по крайней мере, довести ее до состояния, безопасного для здоровья. При этом важно так выполнять очистку воды, как этого требуют бытовые процессы, для которых предназначена вода. По данным Всемирной организации здравоохранения 80 процентов заболеваний на планете вызвано некачественной питьевой водой. В мире давно уже поняли: вода является фундаментом здоровья, поэтому лучше употреблять ее профильтрованной. К тому же, чистая вода легче усваивается организмом.

В Центральном регионе России вода, добываемая из подземных водоносных горизонтов, как правило, обладает повышенной жесткостью и превышает предельно допустимые концентрации по железу. При этом железо окрашивает воду в неприятные желто-коричневые тона и делает ее практически непригодной к применению в быту. Жесткая вода выводит из строя бытовую технику, отопительное и сантехническое оборудование. Поэтому жесткую воду не только очищают, но и умягчают. Наличие механических примесей в воде приводит к образованию на стенках трубопроводов нерастворимого осадка.

Времена, когда водоснабжение дома решали при помощи простого ведра, канули в прошлое. Стремление к комфорту привело к тому, что современный загородный и даже сельский дом по степени удобств не уступает, а в некоторых случаях даже превосходит городскую квартиру. Для этого используют оборудование, при помощи которого вода из любого источника подается беспрерывно и с необходимым давлением.

Однако обеспечение подачи воды в помещения дома — задача не единственная. Не менее важно организовать сток отработанной воды в места, где она пройдет необходимую очистку и станет безопасной для окружающей среды. Комфортную жизнь в загородном до-

ме трудно себе представить без таких привычных уже удобств, как ванна, туалет, кухня. Но при отсутствии централизованной или хотя бы местной канализации сточные воды сразу создают проблему. И здесь уже не обойтись традиционным накопителем сточных вод, так как он не решит всех вопросов.

Многие застройщики думают, что для сточных вод достаточно иметь только септик (накопитель или отстойник). Это довольно распространенное, но совершенно ошибочное мнение. В нормальном режиме эксплуатации систем водоснабжения при расходе воды около 200 л/чел., накопитель емкостью 10 м^3 заполнится в течение 10 суток. Это значит, что каждые 10 дней к дому должна подъезжать ассенизационная машина и откачивать накопившиеся стоки. Такое положение приводит к тому, что в семье начинают ограничивать суточное потребление воды, тем самым снижая комфортность проживания. Решить головоломную проблему отвода бытовых стоков из коттеджей, стоящих вдали от канализационных коллекторов или в лишенных канализации поселках, можно, установив индивидуальные очистные сооружения.

Практика показывает, что на современном строительном рынке можно приобрести очистные сооружения как отечественных, так и зарубежных производителей. Здесь очень важно правильно ориентироваться среди большого разнообразия оборудования, так как не каждая очистная установка обеспечивает очистку стоков до уровня, который определен нормативными актами РФ.

В помощь индивидуальным застройщикам написана настоящая книга. На ее страницах читатель найдет ответы на множество вопросов, которые могут возникнуть при сооружении систем индивидуального водоснабжения загородного дома или коттеджа. И если хоть небольшая часть той информации, которая изложена здесь, окажется полезной для читателя, то авторы будут считать свою миссию выполненной.

РАЗДЕЛ I.
АВТОНОМНОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ ЖИЛОГО ДОМА

Питьевая вода — нарастающая проблема человечества

Вода занимает особое место среди природных богатств Земли — она незаменима. Вода необходима во все времена и всюду, где существует жизнь. Воде принадлежит важнейшая роль в геологическом и биологическом развитии планеты. В воде зародились живые организмы, которые, пройдя длинный путь эволюции, вышли на сушу, но сохранили свою связь с водной средой. Вода составляет около 65% массы организма человека, являясь основой процесса обмена веществ. Кроме того, вода является биологическим раздражителем, постоянно воздействующим на человека в его повседневной жизни.

В ближайшие десятилетия человечество может столкнуться с серьезнейшим кризисом, вызванным недостатком питьевой воды. По мнению директора исследовательского института Polaris Тони Кларка /Tony Clarke/, этот кризис будет настолько серьезен, что сможет угрожать самой человеческой цивилизации.

Пресная вода составляет лишь 3% от общего количества водных ресурсов, доля легко доступной пресной воды составляет лишь 2%. Люди уже используют примерно 54% всего доступного стока поверхностных вод (годная к употреблению, возобновляемая пресная во-

да). Ожидается, что к 2025 г. этот показатель составит около 70%. Население планеты ежегодно увеличивается на 85 млн. человек. Потребление воды на душу населения также возрастает — каждые два десятилетия оно удваивается. Промышленное производство, экологическое загрязнение планеты, уничтожение лесов и другие подобные процессы уменьшают запасы воды, пригодной для питья. К тому же, примерно 10% всех жидких отходов попадают в реки и озера, используемые для забора питьевой воды.

От недостатка воды особо страдают Ближний Восток, Северный Китай, Мексика, страны Северной Африки, Юго-Восточной Азии и ряд государств СНГ. Каждому третьему горожанину мира либо недостает воды, либо она низкого качества. 2,3 млрд. человек живут в странах, постоянно испытывающих дефицит воды (менее 1 700 куб. метров воды на душу населения в год). 400 млн. человек серьезно страдают от недостатка воды, к 2050 г. их число увеличится до 4 млрд. Даже в благополучной Европе 23 млн. человек страдают от отсутствия нужного количества воды (данные 2000 года Всемирной Организации Здравоохранения /World Health Organization/. Недостаток воды ежегодно становится причиной смерти 3,4 млн. человек.

По данным Института Мировых Ресурсов /World Resource Institute/, в наиболее тяжелом положении находятся Кувейт, где на душу населения приходится всего 11 куб. метров воды, Египет (43 куб. м) и Объединенные Арабские Эмираты (64 куб. м). Восьмое место в числе стран, наиболее обделенных питьевой водой, занимает Молдова (225 куб. м), а девятое — Туркменистан (232 куб. м). Как указывается в исследовании, проведенном специалистами группы Всемирный Водный Совет /World Water Council/, жители "бедных" государств платят за питьевую воду примерно в 12 раз больше, чем жители "богатых" государств.

Питьевая вода стала предметом бизнеса. По мере того, как "товарная глобализация" распространяется на водоснабжение, вода — это благо первостепенной важ-

ности — становится источником огромных доходов. В настоящее время на рынке водоснабжения господствуют две крупные французские ТНК "Вивенди — Всеобщий водоканал" (Vivendi — Generale des eaux) и "Суэц — Лионский водоканал" (Suez — Lyonnaise des eaux), завладевшие примерно 40% всемирного рынка водоснабжения. Каждая из них продаёт свои услуги более чем 110 миллионам клиентов: в 100 странах мира фирмой "Вивенди — Всеобщий водоканалом" и в 130 странах — фирмой "Суэц — Лионский водоканал". Доходы обеих ТНК вписываются в процесс дерегламентации торговли, идущей при пособничестве международных институтов, а также национальных правительств: этот рынок тем более прибылен, что водоснабжение в 85% крупнейших городах мира находится на содержании муниципальных предприятий или же государства.

За последние 15 лет на "рынке водоснабжения" двумя французскими гигантами и их многочисленными филиалами были подписаны контракты о приватизации водных ресурсов. Успехи "Суэц — Лионского водоканала" (присутствующего в Китае, Малайзии, Италии, Таиланде, Чехии, Словакии, Австралии и Соединённых Штатах) не должны затмевать результаты "Всеобщего водоканала" (ставшего "Вивенди"), с которым "Суэц — Лионский водоканал" объединяется время от времени, как это случилось в Буэнос-Айресе в 1993 году. За последние десять лет "Вивенди" обосновалась в Германии (Лейпциг и Берлин), в Чехии (Пльзень), в Корее (комплекс в Даесане), на Филиппинах (Манила) и в Казахстане (Алма-Аты), а также в США благодаря своим филиалам "Air and Water Technologies" и "US filter".

Аналитики бизнес-журнала "Fortune" считают, что прибыль компаний, занимающихся продажей питьевой воды, уже сегодня достигает 40% от прибыли нефтяных компаний, превышает прибыльность фармацевтической индустрии и в настоящее время достигает $1 трлн. в год. При этом лишь 5% мировых водных ресурсов сегодня находится в частных руках. Мировой рынок питьевой воды контролируют десять больших корпораций.

Крупнейшие из них Vivendi Universal, Suez, Boyuguez Saur, RWE-Thames Water и Bechtel-United Utilities.

Индустрия продажи воды в бутылках — одна из наиболее быстрорастущих в мире. В 2001 году в мире продано более 90 млрд. литров бутилированной воды. Львиная доля питьевой воды была расфасована в пластиковые емкости, которые до сих пор не научились безопасно перерабатывать. Отмечены случаи, когда реки и ручьи, служившие источником питьевой воды, оказывались погубленными мусором, наполовину состоявшим из бутылок.

Для доставки питьевой воды сегодня планируется строить гигантские водопроводные линии, наподобие нефтепроводов. Один из таких проектов предусматривает переброску питьевой воды из Канады в Мексику и южные штаты США. Безрассудно тратя воду, человечество само загоняет себя в угол. 30-50% питьевой воды теряется при ее добыче. Исследования показывают, что повышение эффективности доставки воды в ирригационные системы всего на 10% способно сберечь количество воды, достаточное для удвоения имеющегося в мире объема воды, пригодной для питья.

Водоснабжение объектов жилищного и хозяйственного назначения

Водоснабжение объектов жилищного и хозяйственного назначения регламентируется СНиП 2.04.02-84, которые разработаны Государственным проектным институтом "Союзводоканалпроект". Требования норм, предусмотренных данным документом, должны соблюдаться при проектировании централизованных постоянных наружных систем водоснабжения населенных пунктов и отдельных объектов хозяйственного назначения. При разработке проектов водоснабжения следует руководствоваться "Основами водного законодательства", а также требованиями по охране природы и рациональному использованию водных ресурсов.

Водоснабжение объектов следует проектировать на основе утвержденных схем развития населенных пунк-

тов или отдельных их частей. При проектировании необходимо рассматривать целесообразность кооперирования систем водоснабжения объектов независимо от их ведомственной принадлежности. При этом проекты водоснабжения должны разрабатываться, как правило, одновременно с проектами канализации и обязательным анализом баланса водопотребления и отведения сточных вод. Очистка сточных вод является неотъемлемой частью водоснабжения.

При проектировании водоснабжения любого объекта должны предусматриваться прогрессивные технические решения, механизация трудоемких работ, автоматизация технологических процессов и максимальная индустриализация строительно-монтажных работ. Технические решения, принимаемые в проектах, и очередность их осуществления должны обосновываться на анализе показателей возможных вариантов. Оптимальный вариант определяется наименьшей величиной приведенных затрат с учетом сокращения расходов материальных средств, трудозатрат, электроэнергии и топлива.

В проектах хозяйственно-питьевых водопроводов необходимо предусматривать зоны санитарной охраны источников водоснабжения. Качество воды, подаваемой на хозяйственно-питьевые нужды, должно соответствовать ГОСТ 2874-82. Качество воды, подаваемой на поливку, должно удовлетворять санитарно-гигиеническим и агротехническим требованиям. Вода, которая подается на производственные нужды, должна отвечать технологическим требованиям с учетом влияния на качество продукции и на состояние технологического оборудования.

Основные сведения из гидрогеологии

Для человека важно не только количество питьевой воды, но и ее качество. Во избежание опасности, которую может таить в себе некачественная вода, в Европе разработаны стандарты на питьевую воду, определяю-

щие ее основные качества: цвет, вкус, запах и бактериальный состав. Вода обладает целым рядом аномальных свойств, влияющих на физико-химические и биологические процессы, протекающие в организме человека и растений. К таким свойствам можно отнести очень значимые среди жидкостей показатели: теплоемкость, температура испарения, поверхностное натяжение, растворяющая способность, диэлектрическая проницаемость, прозрачность, жесткость и т.д. Кроме того, большое значение имеет взаимодействие воды с сопредельными природными средами, что может вызвать растворение в ней целого ряда химических веществ, в том числе и патогенных микроорганизмов, которые могут оказывать как благотворное, так и отрицательное влияние на человека и растительность.

Чистая и вкусная вода — истинный дар Земли. Качественную воду, которая окажется полезной для здоровья и приятной на вкус, можно найти, только зная основные положения гидрогеологии.

Горные породы, хорошо пропускающие (фильтрующие) воду, обычно водоносны. К таким горным породам относятся: крупнозернистые пески, гравий, галечники, щебень, валуны, сильнотрещиноватые скальные породы и т.п. То есть, водоносными считаются породы, в которых имеется достаточное количество крупных пустот для проникновения и передвижения воды. Все горные породы, независимо от их происхождения, обладают определенной сопротивляемостью разрушению буровым инструментом. Эта сопротивляемость, которая называется степенью буримости, зависит от многих факторов, например, от твердости и крупности минеральных частиц, слагающих породу, от прочности цементирующего вещества, влагоемкости породы, вязкости, монолитности и т.д. Иными словами, степень буримости горной породы во многом зависит от состава, строения, состояния и свойств породы, а также от вида и способа бурения.

Минералы. Минералами называются все элементы и их химические соединения, встречающиеся в земной коре в форме тел, отличающихся однородностью со-

става, строения и их свойств. Минералы можно определять по цвету, блеску, твердости, излому, запаху и т.д. Для бурения скважин большое значение имеет твердость минералов.

Горные породы. Минералы в земной коре, за редкими исключениями, не встречаются отдельно. Обычно они собраны в группы или агрегаты, называемые горными породами. Горные породы по происхождению разделяются на изверженные, осадочные и метаморфические. Бурение скважин на воду производят преимущественно в осадочных и метаморфических породах, значительно реже — в изверженных.

Осадочные породы. Осадочные породы по происхождению разделяются на обломочные, образовавшиеся из обломков других пород, химические, образовавшиеся в результате выпадения осадков из воды или из других растворов (эти породы бывают кремнистые, карбонатные и железистые), и органогенные, образовавшиеся из скопления остатков животных и растений (к ним относятся известняки, доломиты, угли и т.п.).

Валуны, галечник, щебень. Валуны, галечник, щебень и другие крупные окатанные и угловатые обломки горных пород образовались в результате разрушения разнообразных изверженных и метаморфических пород и последующей обработки их ледниками и морскими водами.

Пески. Пески представляют собой продукт дальнейшего разрушения более крупных обломочных пород. Наибольшее распространение имеют кварцевые пески. По примесям других разрушенных минералов выделяют пески слюдистые, магнетитовые, железистые и др.

Глины. Глины могут образовываться в результате сноса мельчайшего ила, который реки несут в виде мути и который затем отлагается в спокойной воде. Различают, кроме того, глины, образовавшиеся в результате действия ледника, а также представляющие собой конечный продукт разрушения гранита в процессе выветривания (каолины и огнеупорные глины). Химический состав глин разнообразен. Кроме каолина (кремни-

евых соединений глинозема), в состав глин входят мельчайшая кварцевая мука, железистые соединения, известь, доломит, иногда гипс и другие вещества.

Суглинки. Суглинки (песчаные глины) и супеси (глинистые пески) — это переходные горные породы от глин к пескам; по своему составу они представляют собой различные соотношения смеси песчаных и глинистых частиц. Наименования "суглинок" и "супесь" применяются только для пород четвертичного возраста. Для пород дочетвертичного возраста, аналогичных по составу суглинку и супеси, соответственно применяются наименования "песчанистая глина" и "глинистый песок".

При оборудовании водоприемной части скважины необходимо знать размер частиц породы, в которой намечается установить фильтр и количественное соотношение этих частиц между собой.

Водоупорными горными породами являются плотные тяжелые глины, плотные суглинки, а также различные изверженные и метаморфические породы, если они не трещиноваты. Если изверженные и метаморфические породы трещиноваты, то они становятся водопроницаемыми. Пласты и слои водопроницаемых и водоупорных пород обычно чередуются. Формы и виды залегания отдельных слоев горных пород и их спутников весьма разнообразны. Нередко различно наклоненные или изогнутые слои водопроницаемых пород выходят на земную поверхность. Здесь воды рек и атмосферные осадки, соприкасаясь с ними, просачиваются вглубь, причем наиболее благоприятны для этого песчаные, гравийные, галечниковые слои или слои трещиноватых горных пород — известняков, сланцев, песчаников и т.п. В верхних частях земной коры преобладают подземные воды в песках и в других рыхлых породах.

Водоносным горизонтом называется пласт водопроницаемой породы, заполненный (насыщенный) водой и способный отдавать ее. Площади распространения водоносных горизонтов и водоносных пород обычно совпадают. Площади питания совпадают с местами выхода на дневную поверхность пород, слагающих во-

доносный горизонт, а также с участками, где эти породы не перекрыты водоупорными толщами значительной мощности.

Водопроницаемость рыхлых (обломочных) пород зависит от их гранулометрического состава и, в частности, от содержания мелких пылеватых и глинистых частиц. Для определения содержания в водоносной породе частиц различного размера необходим анализ ее гранулометрического состава. В соответствии с полученными данными подбирают размер частиц песчано-гравийной засыпки, определяют шаг намотки проволоки, выбирают номер сетки для фильтра и т.п.

Вода и ее свойства

Вода, пригодная для питья, может быть дождевой, водопроводной, колодезной, речной, озерной и родниковой. Химический состав воды является достоянием природы каждой конкретной местности и геологической породы. Качество питьевой воды определяется ее органолептическими свойствами: температурой, прозрачностью, цветом, запахом, вкусом, жесткостью. Вода из современных источников может содержать такой "букет" растворенных и нерастворенных примесей, что пользоваться ею подчас просто небезопасно. Условно примеси, содержащиеся в воде, можно разделить на "вредные" и "полезные". "Полезные" вещества крайне необходимы человеку для здоровья, их недостаток ведет к серьезным заболеваниям. Поэтому очень важно, чтобы эти благотворные компоненты сохранялись в воде, независимо от выбранного способа ее очистки.

К полезным веществам относятся соли калия, натрия, кальция и магния. Большинство подземных вод на нашей территории обладают изрядной жесткостью и содержат повышенную концентрацию железа и марганца. В результате загрязнения вода обогащается большим количеством "вредных" веществ, среди которых можно назвать пестициды, гербициды, нитраты и нитриты, фенол, бензол, тяжелые металлы. Достаточ-

но сказать, что в настоящее время мы пьем воду, в которой содержится до двух граммов минеральных веществ на один литр. Большое значение имеют вещества, присутствующие в малых концентрациях, но играющие большую роль во многих физиологических процессах организма. К примеру, длительное потребление питьевой воды, содержащей менее 0,6 мг/л фтора, ведет к развитию кариеса зубов, а если более 1,5 мг/л — к флюорозу (пятнистости зубов). Радиоактивные частицы и тяжелые металлы приводят к еще более серьезным заболеваниям. Повышенное содержание железа и марганца не только выводит из строя современную бытовую технику, но и вызывает нарушение функции печени, желудочно-кишечного тракта, негативно действует на ферментные системы мозга. На первый взгляд такая вода кажется чистой, но достаточно ей немного простоять, как в емкости виден осадок характерного бурого цвета. Именно поэтому к выбору источника водоснабжения для дома следует подходить с полной мерой ответственности.

И если качество воды не отвечает санитарным требованиям, то источник надо менять или использовать один из эффективных методов очистки воды, которыми нас обеспечивают современные технологии.

Водопроводная вода считается пригодной для употребления, так как она проходит специальную очистку. Водопроводную воду можно смело использовать на все технические нужды, за исключением случаев, когда в воде наблюдается повышенное содержание хлора. Лучше всего воду отстаивать в емкостях несколько суток и только после этого применять для питьевых нужд, предварительно прокипятив.

Дождевая вода мягкая, она имеет слабокислую реакцию, обогащена кислородом (приблизительно в десять раз больше по отношению к колодезной воде). Во все времена она считалась лучшей для полива и других технических нужд, которые возникают в условиях индивидуального дома. Но в настоящее время в дождевой воде могут содержаться примеси отходов химической

промышленности, продукты сгорания твердого или жидкого топлива. Эти продукты находятся в атмосфере и оседают на крышах зданий, с которых происходит сбор дождевой воды. Особенно опасны примеси цемента и извести, из-за которых вода становится жесткой и практически теряет свою ценность. Поэтому прежде чем применить дождевую воду, лучше всего сделать ее анализ, особенно в промышленных регионах РФ.

Колодезная вода обычно содержит большое количество минеральных веществ. Насыщение колодезной воды минеральными веществами происходит, когда дождевая вода, проникая через грунт, растворяет содержащиеся в почве минералы и после этого попадает в водоносные грунты. Такую воду, прежде чем употреблять на хозяйственные нужды, следует проверить в лаборатории. Это правило в равной степени относится и к родниковой воде.

Речная или озерная вода кроме минеральных загрязнений может содержать промышленные и бытовые отходы, опасные для людей, животных и растений. Поэтому всегда следует соблюсти меры предосторожности и профилактики.

Поиски воды на участке

Для получения хозяйственно-питьевой воды используются подземные воды, которые берутся из родников, различных колодцев или артезианских скважин. Выбор типа вертикального водозабора следует производить с учетом глубины залегания водоносных горизонтов и условий их питания. Участок должен находиться в благоприятных в санитарном отношении условиях, исключающих возможность загрязнения используемых подземных вод бытовыми и промышленными сточными водами или водами с повышенной минерализацией, газонасыщенностью и вредными компонентами. Найти водоносный слой на участке — задача первостепенной важности, от которой во многом зависит правильная организация водоснабжения усадебного дома или коттеджа.

Исследователи заметили, что земля, особенно горы, состоят из слоев, как бы из страниц, то более плотных, то рыхлых, тонких и толстых. Слои эти, опускаясь, располагаются ступеньками, примерно, через каждые 30 м, и далее с двух боков горы спускаются к центру такими же ступеньками. Образующиеся там воды и дождевая влага попадают в промежутки или щели между слоями, отчего внутренность горы становится сырой.

Скопление вод следует искать там, где сходятся линии напластований. Наиболее подходящее для этого то место, где горные пласты, соприкасаясь друг с другом, образуют некое углубление. Установлено, что слои поразному впитывают и выделяют влагу. Так, красные скалы почти всегда содержат воду, однако часто обманчивы, ибо вода уходит по щелям. Всякий кремнистый камень, который у подножия горы надтреснут и не ровен, легко пропускает воду. Мелкий песок дает обильную воду с плохим вкусом, а крупный — наоборот. Противоположное бывает с глиной: плотная — воды не дает, а приходящую извне не пропускает. Из горшечной глины воды течет немного, но она более пресная, чем другие.

Леон-Батист Альберти в "Десяти книгах о зодчестве", вышедшей в 1485 г., описал приметы, по которым можно найти воду: "Колодец... дает воду только тогда, когда роющий его дойдет до уровня реки. В горном городе Этрурии, чтобы дойти до водной жилы, пришлось спуститься на двести футов (60 м). Воду обнаружили, когда достигли уровня ключей, сбегающих в других местах со склона горы. Если место по природе бугристое или такое, что под ним предполагается пустота, то его следует рассматривать, как сосуд для воды. Где сильно действует солнце, иссушая своими лучами влагу, там воды мало или ее нет вообще. Если она все же встречается на полях, она тяжела, густа и солона. Вода быстро возникает на северных склонах гор и там, где тень очень густа. Горы, которые долго покрыты снегом, наполнены водой. При этом если на вершине ровная лужайка, то вода бывает почти всегда. Источники пробиваются там, где под ними и вокруг них почва цельная

и плотная, а над ними или — ровное место, или они покрыты рыхлой землей. Более плотная земля доставляет меньше воды и только наверху, а рыхлая обеспечивает больше воды, но только в глубину".

Тацит сообщает, что Моисей, когда странствовал по пустыне и ему грозила жажда, нашел по догадке жилу воды, увидев почву, поросшую травой. Эмилий (Луций Эмилий Павел, завоеватель Македонии, умер в 160 г. до н.э.), находясь со своим войском у Олимпа и страдая от недостатка воды, нашел ее по зелени лесов.

Народные поверия повествуют: "Если ноги легко уходят в землю и вместе с тем земля к ногам пристает, то это указание, что здесь есть вода. Существуют более прямые указания на присутствие воды. Это растения, любящие воду: ива, тростник, камыш, плющ... У земли, которая производит виноградные деревья с густой листвой, и на которой преимущественно водятся бузина, клевер и дикая слива, — почва хорошая и вода вкусная. Также изобилие лягушек, дождевых червей, комаров и мелких крылатых насекомых, летающих крупными стаями, указывает на присутствие воды.

При ясном небе на рассвете ляг и подбородком обопрись о землю. Окинь взглядом окружающую местность, и там, где увидишь поднимающиеся и клубящиеся в воздухе пары, наподобие тех, которые в морозную зиму выдыхаются людьми, будет вода. Чтобы в этом увериться, вырой яму глубиной и шириной в четыре локтя (1,8 м). В нее положи при закате солнца кирпич, недавно вынутый из печи или кусок необработанной шерсти, или необожженный глиняный горшок, или гладкий медный сосуд, опрокинутый или смазанный маслом, закрой яму досками и засыпь землей. Если на другой день рано утром увидишь, что кирпич немного прибавил в весе, если шерсть намокла, если глиняный горшок размяк, если сосуд покрылся каплями... или если здесь земля задымится от разведенного огня..., то здесь — вода".

В книге Мартины де Бертеро (Франция, первая половина XVII в.) говорится: "Существует пять правил для

того, чтобы определять места, где встречаются металлы: первое, простейшее, по обнажениям земли; второе, по травам и растениям, растущим наверху; третье, по вкусу воды, выходящей на поверхность; четвертое, по испарениям, вокруг гор и долин на восходе солнца; пятое, посредством 16 металлических инструментов. Существует еще 7 металлических прутиков, которые служили нашим предкам для отыскания в недрах земли металлов, источников воды, если они обильны..."

Поиск воды на участке — это искусство, которым люди овладели с незапамятных времен. Чутье на воду специалисты своего дела усиливают с помощью нехитрого приспособления — лозы (веточки с развилкой наподобие рогатки) или проволочных стрелок, которые зажимают в руке **(рис. 1)**. На Руси практически в каждой деревне находился человек, который при помощи двух прутиков лозы мог уверенно найти место, где следует копать колодец. За эти прутики таких людей называли "лозоходцами". Феномен этого явления хорошо объясняется в статье "Строки из писем" ("Техника молодежи", № 7, 1987, стр. 21): "Работая начальником специализированного СМУ, не раз сталкивался с феноменом "вилки", о котором писал М. Ломоносов. Мастера трубостроительного участка берут голыми руками проволоку или обычные электроды длиной 40-50 см, изогнутые буквой "Г". При подходе к трубопроводу нижние концы такой "вилки" начинают отклоняться в противоположные стороны, но не у всех. Так, у меня электроды отклонялись больше, чем у прораба, а у другого товарища — меньше. Даже в "коридо-

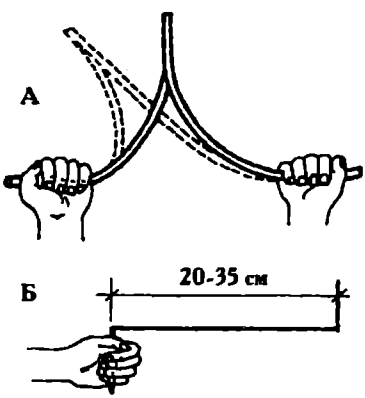


Рис. 1. Поиск воды с помощью лозы и изогнутых прутков: А — лоза; Б — изогнутый металлический пруток

ре", где сосредотачиваются многие коммуникации, их пересечения надежно обнаруживаются, и копать можно уверенно механизированным способом... Возможно, отклонение электродов над подземной коммуникацией объясняется стеканием статического электричества от "объекта". В Надыме, где автор книги работал, температура зимой долго держится в пределах -50° С, земля промерзает и становится практически диэлектриком, а воздух настолько сух, что статическое электричество самопроизвольно не разряжается через обувь и воздух. Больше электричества накапливалось и разряжалось, когда человек надевал шерстяное белье, меховые унты, полушубок и ходил по паласу или ковру с длинным ворсом. Искра проскакивала в нескольких сантиметрах от металла. Когда сырая обувь и вообще "заземление" организма хорошее — эффекта "наклонения" Г-образных стержней к подземным трубам, рудам, потокам не замечалось".

С физической точки зрения эксперимент с "вилкой" можно объяснить так. Лозоходец идет по земле, руководствуясь своим таинственным чутьем, а в руке держит "волшебную" лозинку или металлические прутики. Держит он ее еле-еле, не зажимая в руке. Руки и плечи "лозоходца" вместе с лозой или металлическим прутом образуют замкнутый контур. Этот контур перемещается в неоднородном магнитном поле, и магнитный поток, пронизывающий его, изменяется со временем. По закону электромагнитной индукции человек, находясь в контуре, вытягивает и приподымает руки, примерно, под 45° к вертикали тела. Одновременно "лозоходец" ладонями сжимает концы рогатки, при этом возникает электродвижущая сила. Видимо, она является причиной тех физиологических сигналов, которые воспринимает лозоходец. Там, где под землей вода, лоза дрогнет. Рогатка наклоняется к земле под действием слабых мускульных усилий рук лозоходца.

По мнению французского физика профессора Рокара, автора книги "Знак лозоходца", около половины людей в разной мере обладают этой способностью. При-

чем, наиболее чувствительная часть тела — локти. Человек воспринимает не само магнитное поле, а его перепады. Оказалось, что если лозоходец не идет, а едет в автомашине или летит в самолете, то его чувствительность возрастает. Лозоходец не ощущает ни пруд со стоячей водой, ни даже реку. Он находит только подземные воды. Во-первых, эти воды не просто текут, а просачиваются через почву, во-вторых, они богаты растворенными минеральными солями. Этим и обусловлено явление, называемое электрофильтрацией. Благодаря ей в почве возникает электрический ток, вызывающий магнитное поле, которое и воспринимает "лозоходец".

По принципу "лозоходца" сконструированы специальные приборы, при помощи которых на участке можно обнаружить не только воду, но и подземные коммуникации, повреждение которых при раскопках может повлечь за собой административную ответственность.

Автономное водообеспечение

Стилистика и экология современного индивидуального жилища во многом определяется методом обеспечения чистой водой. Для индивидуальных застройщиков стоимость проектных, строительно-монтажных работ, а также материалов для подключения воды к центральному водопроводу зачастую в несколько раз превышает аналогичные затраты по устройству, например, автономного колодца, так как колодец располагается в 4-5 метрах от дома, а центральный водопровод может быть удален на десятки, а иногда и сотни метров. Дополнительно надо учесть значительные затраты по оформлению разрешения подключения к муниципальному водопроводу, а для многих районов в черте города подключение ограничено вплоть до запрещения.

Кардинальным решением проблемы водоснабжения считается наличие автономных систем для индивидуальных домовладений и персональных систем фильтрации в помещениях с централизованным водопрово-

дом, так как наивно предполагать, что муниципальные органы в близком будущем смогут обеспечить в необходимом и достаточном объеме всех желающих действительно чистой и дешевой водой. Что же касается затрат на приобретение бутилированной воды, то они сопоставимы со стоимостью систем фильтрации.

Автономная система подачи воды может быть реализована различными вариантами водозаборного сооружения:

— при помощи колодца, состоящего из трубчатой фильтрующей шахты диаметром не менее 50 см и глубиной до 10 метров, автоматической гидропневматической установки, системой контроля уровня воды в колодце. Применение трубчатого фильтрующего колодца дает возможность получения не менее двух-трех кубических метров высококачественной технической воды в сутки, что вполне достаточно для семьи из 4-6 человек;

— с помощью автоматической гидропневматической установки, подающей воду из рядом расположенного водоема;

— скважиной диаметром не менее 8 см, в случае нахождения водоносных слоев на глубине ниже 10 метров от уровня поверхности, причем глубина может достигать 100 метров и более;

— сбором дождевой воды или тающего снега с наклонных или горизонтальных крыш. За счет использования таких, нетрадиционных для российских условий источников влаги, можно реализовать часть потребности в воде. За год с поверхности стандартной крыши частного строения площадью 100 квадратных метров улавливается до 100 кубических метров дождевой воды, что составляет значительную часть годового потребления стандартной семьи из 3-4 человек. Используя внутренние и внешние гидроаккумуляторы, включая данные устройства в общую схему водоподготовки, можно добиться эффективного использования дождевой воды для быта.

Преимущества автономных систем заключаются в том, что такое водоснабжение не зависит от прихоти чиновников, позволяет отказаться от приобретения

счетчика расхода воды. Обеспечивается заданное давление воды независимо от потребления воды соседями, и, с другой стороны, источник воды находится в непосредственной близости от жилища под постоянным визуальным контролем.

Схемы водоснабжения

Существует две группы схем водоснабжения индивидуальных жилых домов: водоснабжение при подключении к централизованным водосистемам и создание местной (децентрализованной) системы. Естественно, первая версия более простая, надежная, но есть маленькая заминка: не очень часто мы можем встретить вблизи загородного дома централизованный водопровод со всеми атрибутами (очистными сооружениями, насосной станцией и т.п.). Но если вам повезло, рассмотрим и этот случай. Следует обратить внимание на одну важнейшую деталь: главное условие, при котором в загородном доме может быть установлен водопровод, — наличие возможности для сброса и обеззараживания сточных вод. Короче говоря, водопровод и канализация неразделимы (в общем, должен быть полный комфорт).

Во-первых, для присоединения дома к уличной водопроводной сети застройщик должен получить разрешение в организации, эксплуатирующей водопровод (обычно это производственное управление водопроводно-канализационного хозяйства). В этой же организации застройщик получает и условия подключения, в которых указывается место и схема возможного присоединения (обычно ближайший колодец), глубина заложения, гарантированный напор на вводе и т.п. Соответственно в УВКХ можно заказать прокладку своего водопровода или хотя бы ознакомиться с примерной сметой на данный вид работы.

Система водоснабжения жилого дома при подключении к централизованному водозабору состоит из наружного ввода, трубопроводов, вентилей.

Для прокладки водопровода можно использовать стальные, оцинкованные, чугунные, пластмассовые трубы. Для стальных и пластмассовых труб минимальный диаметр ввода должен быть не менее 20 мм, для чугунных — 50 мм. Глубина заложения должна быть на 415 мм ниже глубины промерзания. Возможно утепление подземного водопровода теплоизоляцией.

Если в доме имеется подвал, то ввод прокладывают через фундамент с помощью футляра из отрезка трубы большего диаметра. Отверстие в футляре заделывают смоляной прядью (лен), глиной, цементным раствором слоем 3-5 см с обоих концов. В домах без подвала ввод прокладывают в футляре в грунте под фундаментом.

В системе обязательно должна быть предусмотрена возможность полного отключения водопровода, полного опорожнения. Также при прокладке водопровода делают уклон в сторону вводного колодца.

Если в окрестностях загородного дома нет водопровода, и в ближайшие годы его никто не собирается строить, — отчаиваться не стоит. Можно создать на участке свою систему водоснабжения, которая ничем не будет уступать централизованному водопроводу, а некоторых случаях и превзойдет его по надежности и качеству воды **(рис. 2)**. Системы автоматического водоснабжения с постоянным давлением позволяют владельцу скважины пользоваться всеми благами высокотехнологичной цивилизации — от полива газона до автоматической стиральной машины.

Системы водоснабжения при наличии местных систем водозабора состоят из водозаборных сооружений (колодцев, скважин, каптажных камер родников), наружных и внутренних трубопроводов, водонапорного или гидропневматического бака, насоса.

Первое, что необходимо сделать — на источник водозабора установить электронасос. В зависимости от типа насос может быть непосредственно погружен в воду или установлен на плавучем понтоне (т.е. находиться всегда на поверхности воды), на плите. Каждый тип насоса имеет как свои преимущества, так и недо-

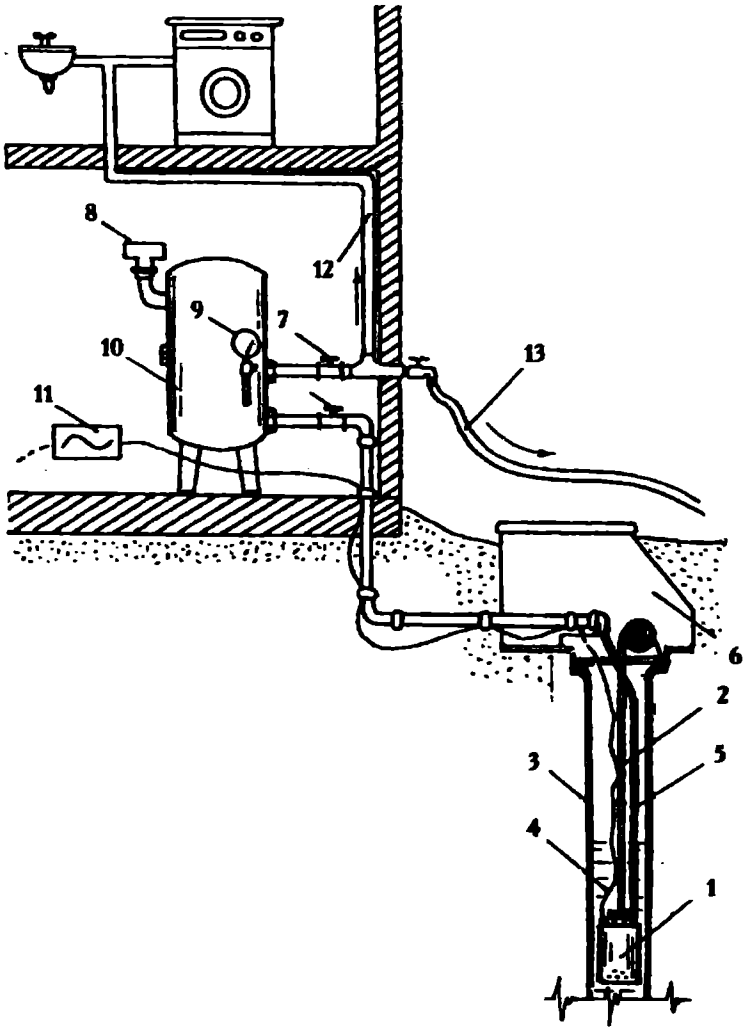


Рис. 2. Водоснабжение индивидуального дома:
1 — скважинный насос; 2 — трос; 3 — скважина;
4 — электрокабель; 5 — водонапорный шланг; 6 — приямок;
7 — запорные вентили; 8 — реле давления; 9 — манометр;
10 — напорный гидробак; 11 — сетевой выключатель;
12 — внутренний водопровод; 13 — вывод воды для садовых работ

статки. Перед тем, как приобретать насос, необходимо ознакомиться с прилагаемыми характеристиками. Во-первых, следует обратить внимание на его производительность (она измеряется в м^3/ч, т.е. какое количество воды насос может перегнать за 1 час; чтобы вам было более понятно, объем 1 м^3 равен 1000 л воды). Во-вторых, на напор — высоту, на которую данный насос может поднять воду (измеряется в метрах). При измерении необходимой высоты подъема воды нужно учитывать не только глубину залегания воды в водозаборе, но еще и то, что ее необходимо поднять на чердак или хотя бы на второй этаж дома.

При водозаборе с открытых источников (озера, реки, пруда и т.п.) может быть очень обманчивое впечатление, что поверхность воды находится примерно на одном уровне с домом. Однако это не так, потому что в любом случае существует наклон в сторону воды и на расстояние до воды. При большом удалении от источника даже незначительный уклон может дать разницу в уровнях в 5-20 м. Это надо учитывать.

Электронасос подключается при помощи электрического кабеля для наружной проводки (с атмосферостойкой изоляцией), кабель можно провести как под землей, так и навесом (воздушной линией). Воздушную линию рекомендуется прокладывать на высоте не менее 5 м (от уровня земли до нижнего провода), в стороне от пешеходных дорожек и высоких деревьев. Расстояние от электропроводов до веток ближайших деревьев должно быть не менее 3 м. Сечение проводов уточняется в зависимости от потребляемой мощности насоса и допустимого падения напряжения. Учтите также, что на морозе кабель уменьшается в длину, поэтому во избежание его разрыва необходимо предусмотреть компенсирующие петли или не натягивать кабель.

После оборудования водозабора насосной установкой целесообразно установить водонакапливающее устройство. Таким устройством может быть водонапорный бак, который можно изготовить своими силами, или гидропневматическая установка.

Водонапорный бак можно изготовить из металлических листов. Бак обычно устанавливают в наиболее высоком месте, чаще всего на чердаке, но необходимо учитывать дополнительную статическую нагрузку на перекрытие (при необходимости его надо усилить, чтобы случайно водонапорный бак не оказался на нижних этажах вашего особняка). Объем бака принимают равным 10-15% суточного водопотребления, обычно для одного дома он составляет 60-120 л. Самое простое решение — использование обычной 200-литровой бочки. Для этого ее необходимо обжечь на огне, вымыть и покрыть с обеих сторон антикоррозийными покрытиями, разрешенными для хозяйственно-питьевых целей (например, железным суриком или олифой). Под водонапорный бак обычно устанавливают металлический поддон, который предохраняет перекрытие дома от конденсатной влаги и утечки воды.

Для удобства эксплуатации бак лучше оборудовать автоматикой для включения и выключения электронасоса (в состав системы входят поплавковый датчик уровня воды и переключатель магнитного пускателя электронасоса). Бак оборудуют системой подающе-отводящих, переливных и спускных трубопроводов. Через дренажное отверстие в нижней части поддона накопившаяся вода самотеком попадает в водосливную трубу, туда же сливается вода из переливной и спускной труб, расположенных в верхней и нижней частях водонапорного бака. Переливная труба служит для предохранения бака от переполнения при возможной неисправности отключающего устройства электронасоса, она также контролирует уровень воды в баке.

Сливная труба необходима для периодической чистки водонапорного бака, т.е. его осушения. Для этой же цели бак устанавливают с наклоном в сторону сливной трубы. Бак заполняется водой через подающую трубу, а потребление происходит через отводящую трубу.

Рекомендуемые диаметры труб, мм:

— подающая труба — 32;

— отводящая труба — 13;

— переливная труба — 13-15;
— спускная труба — 19;
— дренажная труба — ~25.

Чтобы вода в водонапорном баке в зимнее время не замерзала, его необходимо утеплить. Если в доме имеется местное водяное отопление, лучше разместить его рядом с расширительным баком (горячая вода, находящаяся в расширительном баке, будет обогревать пространство, и это не даст воде в водонапорном баке замерзнуть). Для большего комфорта, чтобы вода в кранах была не столь ледяная (в зимнее время), можно рекомендовать установить внутри водонапорного бака, возле отводной трубы, ТЭН от электрочайника. Его можно смонтировать параллельно с насосом, т.е. при включении насоса он будет нагревать воду в баке. При этом температура в водопроводе увеличится на 2-5 град., что в зимнее время довольно ощутимо.

Гидропневматические установки имеют определенные преимущества по сравнению с водонапорными баками, т.к. они могут размещаться на 1-м этаже здания, в подвалах, колодцах и т.п. Однако для их надежной работы требуется бесперебойное электроснабжение.

Установка состоит из следующих элементов: насоса, гидропневматического бака, блока управления и арматуры. Основной элемент установки — гидропневматический бак, который состоит из двух эллиптических днищ с отбортовкой, между которыми установлена резиновая диафрагма, разделяющая бак на воздушную (верхнюю) и жидкостную (нижнюю) камеры. Установка автоматизирована. Насос включается и выключается в зависимости от давления в системе. Недостатком установок является слишком малый объем гидропневматических баков (23 л), что приводит к частому включению и выключению насосов. Напряжение питания таких установок — 220 В.

Чтобы источник водозабора функционировал в зимнее время, его необходимо утеплить, но в то же время необходимо оставить вентиляционный стояк. Для летнего водопровода (а также водопровода для полива)

желательно установить отдельное водонакапливающее устройство. Разместив его на солнечной стороне участка, можно получить теплую воду без энергозатрат. Этот водопровод необходимо снабдить вентилями для полного слива воды перед наступлением морозов. Помните, что замерзшая вода в трубопроводе может разорвать трубы и водонакапливающий бак.

Не лишним будет отметить, что практически при любой схеме водоснабжения будет существовать некий дефицит питьевой воды (имеется в виду действительно экологически чистая питьевая вода). Совсем не обязательно всю воду пропускать через фильтры, можно в системах водоснабжения разделить воду на питьевую, техническую и воду для полива. Вообще, для полива совсем не обязательно использовать подземные воды, обычно они нестабильны. Весной, во время таяния снега, колодцы обильны, обильны они и в дождливый сезон. Но при малом количестве осадков в засушливые летние месяцы колодезной, родниковой воды может не хватать для всех хозяйственных целей. Поэтому очень актуально при нестабильных подземных водах в загородном доме установить еще один водозаборник для дождевых и талых вод. Он монтируется возле дома и служит для сбора осадков с крыши вашего дома (т.е. наклоны водосливов с крыши делают направленными к водозабору).

Емкость водозабора должна быть достаточно большой. Многие застройщики устанавливают под слив ту же стандартную 200-литровую бочку. Проблем с поливом такое количество воды решить не может (но, лучше иметь что-то, чем ничего). Идеальное решение — водозаборник на 1000-2000 л. Наполнять его необходимо сразу после отступления морозов, ранней весной. Пока будет использоваться такое количество воды, водозаборник опять заполнится дождевой водой.

Но может быть и какая-нибудь другая стандартная промышленная емкость; можно сварить ее из металлических листов (при таком объеме необходимо установить различные ребра жесткости). Для увеличения сро-

ка службы металл лучше всего покрыть защитным слоем, например, суриком или олифой.

Для осушения водозаборника на зиму необходим слив. К отводящему патрубку подключается водопровод для полива и др. хозяйственных целей. Переливная труба служит для отвода воды во время переполнения водозаборника. Сверху водозаборный бак должен иметь люк для сбора атмосферных вод (для уменьшения испарения воды он должен быть небольшим; оптимальное решение — установить водосточную трубу, прямо входящую в водозаборник).

РАЗДЕЛ II.
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Подготовительный этап

Для того чтобы получить наиболее удачное комплексное решение схемы водоснабжения, необходимо выбирать ее одновременно со схемой канализации или утилизации сточных вод. Проектирование водопроводов и канализаций осуществляют в соответствии с действующими строительными нормами и правилами (СНиП) и техническими условиями строительства внешних водопроводных и канализационных сетей.

Основными исходными материалами для разработки проекта водоснабжения и канализации являются проект объекта и генеральный план застройки населенного пункта. В заданиях по разработке проекта характеризуют объект проектирования и указывают границы территории, которую следует обеспечить водоснабжением и канализацией, расчетный период, сроки очередности строительства, а также стадии проектирования. Проектирование водоснабжения осуществляется в два этапа: разработка проектного задания со сметно-финансовыми расчетами и изготовление рабочих чертежей на основе утвержденного проектного задания.

Систему водоснабжения и канализации проектируют и рассчитывают на определенный расчетный период. При этом расчетным периодом называют промежуток времени, на протяжении которого сооружения будут иметь необходимую расчетную мощность и пропускную способность, а также будут отвечать своему назначению без перестройки.

Нормы водопотребления

Вода используется потребителями для самых различных целей, но все расходы воды можно свести к трем основным категориям:

— хозяйственно-питьевые или бытовые нужды;
— производственные нужды;
— тушение пожаров.

На хозяйственные и производственные нужды подача воды должна осуществляться за счет постоянной нормальной работы водопровода. На пожаротушение вода используется эпизодически и для ее подачи форсируют работу водопровода лишь на время тушения пожара.

К хозяйственно-питьевому водоснабжению относят расход воды на питье, гигиенические нужды, приготовление пищи, уборку помещений, а также на полив зеленых насаждений. Потребность воды определяют по количеству жителей и нормам водопотребления с учетом коэффициентов неравномерности. При этом нормой хозяйственно-питьевого водопотребления называют среднесуточное количество воды, которое расходуется одним человеком. В зависимости от степени благоустройства жилого дома и его санитарно-технического оборудования нормы потребления могут быть различными **(см. таблицу 1)**.

Для больших административных или промышленных центров, для курортов и для домов, насыщенных современной техникой (стиральные и посудомоечные машины, бассейны со сменной водой и т.п.), нормы водопотребления могут быть увеличены при соответствующем обосновании.

Расход воды для полива зеленых насаждений учитывают, исходя из конкретных запросов. Для засушливых районов, а также при необходимости массового полива зеленых насаждений на большой площади норму на полив устанавливают, исходя из местных условий. Дифференцированные суточные нормы воды на полив принимают (л/м^2):

Таблица 1. Нормы хозяйственно-питьевого водопотребления

Характер оборудования домов санитарно-техническими приборами	Водопотребление на 1-го жителя, л/сут		Коэффициент часовой неравномерности, $K_{час}$
	Среднесуточное, $g_{ср}$	Максимальное, $g_{макс}$	
Внутренний водопровод, канализация и центральное горячее водоснабжение	160 — 210	185 — 240	1,25 — 1,15
Внутренний водопровод, канализация и ванны с газовыми колонками	140 — 170	160 — 190	1,3 — 1,2
То же с дровяными колонками	85 — 120	100 — 140	1,4 — 1,25
Внутренний водопровод без ванн	50 — 90	65 — 110	1,6 — 1,4
Водоснабжение с водоразборных колонок	30 — 50	40 — 60	2,0 — 1,6

— для улиц — 1,5-2,0;
— то же с улучшенным дорожным покрытием — 2,5-3,0;
— ля газонов — 2,5-4,0;
— для цветников — 4,0-8,0.

Принцип нормирования расхода воды на пожаротушение существенно отличается от принципа нормирования воды на хозяйственно-питьевые нужды. Для внешнего пожаротушения вода подается через пожарные гидранты, установленные на внешней водопроводной сети, а для внутреннего — через пожарные краны , установленные на сети внутреннего водопровода. Для некоторых категорий помещений применяют особый вид противопожарного оборудования в виде дренчерных систем, водяных завес и других современных видов пожаротушения.

Расчетную интенсивность подачи воды на пожаротушение, а также количество возможных одновременных очагов пожара устанавливают из специфики помещений в соответствии с противопожарными нормами, которые не являются тематикой данной книги.

Расчетным расходом называют то количество воды, на пропуск которой должна быть рассчитана сеть водопровода. Обычно водопровод рассчитывают на максимальный расход воды, в то время, когда суточное водопотребление может колебаться: днем оно значительно больше, чем ночью. Колебания часового водопотребления изображены в виде графиков **(рис. 3)**, которые составляют на основании наблюдений и замеров

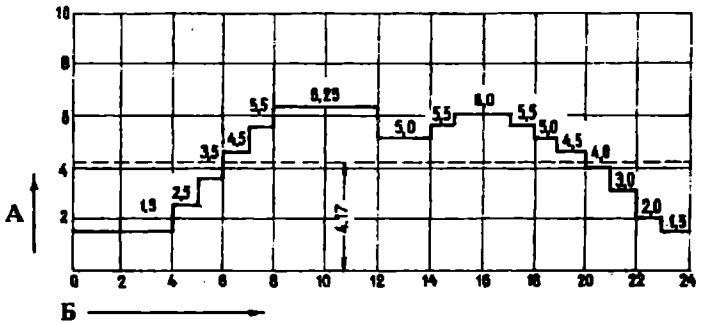


Рис. 3. График часового водоснабжения:
А — вектор суточного расхода (в %); Б — вектор времени суток

на действующих водопроводах. Коэффициент часовой неравномерности $K_{час}$ выражают отношением максимального часового расхода к среднечасовому расходу за сутки максимального водоразбора:

$$K_{час} = \frac{Q_{макс.час}}{Q_{с.час.}}$$

Величина среднечасового расхода воды в дни максимального водопотребления может быть выражена формулой:

$$Q_{с.час} = \frac{Q_{макс.час}}{24}$$

Потребление воды на протяжении каждого часа тоже может колебаться. Учет этих колебаний очень сложен и обычно не имеет практического значения. Поэтому при расчете водопровода условно принимают, что расход воды в течение одного часа остается постоянным.

Давление в водопроводной сети

Величину расчетного внутреннего давления в водопроводной сети следует принимать равной наибольшему возможному по условиям эксплуатации давлению в трубопроводе на различных участках по длине (при наиболее невыгодном режиме работы). При этом не учитывается повышение давления при гидравлических ударах. Статический расчет следует производить на воздействие расчетного внутреннего давления, давления грунта, на временные нагрузки с учетом собственной массы труб и массы транспортируемой жидкости. В расчете должны учитываться нагрузки, возникающие при образовании внутреннего вакуума и внешнего гидростатического давления грунтовых вод в тех комбинациях, которые оказываются наиболее опасными для труб из данного материала.

Трубопроводы или их участки подразделяют по степени ответственности на классы:

— 1-й — трубопроводы для объектов I категории обеспеченности подачи воды, а также участки трубопроводов в зонах переходов через водные преграды и овраги, железные и автомобильные дороги I и II категорий в местах, труднодоступных для устранения возможных аварий;

— 2-й — трубопроводы для объектов II категории обеспеченности подачи воды, а также участки трубопроводов, прокладываемые под усовершенствованным покрытием автомобильных дорог;

— 3-й — все остальные участки трубопроводов объектов III категории обеспеченности подачи воды.

В расчете труб следует учитывать коэффициент условия работы m_c, который определяют по формуле:

$$m_c = m_1 m_2 / \gamma_n,$$

где m_1 — коэффициент, учитывающий кратковременность испытания, которому подвергаются трубы после их изготовления;

m_2 — коэффициент, учитывающий снижение прочностных показателей труб в процессе эксплуатации в результате старения материала, коррозии или абразивного износа;

γ_n — коэффициент надежности, учитывающий класс участка трубопровода по степени ответственности.

Значение коэффициента m_1 следует устанавливать в соответствии с ГОСТом или техническими условиями на изготовление данного типа труб. Для трубопроводов, стыковые соединения которых равнопрочны самим трубам, значение коэффициента m_1 следует принимать равным:

0,9 — для чугунных, стальных, асбестоцементных и керамических труб;

1 — для полиэтиленовых труб.

Значение коэффициента m_2 следует принимать равным:

1 — для керамических труб, а также стальных, чугунных, асбестоцементных, железобетонных и пластмассовых труб при отсутствии опасности коррозии или абразивного износа в соответствии с ГОСТ или техническими условиями на изготовление данного типа труб.

Значение коэффициента γ_n следует принимать равным:

— для участков трубопроводов 1-го класса — 1;
— 2-го класса — 0,95;
— 3-го класса — 0,9.

Давление в любой точке внешней водопроводной сети должно быть достаточным для того, чтобы вода могла поступать в самую высокую и самую отдаленную точку внутреннего водопровода и выливаться из водоразборного крана с небольшим давлением. Давление, которое должно быть обеспечено во внешнем водопроводе, называют *свободным давлением*.

Во время движения воды по трубам часть свободного давления тратится из-за наличия гидравлического сопротивления в трубопроводах.

Давление в водопроводной сети создается насосами, водонапорными башнями или пневматическими (гидравлическими) установками. Свободное давление в водопроводной сети называют разницей между отметками пьезометрической линии и отметками поверхности земли. Чтобы иметь представление о свободном давлении, рассмотрим схему напора воды в сети при наличии водонапорной башни **(рис. 4)**. Пока вода не расходуется, пьезометрический уровень воды в трубах, то есть высота :

$$h = \frac{P}{\gamma_n}$$

характеризует что гидродинамическое давление (кроме атмосферного) будет именно таким, как и в водонапорной башне на отметке 131. Как только начнется разбор воды из водопровода, уровень в трубах вследствие гидравлических сопротивлений снижается. Соединив отметки уровней воды в трубах, получим линию пьезометрических отметок, то есть *пьезометрическую линию*. Итак, если разбора воды нет, пьезометрическая линия представляет собой горизонтальную прямую на уровне зеркала воды в баке водонапорной башни. Во время разбора воды пьезометрическая линия становится ломаной, она снижается к месту разбора воды в конце водопровода. Чем больше расход и чем длиннеее водопровод, тем сильнее снижается пьезометрическая линия. Имея пьезометрическую линию, можно определить свободное давление в любой промежуточной точке трубопровода, так как оно представляет собой разницу отметок пьезометрического напора и поверхности земли. Так, например, для колодца №2 давление в сети

$$H = 124 - 112 = 12 \text{ м}.$$

Свободное давление всегда должно быть больше геодезической отметки самого высокого водоразборного

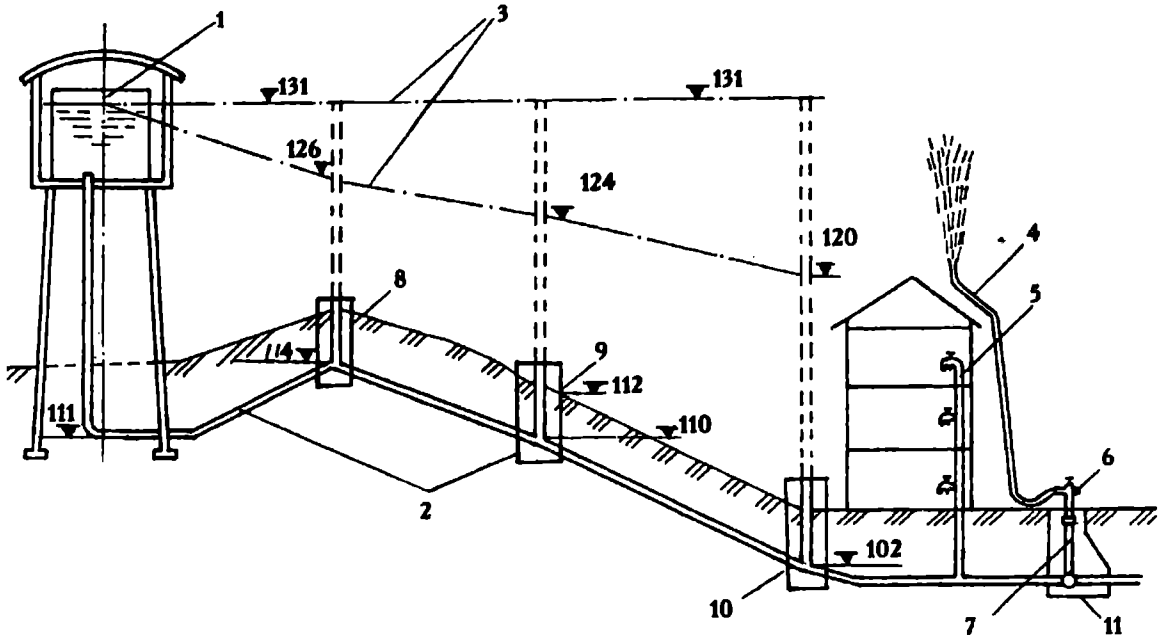


Рис. 4. Распределение напора в водопроводной сети при наличии водонапорной башни: 1 — водонапорный бак; 2 — трубы водопровода; 3 — линии пьезометрического уровня; 4 — пожарный брандспойт; 5 — водопровод в доме; 6 — стендер; 7 — гидрант; 8 — 1-й колодец; 9 — 2-й колодец; 10 — 3-й колодец; 11 — 4-й колодец

крана на дополнительное рабочее давление, необходимое для свободного выпуска воды из крана и на преодоление сопротивления движению воды во внутренней водопроводной сети. Поэтому минимальное свободное давление во внешнем водопроводе хозяйственно-питьевого назначения должно равняться (в *м*):

— для одноэтажной застройки — 10,
— для двухэтажной застройки — 12,
— для трехэтажной застройки — 16.

Далее, на каждый дополнительный этаж следует добавлять по 4 м. Свободное давление в сети для водоразборных колонок должно быть не менее 10 м. Отдельные высокие дома, а также дома, размещенные на высоких местах, могут иметь свою систему повышения давления в водопроводной сети.

Противопожарный водопровод может быть высокого или низкого давления. В водопроводных сетях низкого давления необходимое для тушения пожара давление создают передвижными пожарными установками (автонасосами), которые подают воду от гидрантов к месту пожара. Свободное давление в сети противопожарного водопровода низкого давления (на уровне поверхности земли) на время тушения пожара должно быть не меньше 10 м и лишь в отдельных случаях может быть снижено по согласованию с органами пожарного надзора.

В водопроводных сетях высокого давления напор, необходимый для тушения пожара непосредственно от гидрантов, создают специально установленными во время пожара стационарными насосами. Минимальное свободное давление в противопожарных водопроводах высокого давления должно обеспечить высоту компактной струи не менее 10 м при полном пожарном расходе воды и размещении ствола брандспойта на уровне самой высокой точки самого высокого дома.

Величину испытательного давления на различных участках, которому должны подвергаться трубопроводы перед сдачей в эксплуатацию, надлежит указывать в проектах, исходя из прочностных показателей мате-

риала и класса труб. При этом в расчет берется внутреннее давление воды и величина внешних нагрузок, действующих на трубопровод во время испытания. Расчетная величина испытательного давления не должна превышать следующих величин для трубопроводов из таких труб:

— чугунных — заводского испытательного давления с коэффициентом 0,5;

— железобетонных и асбестоцементных — гидростатического давления, предусмотренного ГОСТ или техническими условиями для соответствующих классов труб при отсутствии внешней нагрузки;

— стальных и пластмассовых труб — внутреннего расчетного давления с коэффициентом 1,25.

Чугунные, асбестоцементные и керамические трубопроводы должны быть рассчитаны на совместное воздействие расчетного внутреннего давления и расчетной приведенной внешней нагрузки. Стальные и пластмассовые трубопроводы должны быть рассчитаны на воздействие внутреннего давления и на совместное действие внешней приведенной нагрузки, атмосферного давления, а также устойчивости круглой формы поперечного сечения труб.

Уменьшение вертикального диаметра стальных труб без внутренних защитных покрытий не должно превышать 3%, а для стальных труб с внутренним защитным покрытием и пластмассовых труб должно приниматься по стандартам или техническим условиям на эти трубы.

Проектирование водопроводных сетей

Водопроводные линии, как правило, следует проектировать для подземной прокладки. При теплотехническом и технико-экономическом обосновании допускается наземная и надземная прокладки, прокладка в тунелях совместно с другими трубопроводами, за исключением трубопроводов, которые транспортируют легковоспламеняющиеся жидкости и горючие газы. При подземной прокладке запорная, регулирующая

и предохранительная арматура должны устанавливаться в колодцах (камерах).

Трубопроводы в зданиях и сооружениях, как правило, следует укладывать над поверхностью пола (на опорах или кронштейнах) с обеспечением подхода и обслуживания оборудования и арматуры. Допускается прокладка трубопроводов в каналах, перекрываемых съемными плитами, или в подвалах. Габариты каналов для прокладки трубопроводов зависят от диаметра труб. Ширина канала должна быть на 600 мм больше диаметра прокладываемого трубопровода. В местах установки фланцевой арматуры следует предусматривать расширение канала.

Количество линий водоводов надлежит принимать с учетом категории системы водоснабжения. При проектировании водоводов в две или более линии необходимость устройства переключения между ними определяется в зависимости от количества независимых водозаборных сооружений или линий водоводов. Расчет количества подаваемой воды следует выполнять с учетом требования, что в случае отключения одного водовода или его участка общую подачу воды на объект допускается снижать не более чем на 30% расчетного расхода. При прокладке водовода в одну линию и подаче воды от одного источника должен быть предусмотрен объем воды на время ликвидации возможной аварии.

Водопроводные сети должны быть кольцевыми. Тупиковые линии водопроводов разрешено применять в следующих случаях:

— для подачи воды на производственные нужды при допустимости перерыва в водоснабжении производственных процессов на время ликвидации аварии;

— для подачи воды на хозяйственно-питьевые и противопожарные нужды при длине линий не свыше 200 м.

Кольцевание наружных водопроводных сетей внутренними водопроводными сетями не допускается.

В проектах водопроводных линий и водоводов в необходимых случаях следует предусматривать установку:

— поворотных затворов (задвижек) для отключения ремонтных участков;

— клапанов для впуска и выпуска воздуха при опорожнении и заполнении трубопроводов;

— клапанов для впуска и защемления воздуха;

— вантузов для выпуска воздуха в процессе работы трубопроводов;

— выпусков для сброса воды при опорожнении трубопроводов;

— компенсаторов;

— монтажных вставок;

— обратных клапанов или клапанов автоматического действия других типов для выключения ремонтных участков;

— регуляторов давления;

— аппаратов для предупреждения повышения давления при гидравлических ударах или на время неисправности регуляторов давления.

Пожарные гидранты надлежит устанавливать на трубопроводах, расположенных вдоль автомобильных дорог на расстоянии не более 2,5 м от края проезжей части, но не ближе 5 м от стен зданий. Допускается расположение гидрантов на проезжей части. При этом установка гидрантов на ответвлении от линии не допускается.

Расстановка пожарных гидрантов на водопроводной сети должна обеспечивать эффективное пожаротушение любого обслуживаемого данной сетью здания, сооружения или его части. Пожаротушение должно осуществляться не менее чем от двух гидрантов при расходе воды на наружное пожаротушение 15 л/с и более. Пожаротушение от одного гидранта допускается при расходе воды менее 15 л/с с учетом прокладки рукавных линий длиной не более 200 м при наличии автонасосов и 100-150 м при наличии мотопомп. Расстояние между гидрантами определяется расчетом, учитывающим суммарный расход воды на пожаротушение и пропускную способность устанавливаемого типа гидрантов по ГОСТ 8220-85*Е.

Рабочими проектами трубопроводов следует предусматривать компенсаторы в следующих случаях:

— на трубопроводах, стыковые соединения которых не компенсируют осевые перемещения, вызываемые изменением температуры воды, воздуха, грунта;

— на стальных трубопроводах, прокладываемых в тоннелях, каналах или на эстакадах (опорах);

— на трубопроводах, прокладываемых в условиях возможной просадки грунта.

Расстояние между компенсаторами и неподвижными опорами следует определять расчетом, учитывающим их конструкцию и диаметр трубопровода. При подземной прокладке водоводов из стальных труб со сварными стыками компенсаторы следует предусматривать в местах установки чугунной фланцевой арматуры. В тех случаях, когда чугунная фланцевая арматура защищена от воздействия осевых растягивающих усилий, компенсаторы можно не предусматривать. Осевые растягивающие усилия могут быть компенсированы жесткой заделкой стальных труб в стенки колодца, устройством специальных упоров или обжатием труб уплотненным грунтом.

Проектирование водозаборных сооружений

Выбор типа и схемы размещения водозаборных сооружений следует производить, исходя из геологических, гидрогеологических и санитарных условий района. При проектировании новых и расширении существующих водозаборов должны учитываться условия взаимодействия их с существующими и проектируемыми водозаборами на соседних участках, а также учитывать их влияние на окружающую природную среду (поверхностный сток, растительность и т.п.).

В проектах водозаборов должен быть указан способ разработки грунта, конструкция водозаборного сооружения, его глубина, диаметр колонн труб, тип водоприемной части и оголовника, а также порядок опробова-

ния водозаборного сооружения. В конструкции водозабора необходимо предусматривать возможность проведения замеров дебита, уровня и отбора проб воды, а также производство ремонтно-восстановительных работ. Диаметр эксплуатационной части водозаборного сооружения следует учитывать при подборе и установке насосов. Существующие по соседству водозаборы (колодцы, скважины), дальнейшее использование которых невозможно, подлежат ликвидации путем тампонажа.

Конструкции и размеры фильтра следует предусматривать в зависимости от гидрогеологических условий, дебита и режима эксплуатации рубчатого колодца. Длину рабочей части фильтра в напорных водоносных пластах мощностью до 10 м следует принимать равной мощности пласта, а в безнапорных — мощности пласта за вычетом эксплуатационного понижения уровня воды в скважине. Фильтр, как правило, должен быть затоплен. В водоносных пластах мощностью более 10 м следует предусматривать длину рабочей части фильтра с учетом водопроницаемости пород, производительности скважины и конструкции фильтра. Рабочую часть фильтра следует устанавливать на расстоянии от кровли и подошвы водоносного пласта не менее 0,5-1,0 м.

При использовании нескольких водоносных пластов рабочие части фильтров следует предусматривать в каждом водоносном пласте и соединять между собой глухими трубами, перекрывающими слабоводопроницаемые слои. Верхняя часть надфильтровой трубы должна быть выше башмака обсадной колонны не менее чем на 3 м при глубине скважины до 50 м и не менее чем на 5 м при глубине скважины более 50 м. При этом между обсадной колонной и надфильтровой трубой должен быть установлен сальник.

Бесфильтровые конструкции сооружений для забора подземных вод из рыхлых песчаных отложений можно проектировать при условии, что над ними залегают устойчивые породы.

В зависимости от местных условий и оборудования устье сооружений для забора подземных вод следует,

как правило, располагать в наземном павильоне или подземной камере. Габариты павильона и подземной камеры в плане следует подбирать в зависимости от типа оборудования и контрольно-измерительных приборов. При этом высота павильона должна быть не менее 2,4 м.

Верхняя часть эксплуатационной колонны труб должна выступать над полом не менее чем на 0,5 м. Конструкция оголовка артезианских скважин должна обеспечивать полную герметизацию, исключающую проникновение в межтрубное и затрубное пространство скважины поверхностных вод и загрязнений. Монтаж и демонтаж секций скважинных насосов следует предусматривать через люки, располагаемые над устьем скважины, с применением средств механизации.

РАЗДЕЛ III.
ОЧИСТКА И ОБРАБОТКА ВОДЫ

Требования к хозяйственно-питьевой воде

В настоящее время из-за стремительного развития промышленности, увеличения числа автомашин и в связи с нехваткой средств и ресурсов на решение экологических проблем происходит необратимый процесс загрязнения окружающей среды, идеально чистой воды уже практически нет. Поэтому при использовании воды из индивидуальных источников водоснабжения — колодца или скважины непременно возникает вопрос о ее качестве и соответствии всем действующим нормативам. К сожалению, такая вода зачастую этим стандартам не соответствует. В этих случаях необходимо использовать устройства как для доочистки водопроводной воды, прошедшей предварительную обработку на муниципальных очистных сооружениях, так и для очитски воды, добываемой из скважины или другого водоисточника.

Вода, пригодная для употребления внутрь, должна отвечать критериям качества, то есть быть безопасной для здоровья и приятной на вкус. В мировой практике эти критерии были утверждены Европейским сообществом и приняты в каждой из стран. В нашей стране действует ГОСТ "Вода питьевая", согласно которому муниципальные службы обязаны следить за качеством питьевой воды. И хотя чиновники утверждают, что каче-

ство отечественной водопроводной воды находится на должном уровне, верить этому совсем не обязательно. Тем более, что практически во всем мире отказались от хлорирования воды, которое в нашей стране еще достаточно популярно.

Качество воды, добытой из природных водоисточников, определяется содержанием различных примесей органического и минерального происхождения, наличием микроорганизмов. Эти примеси могут содержаться в воде в виде растворенных или нерастворенных частиц. К числу наиболее часто встречающихся проблем с водой, требующих своего решения с помощью систем, можно отнести:

— наличие нерастворенных механических примесей;
— необходимость корректировки уровня pH;
— растворенные в воде железо и марганец;
— жесткость;
— наличие привкуса, запаха, цветности.

Наиболее часто встречающийся загрязнитель — это железо. Общее железо разделяется на двухвалентное, трехвалентное и органическое. При этом железо окрашивает воду в неприятные желто-коричневые тона и делает ее практически непригодной к употреблению. То, что вода в источнике (колодце, колонке) имеет оттенок, — это полбеды: ее цвет часто зависит от состава почвы. Желтоватый или красноватый оттенок воде придает железо — возможно, его в большем или меньшем количестве содержит местный глинозем, а может, просто заржавели водопроводные трубы. Пить такую воду неприятно, но здоровью это практически не повредит. Гораздо опаснее невидимые глазу микробы, бактерии, токсичные и канцерогенные соединения.

Плохой запах воды может свидетельствовать о ее загрязнении вирусами и бактериями. Причина может быть не только в источнике, но и в изношенном водопроводе или устаревших очистных сооружениях. Чтобы обезвредить микробов и бактерий перед подачей в водопровод (централизованную систему водоснабжения) воду хлорируют. Однако часто это не спасает: вредные

вещества могут проникнуть через сгнившие трубы или во время аварий. Да и само хлорирование — палка о двух концах: с одной стороны, уничтожаются бактерии, но при этом образуются не менее опасные канцерогенные вещества (т.н. хлорорганика). Хлорорганика постепенно накапливается в организме, зачастую провоцируя перерождение тканей, развитие раковых опухолей и мутацию генов. Некоторые примеси из водопроводной воды осаждают при помощи солей алюминия. Однако сам алюминий частично выпадает в осадок, а частично остается. И если в природной воде его нет, то в водопроводной он есть почти всегда. Между тем установлено, что алюминий вызывает поражения мозга.

Еще одна неприятность, которая может поджидать жителей экологически неблагополучных регионов: в воде могут находиться нефтепродукты и токсичные металлы (хром, кадмий, никель, бериллий и т.д.). Отходы производства попадают в реки, озера, а подземные воды и устаревшие очистные установки с ними не справляются. Это мина замедленного действия: вредные соединения постепенно ослабляют иммунитет, во много раз повышая угрозу злокачественных опухолей.

Качество воды, которая потребляется, должна определяться физико-химическими и бактериологическими анализами. Отбор проб осуществляется по установленным правилам. Для того чтобы правильно отобрать пробу необходимо:

1) — пластиковая емкость 1,5-2 литра из под простой воды(несладкой и неминеральной);

2) — пролить воду из крана в течение 10-15 мин;

3) — тщательно сполоснуть емкость испытуемой водой;

4) — заполнить емкость полностью, исключив доступ воздуха.

Анализ воды должен производится в лаборатории, которая оснащена современными приборами и анализаторами. Все методики определения отдельных показателей качества воды должны быть аттестованы ГОССТАНДАРТОМ РФ. Воду в лабораторию доставляют

в тот же день, а если такой возможности нет, то хранят в холодильнике. Предельно допустимые концентрации (ПДК) элементов и классы качества воды по микробиологическим показателям приведены в **таблице 2 и таблице 3**.

Таблица 2. Предельно допустимые концентрации (ПДК) элементов в воде

№	Элемент	Обозначение	ПДК	№	Элемент	Обозначение	ПДК
1	Кремний	Si	10	16	Серебро	Ag	0.05
2	Алюминий	Al		17	Сурьма	Sb	
3	Магний	Mg		18	Висмут	Bi	0.1
4	Кальций	Ca		19	Мышьяк	As	0.05
5	Железо	Fe		20	Цинк	Zn	1
6	Марганец	Mn	0.1	21	Кадмий	Cd	0.001
7	Никель	Ni	0.1	22	Олово	Sn	
8	Кобальт	Co	0.1	23	Германий	Ge	
9	Титан	Ti		24	Галлий	Ga	
10	Ванадий	V		25	Бериллий	Be	0.0002
11	Хром	Cr		26	Иттербий	Yb	
12	Молибден	Mo	0.25	27	Натрий	Na	200
13	Цирконий	Zr		28	Стронций	Sr	7
14	Медь	Cu	1	29	Барий	Ba	0.1
15	Свинец	Pb	0.03	30	Бор	B	0.5

Допустимое содержание в воде отдельных химических элементов и соединений зависит от того, для каких целей используется вода. Общее количество минеральных и органических веществ, содержащихся в воде в растворенном или коллоидальном состоянии, характеризуется сухим остатком. Он получается в результате выпаривания профильтрованной воды и просушки остатка до постоянного веса. Опыт работы лабораторий по анализу качества воды показал, что к наиболее распространенным загрязнителям воды (содержание компонентов превышает нормативы), скажем, в Московской обл., можно отнести железо, марганец, сульфиды, фториды, соли кальция и магния, органические соединения и др. Какие же отрицательные свойства воде могут придавать те или иные компоненты в случае их со-

Таблица 3. Классы качества воды по микробиологическим показателям

Уровень загрязненности и класс качества вод	Общее число бактерий	Число сапрофитных бактерий	Отношение общего числа бактерий к числу сапрофитных бактерий
	106 клеток/мл	1000 клеток/мл	
Очень чистые, I	<0,5	<0,5	<1000
Чистые, II	0,5-1,0	0,5-5,0	>1000
Умеренно загрязненные, III	1,1-1,3	5,1-10,0	1000-100
Загрязненные, IV	3,1-5,0	10,1-50,0	<100
Грязные, V	5,1-10,0	50,1-100,0	<100
Очень грязные,VI	>10,0	>1000	<100

держания выше нормативов? Так, содержащееся в воде железо (более 0,3 мг/л) в виде гидрокарбонатов, сульфатов, хлоридов, органических комплексных соединений или в виде высокодисперсной взвеси придает воде неприятную красно-коричневую окраску, ухудшает её вкус, вызывает развитие железобактерий, отложение осадка в трубах и их засорение. При употреблении для питья воды с содержанием железа выше норматива человек рискует приобрести различные заболевания печени, аллергические реакции, др. Повышенное содержание марганца в воде оказывает мутагенное действие на человека. При уровнях в системе водоснабжения, превышающих 0,1 мг/л, марганец приводит к появлению пятен на сантехническом оборудовании и белье, а также к неприятному привкусу напитков. Присутствие марганца в питьевой воде может вызывать накопление отложений в системе распределения. Даже при концентрации 0,02 мг/л марганец часто образует пленку на трубах, которая отслаивается в виде черного осадка.

Химический состав воды характеризуется также активной реакцией — величиной pH (отрицательным ло́гарифмом концентрации водородных ионов в г/л воды). Величина pH показывает степень кислотности или щелочности воды. При pH = 7 вода имеет нейтральную реакцию, при pH больше 7 — щелочную, а при pH меньше 7 — кислотную.

Оптимальный физиологический уровень жесткости составляет 3,0-3,5 мг-экв/л. Жесткость выше 4,5 мг-экв/л приводит к интенсивному накоплению осадка в системе водоснабжения и на сантехнике, мешает работе бытовых приборов. Согласно инструкции по эксплуатации бытовой техники жесткость воды не должна превышать 1,5-2,0 мг-экв/л. Постоянное употребление внутрь воды с повышенной жесткостью приводит к накоплению солей в организме и, в конечном итоге, к заболеваниям суставов (артриты, полиартриты), к образованию камней в почках, желчном и мочевом пузырях. Существует такой показатель как перманганатная окисляемость (норматив 5 мг O_2/л, не более). Это общая концентрация кислорода, соответствующая количеству иона перманганата (MnOH), потребляемому при обработке данным окислителем пробы воды, который характеризует меру наличия в воде органических (бензин, керосин, фенолы, пестициды, гербициды, ксилолы, бензол, толуол) и окисляемых неорганических веществ (соли железа (2+), нитриты, сероводород). Органические вещества, обусловливающие повышенное значение перманганатной окисляемости, отрицательно влияют на печень, почки, репродуктивную функцию, а также на центральную нервную и иммунную системы человека. Вода, имеющая перманганатную окисляемость выше 2 мг O_2/л, не рекомендуется к употреблению. Наличие в воде сульфидов (сероводорода) придает воде неприятный запах, интенсифицирует процесс коррозии трубопроводов и вызывает их зарастание вследствие развития серобактерий. Сульфиды оказывают на человека токсическое действие и вызывают

раздражение кожи. Сероводород ядовит для живых организмов. Содержание фторидов в питьевой воде выше санитарных норм (не более 1,5 мг/л) оказывает вредное воздействие на здоровье человека. В последние годы российский рынок наполняется предложениями различных фирм по продаже и сервисному обслуживанию бытовых очистных установок. Естественно, что среди этих фирм очень много таких, которые занимаются только посреднической деятельностью и не имеют в своем штате квалифицированных специалистов и необходимого оборудования для качественной проверки воды. Доверить эту ответственную задачу можно только квалифицированным специалистам, так как для определения окончательного результата вода должна пройти тестирование не менее чем по 25 показателям. И только когда эти показатели будут отвечать европейским стандартам, можно будет с уверенностью считать, что из водопроводного крана потечет вода, сравнимая с водой тающих ледников.

Очистка воды

Степень очистки воды зависит от области ее применения, однако существуют определенные критерии, которым должна отвечать вода перед ее употреблением для хозяйственно-бытовых нужд. В целях экономии средств очистку воды следует производить в два этапа: очистку "хозяйственной" воды и очистку питьевой воды. Дело в том, что нормативы для "хозяйственной" воды, используемой для бытовых нужд, несколько занижены, поэтому себестоимость ее очистки будет меньше. Потребность в питьевой воде не такая большая, поэтому для ее очистки можно применять более дорогостоящие средства. Типовая схема водоочистки индивидуального коттеджа приведена на **рис. 5**. Что такое система очистки воды, например, для коттеджа? Это — завод в миниатюре. Однако хозяевам коттеджа не стоит опасаться сложностей техники. Современный уровень водоочистного оборудования обеспечивает почти полную

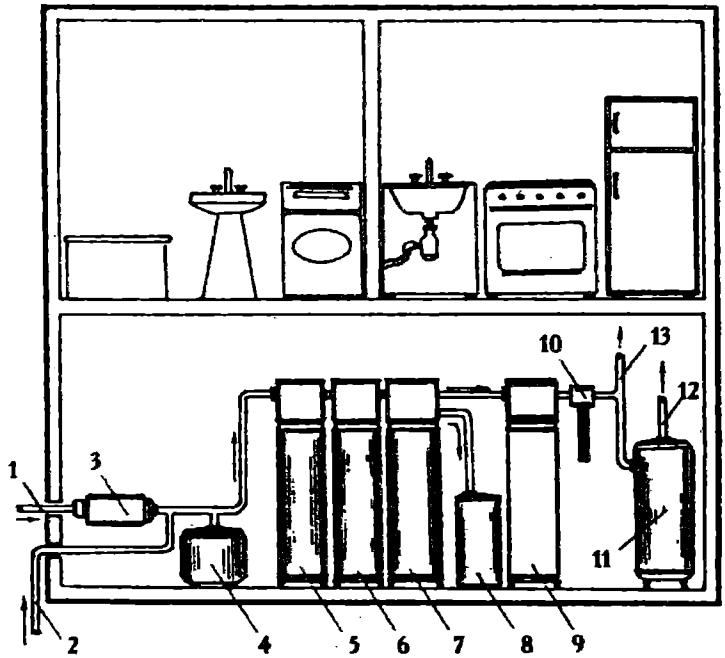


Рис. 5. Типовая схема водоочистки коттеджа:
1 — подача воды от водопровода; 2 — подача воды от погружного насоса; 3 — насос; 4 — пневмобак; 5 — осадочный фильтр; 6 — фильтр обезжелезивания; 7 — умягчитель воды; 8 — бак-солерастворитель; 9 — угольный фильтр; 10 — стериллизатор ультрафиолетовый; 11 — бойлер; 12 — подача горячей очищенной воды; 13 — подача холодной очищенной воды

автоматизацию. К сожалению, нет надежных и проверенных универсальных систем очистки воды, чтобы в одном аппарате избавиться сразу от всех загрязнений. Существует конкретное оборудование для очистки воды от конкретных примесей. И чтобы весь этот комплекс работал на человека, чтобы он всегда давал приятную чистую воду, необходимо подбирать его части строго индивидуально для каждого объекта. Традиционная схема очистки воды включает в себя несколько этапов. На фильтрах из толщи воды последовательно удаляются различные фракции взвешенных веществ.

При обработке воды коагулянтами и флокулянтами с последующим отстаиванием происходит окисление химических соединений с их дальнейшим осаждением. При обработке воды дезинфицирующими веществами или физическими методами происходит удаление загрязнений бактериального, вирусологического и паразитологического характера. Специальные технологии используются для освобождения воды от избыточной концентрации фтора, железа, марганца и проч. Для улучшения вкуса воды, удаления неприятных запахов и окисления органических соединений применяется озонирование.

Эффективность каждого из процессов очистки зависит от природных свойств исходной воды. Например, получивший широкое распространение в последнее время метод ультрафиолетового обеззараживания (УФО) неэффективен при повышенной мутности и содержании в воде ионов железа. При хлорировании воды с повышенной концентрацией органических веществ происходит образование опасных для здоровья человека хлорорганических соединений.

Выбор установки для очистки воды не так прост, как это может показаться с первого взгляда. Для этого недостаточно просмотреть рекламные проспекты и остановить свой выбор на установке, которая больше всего подходит по ценовым параметрам. Конечный результат во многом зависит от правильности способа очистки воды, а для этого сначала нужно получить и проанализировать следующую информацию:

— состав воды с учетом типичных сезонных колебаний, а также наличие и формы вредных примесей;

— технологические характеристики очистных установок, их надежность и бактериологическая устойчивость к воздействию тех или иных вредных факторов, присутствующих в воде;

— количество и состав отходов, получаемых при очистке воды и методах их утилизации;

— себестоимость очистки воды и всех процессов, связанных с этим;

— ремонтноспособность установки и возможность приобретения комплектующих деталей и очищающих материалов.

При всем многообразии установок предпочтение следует отдавать отечественным технологиям, как наиболее приближенным к реальным условиям, даже если они имеют несколько сниженные характеристики по сравнению с их зарубежными аналогами. И дело даже не в цене, хотя этот фактор имеет большое значение. В условиях нестабильности рынка может внезапно прекратиться поставка тех или иных элементов, необходимых для очистки, и в результате дорогостоящая установка окажется неработоспособной. В случае использования отечественных установок фактор риска значительно снижается. К основным проблемам, касающимся очистки воды, можно отнести:

— удаление нерастворенных частиц, взвесей и коллоидных веществ. Для этого используют механические фильтры;

— устранение "железистого" привкуса с помощью специальных фильтров для обезжелезивания;

— умягчение воды посредством умягчителей;

— неприятный запах, привкус и цвет удаляют с помощью угольных фильтров;

— бактериологическая загрязненность нейтрализуется с помощью ультрафиолетовых стерилизаторов, озонаторов или мембранных фильтров.

Очистка для бытовых нужд

Очистка для бытовых нужд обычно осуществляется в точке ввода водопроводной сети в дом. Основными процессами очистки воды является ее просветление и обеззараживание.

Просветление применяют для освобождения воды от взвешенных частиц, которые делают ее мутной. От крупных примесей вода освобождается процеживанием через решетки и сетки. Мелкие взвешенные частицы извлекают путем долговременного отстаивания

в отстойниках, где вода движется с небольшой скоростью. Время оседания взвешенных частиц зависит от их размера. Чем меньше частицы, тем больше времени требуется для их осадки. Коллоидные частицы находятся во взвешенном состоянии и не осаждаются.

Чтобы сократить время отстаивания воды и получить более просветленную воду, применяют *коагулирование*. Для этого в воду добавляют химический реагент — коагулянт, который, реагируя с солями, создает хлопья. Хлопья выпадают в виде осадка, захватывая за собой частицы суспензии и коллоидного вещества, которое содержится в природной воде. Для просветления воды может использоваться фильтрование, то есть пропуск воды через слой фильтрующего материала.

Как правильно подобрать и смонтировать необходимое оборудование, чтобы обеспечивалось оптимальное соотношение "цена—качество"? Лучше всего эту работу выполнять вместе со специалистами фирмы, профессионально занимающейся водоочисткой. Плюсы и минусы каждого варианта обязательно оговариваются индивидуально с заказчиком. Выбранное решение должно устраивать заказчика по всем показателям. Фирма, которая осуществляет поставку и монтаж комплексных систем водоочистки должна осуществлять и сервисное обслуживание установки.

Оборудование для очистки воды представлено на современном рынке в широком ассортименте. Самое популярное и современное оборудование для удаления примесей из воды — это фильтры-автоматы баллонного типа, в частности системы "Autotrol" **(рис. 6)** фирмы "Osmonics" (США). Достоинство этих фильтров заключается в том, что участие человека в их обслуживании сводится к минимуму, а надежность работы проверена многолетним опытом. Интересно и то, что системы "Autotrol" постоянно модернизируются в соответствии с требованиями времени, и сейчас появились новые, более современные и относительно недорогие модификации, способные заменить дорогие аналоги.

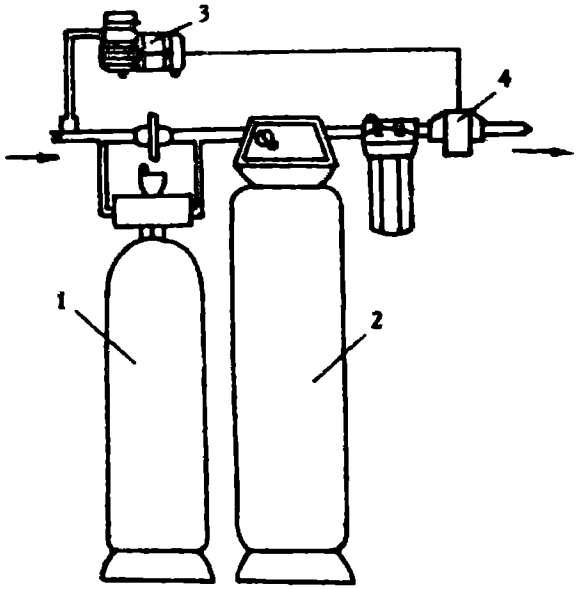


Рис. 6. Фильтр—автомат системы "Autotrol":
1 — аэрационная колонна; 2 — обезжелезиватель; 3 — компрессор;
4 — датчик давления потока воды

Фильтры подразделяются на группы — обезжелезиватели (для удаления железа), умягчители (для удаления солей жесткости), фильтры механической очистки, угольные фильтры (для улучшения вкуса, удаления запаха). Система "Autotrol" самая совершенная на сегодняшний день технология обезжелезивания воды. Она имеет самые низкие эксплуатационные расходы. Только эта технология позволяет полностью удалить из воды железо и сероводород, эффективно работает при концентрации железа в исходной воде до 10 мг/л. На выходе из системы получается кристально чистая, прозрачная вода.

Аэрация осуществляется нагнетанием воздуха в аэрационную колонну **(см. рис. 6)**, расположенную перед фильтром обезжелезивателем при помощи воз-

душного компрессора. Малошумный компрессор способен подавать до 500 л воздуха в час при противодавлении 6,0 кг/см². Включение и выключение компрессора происходит по сигналу с датчика потока, который установлен после фильтра обезжелезивателя. Внутри корпуса фильтра помещен фильтрующий материал AMDX и BIRM. Кислород, находящийся в воздухе, окисляет растворённое железо, которое выпадает в осадок и задерживается в толще фильтрующей загрузки. Избыток воздуха и растворённые газы (сероводород, углекислота и т. д.) удаляются с помощью воздухоотделительного клапана в верхней части аэрационной колонны. Промывка и восстановление работоспособности фильтра осуществляется без применения каких-либо химических веществ обратным током исходной воды. Работа фильтра полностью автоматизирована.

В бытовых условиях хорошо зарекомендовали себя самопромывные сетчатые фильтры грубой очистки производства немецкой фирмы Honeywell. Конструкция этих фильтров позволяет осуществлять их промывку без прекращения подачи воды потребителю. Фильтрующим элементом является сетка с размером ячеек от 100 до 200 мкм. Для автоматизации процесса промывки применяется таймерное устройство с сервоприводом. Для грубой очистки воды от механических примесей в коттеджах обычно устанавливаются модели HONEYWELL F74 или F76.

Промывка сетки производится в автоматическом режиме с помощью программируемого клапана. Частота промывки сетки с помощью этого клапана может быть установлена в 16-ти вариантах в интервале от 3 минут до 4 месяцев. Фильтр Honeywell не требует в процессе эксплуатации замены картриджа.

HONEYWELL принимает на себя первый удар самой грязной воды и отфильтровывает грубые механические примеси, обеспечивая надёжную защиту остального водоочистного оборудования. Более дешёвые картриджные фильтры не справляются с очисткой исходной воды. Они очень быстро забиваются

и возникает необходимость ежемесячно приобретать и менять картриджи.

Для тонкой очистки воды (полировки) после фильтра обезжелезивателя устанавливаются патронные фильтры UNI. В качестве фильтрующего элемента используется сменный высокопроизводительный картридж, задерживающий частицы размером до 7 мкм. Так как на этот фильтр поступает уже чистая вода, он не требует частой замены картриджа и обладает очень большим ресурсом.

В некоторых случаях, когда исходная вода содержит изрядное количество примесей илистого характера, не обойтись без установки фильтра механической очистки засыпного типа. Сетчатый фильтр в этом случае будет быстро забиваться.

На втором этапе воду обеззараживают. Для этого воду хлорируют, пропускают через ультрафиолетовые стерилизаторы или другие установки, убивающие болезнетворные микроорганизмы. Фильтры — обеззараживатели предназначены главным образом для удаления из воды железа, марганца, находящихся в растворенном состоянии. В качестве фильтрующей среды используются различные природные вещества, включающие в свой состав двуокись марганца и выполняющие роль катализатора реакции окисления. В результате этой реакции растворенные в воде железо и марганец переходят в нерастворимую форму и выпадают в осадок. Этот осадок задерживается в слое фильтрующей среды и в дальнейшем вымывается в дренаж при обратной промывке.

Реагентную технологию пропорционального дозирования перманганата калия целесообразно использовать при очень высоких концентрациях в воде железа (более 10 мг/л) и марганца (более 0,4 мг/л). Для ее применения в трубопровод перед фильтром обезжелезивателем поступает дозируемая порция раствора перманганата калия **(рис. 7)**. С его помощью происходит окисление растворенной формы железа, а также частичное обеззараживание и снижение других вредных примесей с обра-

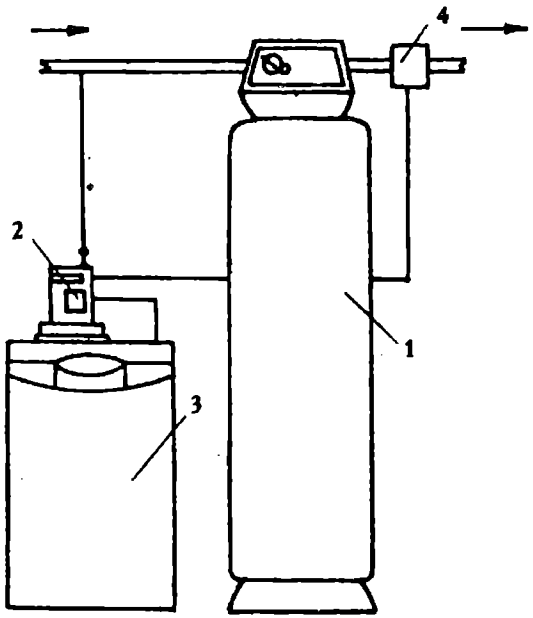


Рис. 7. Реагентная установка пропорционального дозирования: 1 — обезжилевиватель; 2 — насос-дозатор; 3 — растворный бак; 4 — водосчетчик

зованием осадка, который хорошо задерживается в толще фильтрующего материала. Для дозирования перманганата калия используется автоматический комплекс пропорционального дозирования. В его состав входят: насос-дозатор, растворный бак и водосчётчик. Дозирование раствора проходит пропорционально расходу воды — по сигналу импульсного водосчётчика, установленного после фильтра обезжелезивателя. Восстановление способности фильтра извлекать железо осуществляется без применения каких-либо химических веществ путем промывки слоя фильтрующего материала обратным током исходной воды.

Ультрафиолетовое бактерицидное излучение представляет собой электромагнитное излучение в интервале длины волны 205-315 нм. Этот вид излучения обладает энергией, достаточной для воздействия на хи-

мические связи в живых клетках. Бактерицидный ультрафиолет не изменяет химический состав и вкусовые качества воды в отличие от хлорирования и озонирования. Обеззараживание под действием УФ-облучения выполняется при помощи специальных установок **(рис. 8)**. Установка ультрафиолетового обеззараживания — это устройство, в котором на поток воды воздействует ультрафиолетовое излучение. Это позволяет практически мгновенно за 2-3 секунды обеззараживать всю жидкость, проходящую через установку. С точки зрения потребителя, "ультрафиолет" — весьма выгодное приобретение. Это прежде всего надежное, практически мгновенное уничтожение всех возбудителей болезней, находящихся в воде. Установка обладает большой долговечностью. Невысокие материальные затраты на монтаж и эксплуатацию выгодно отличают УФ-оборудование от других методов очистки. Так, для обеззараживания 1 м^3 воды потребуется всего 0,01-0,02 кВт электроэнергии. Выбор типа и количества УФ-установок для каждого конкретного случая зависит от максимального расхода воды и коэффициента поглощения УФ-излучения водой.

На третьем этапе воду умягчают. Для этого можно использовать фильтры-умягчители, представляющие собой целый класс устройств, служащих для снижения жесткости воды. Фильтры этого типа могут обладать комплексным действием и способны удалять из воды определенные количества железа, марганца, солей тяжелых металлов, органических соединений. В этих установках в качестве фильтрующего материала используются высококачественные ионнообменные смолы, имеющие высокую обменную емкость и отличные механические характеристики, что обеспечивает длительный ресурс их работы.

Установки умягчения воды позволяют полностью устранить все проблемы, связанные с присутствием в воде солей жесткости, а именно:

— предотвратить образование накипи в системах горячего водоснабжения и отопления зданий;

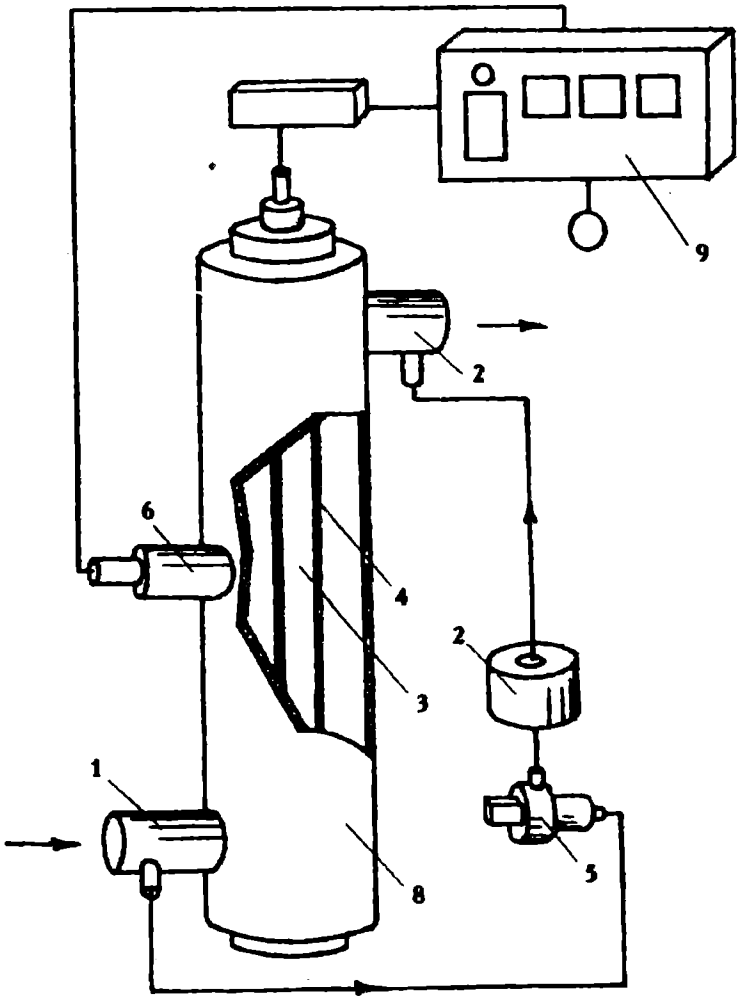


Рис. 8. Схема УФ—установки:
1 — подача воды; 2 — выход обработанной воды; 3 — УФ—лампа;
4 — кварцевый чехол; 5 — насос; 6 — УФ—датчик;
7 — промывочный бак; 8 — корпус; 9 — пульт управления

— защитить бытовые водонагревательные приборы (в том числе стиральные и посудомоечные машины);

— улучшить состояние волос и кожного покрова.

На сегодняшний день существует только одна эффективно работающая и экономически оправданная технология умягчения воды — умягчение на ионнообменных смолах.

Другие методы — радиочастотная и магнитная обработка воды не удаляют соли жёсткости, а на время "связывают" их, не давая им откладываться на поверхности в виде накипи. По мнению многих авторитетных учёных, данные методы являются экспериментальными и требуют дополнительных научных исследований. Мало кто захочет превращать свой коттедж в экспериментальную лабораторию, поэтому эти методы нами не рассматриваются.

Эффективная технология умягчения на ионнообменных смолах реализована в автоматических фильтрах—умягчителях **(рис. 9)**:

Жесткая вода, поступая в фильтр-умягчитель, проходит через слой ионнообменной смолы, засыпанной в фильтрующий резервуар, и освобождается от солей жёсткости. Происходит ионный обмен: ионы кальция и магния, определяющие жёсткость воды, замещаются на ионы натрия, которыми насыщена смола. При истощении смолы автоматический управляющий клапан переводит фильтр в режим регенерации, и смола восстанавливается водным раствором высокоочищенной поваренной соли (NaCl), автоматически подающейся из бака солерастворителя. Происходит обратный процесс замещения накопленных ионов жёсткости на ионы натрия из солевого раствора. И умягчитель снова готов к работе! Все эти процессы происходят автоматически и единственное, что потребуется, это раз в месяц засыпать таблетированную соль в бак-солерастворитель и конечно же, очередной раз полюбоваться на высокотехнологичное оборудование. Таблетированную соль для умягчителей продают практически все фирмы, специализирующиеся на водоочистке.

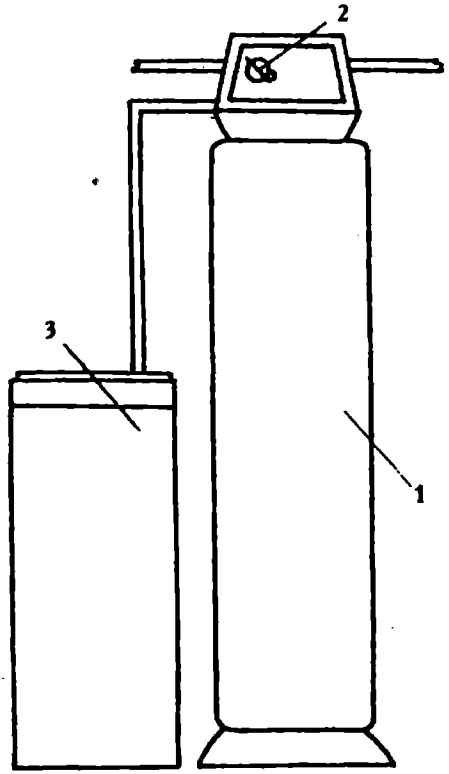


Рис. 9. Автоматический фильтр-умягчитель:
1 — реверсуар фильтрования; 2 — управляющий клапан;
3 — солерастворитель

Компактность, высокая эффективность, простота обслуживания установок делают их незаменимыми для использования в быту, а наличие целого ряда моделей всегда позволяет выбрать установку с оптимальными для конкретных условий параметрами

На завершающем этапе воду пропускают через угольные фильтры, которые давно применяют для улучшения органолептических показателей воды. Благодаря своей высокой адсорбционной способности активированный уголь эффективно поглощает хлор,

растворенные газы, органические соединения, устраняя тем самым посторонний привкус, запахи и цветность. Для этого в современных угольных фильтрах используют специальные угли с бактериостатическими присадками.

Бывает, что импортная техника не может справиться с высоким содержанием примесей в воде (наиболее характерный пример — превышение содержания железа в артезианских водах Подмосковья). Тогда спасает применение специально разработанных устройств. Установки и системы дозирования "Санатор" окисляют железо и марганец, а также дезинфицируют воду при ее бактериальном заражении, удаляют посторонние запахи и сероводород. Комплекс, совмещающий работу американского автомата-обезжелезивателя с отечественным "Санатором", увеличивает общий ресурс работы оборудования практически при любом содержании железа в воде на 50-80 процентов. И все это в автоматическом режиме, что соответствует требованиям эксплуатации в составе с импортными фильтрами-автоматами.

Существует также оборудование, обрабатывающее воду нестандартными способами. Надежную защиту от отложения солей жесткости (от накипи) обеспечивает прибор "Термит". Этот компактный, простой в применении прибор защищает от накипи водонагревательное оборудование, водопроводные коммуникации, гидромассажные ванны, бытовую технику. Накипь просто не образуется!

Очистку питьевой воды лучше осуществлять на конечном водоразборном кране. Обычно это кухонный смеситель, из которого берут воду для питья и приготовления пищи. В фильтрах для очистки питьевой воды чаще всего для фильтрующего элемента используется сорбент (поглотитель вредных веществ). В большинстве случаев это активированный уголь, полученный из скорлупы кокосового ореха. Именно он используется ведущими производителями

водоочистителей. Уголь позволяет очистить воду от растворенных в ней органических соединений, хлора и микроорганизмов, в то же время сохранив в ней полезные вещества. Более тридцати производителей поставляет на российский рынок свои очистительные установки, утверждая, что их продукция самая эффективная. Разобраться в таком многообразии совсем непросто. Питьевая вода должна пройти несколько этапов очистки. Важно очистить воду от болезнетворных бактерий. Затем удаляются растворенные соли натрия, магния и калия, т.к. их присутствие негативно отражается на здоровье человека и вызывает образование накипи на бытовых приборах (стиральная машина, посудомоечная машина, чайник и т.д.) Для бытовой очистки воды, как правило, достаточно установить систему фильтров.

Фильтры

Кувшинные фильтры представляют собой самый простой вариант очистки воды, предназначенной для питья. Этим водоочистителям не нужен водопровод: просто наливают в него воду, которая просачивается через сменное фильтрующее средство (засыпка или картридж) в нижерасположенный сосуд. Однако такие фильтры имеют недостатки, так как вода фильтруется медленно (примерно три литра в минуту), а у фильтрующего модуля очень маленький ресурс (150-300 литров). Его приходится менять каждый месяц, в результате чего затраты за год могут превысить стоимость самого фильтра. Среди фильтров типа "Кувшинка" можно отметить такие марки, как "Барьер", "Кеосан", "Источник "БИО", Brita, Kenwood, PUREit и др. Сменные элементы во многих из них многослойны и включают в себя активированный уголь, часть которого обработана серебром, а также ионообменные смолы.

Картриджные фильтры состоят из нескольких корпусов с установленными внутри картриджами различ-

ных типов — осадочным, угольным, умягчения и т.д. Производительность — 600 л/ч. Такие фильтры дешевы, компактны и просты в эксплуатации. Достаточно удобны в использовании фильтры-насадки на кран (Аквафор Модерн, Аквафор В300 и т.д.) **(рис. 10)**. С помощью специального переходника они легко и быстро надеваются на кран только на время водоочистки. Скорость фильтрации воды и ресурс фильтрующего модуля при этом значительно возрастают. Основным достоинством фильтров такого типа является то, что отпадает необходимость сверления в раковине отверстия для закрепления крана выпуска очищенной воды.

Рис. 10. Картриджный фильтр-насадка

Стационарные фильтры могут подключаться к общему водоразборному крану или иметь отдельный кран для питьевой воды. Для этого под кухонной мойкой монтируется компактная установка, которая подключается к магистрали холодной воды. Обычно это патронные картриджные системы, предназначенные для использования в схемах водоснабжения квартир, загородных домов и коттеджей. Примером стационарных фильтров с отдельным краном для питьевой воды могут

служить установки Аквафор Соло, Дуэт, Трио, Аквафор В150 **(рис. 11)**. Для получения чистой воды достаточно открыть кран и вода потечет практически с обычной скоростью. Как правило, эти фильтры имеют большой (до 15 000 литров) ресурс, они компактны и просты в обслуживании. Достоинство оборудования такого типа состоит в том, что отпадает необходимость использования ресурса фильтрующей установки при разборе воды, не требующей очистки высокого качества, например, для мытья посуды и т.п.

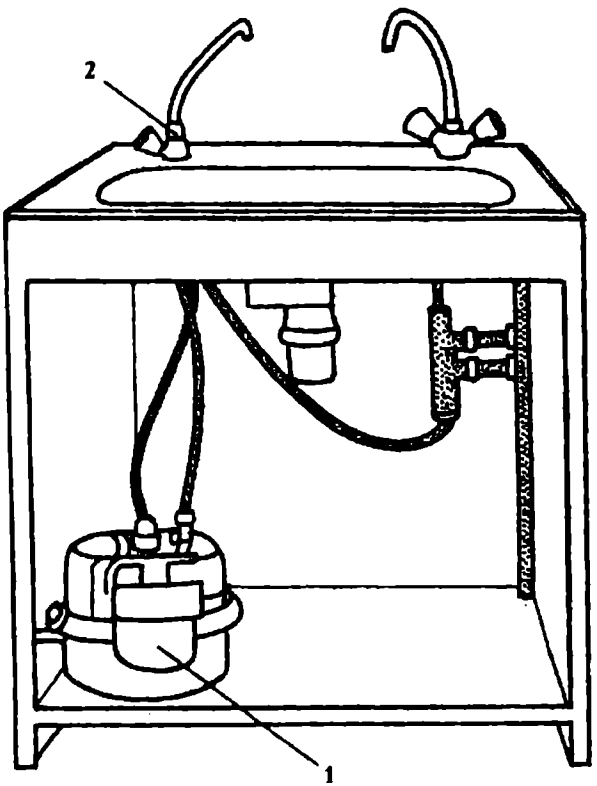


Рис. 11. Фильтр с отдельным краном для питьевой воды: 1 — фильтр "Аквафор В-150"; 2 — кран для питьевой воды

Сейчас фирмы предлагают потребителю портативные установки несколько иного типа, позволяющие в домашних условиях получить питьевую воду высокого качества. Для очистки воды используется озон, получаемый при электрическом разряде. В качестве примера приведем продукцию фирмы "ОЗОНОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ", выпускающей бытовой очиститель воды "Аквамама". Его действие основано на способности озона обеззараживать воду, уничтожая бактерии, вирусы и другие микроорганизмы, а также переводить ряд органических соединений и ионы металлов в нерастворимое в воде состояние. Прибор изготавливается из трех блоков: озонатора, фильтра механических примесей и сорбционного блока с активированным углем. Прибор укомплектован адаптером для подсоединения к водопроводной сети, краном чистой воды и трубопроводами. Внутри корпуса озонатора находится устройство для получения озона, а также звуковой и световой индикаторы ресурсов фильтр-патронов. Вакуумное реле обеспечивает автоматический режим работы озонатора при расходе воды 1,5-3 л/мин. При этом давление в подводящей магистрали должно быть не менее 2 атм. В режиме очистки горит лампа — индикатор "Озон". Если ресурс фильтрующих элементов выработан более чем на 90%, включается звуковая и световая индикация "Ресурс".

Очиститель может устанавливаться под раковиной или над столом, а включают его в электрическую розетку с заземляющим контактом. Холодная вода подается в прибор с помощью адаптера, а введение озона осуществляется инжектором. Насыщенная озоном вода проходит через фильтр — патроны с активированным углем и затем, уже очищенная, поступает в водоразборный кран. При этом температура воды, поступающей в прибор, не должна превышать 30°С. Максимальная производительность установки — 3 л/мин., ресурс блока с активированным углем достигает 30 тысяч литров. Потребляемая электрическая мощность не превышает 7 Вт.

Используя очистные установки, следует придерживаться определенных правил, чтобы качество очищенной воды удерживалось на уровне, предусмотренном изготовителем водоочистителя. К основным таким правилам можно отнести:

— проточные фильтры (независимо от принципа очистки) нужно всегда устанавливать с использованием водопроводного крана или встроенного регулятора, настроенного на предписанный расход воды, иначе эффективность очистки снизится;

— картриджи нужно менять немедленно после выработки ресурса, в противном случае через фильтр будет проходить неочищенная вода;

— при замене картриджей необходимо следить за их размещением, так как они имеют одинаковые установочные размеры и легко подходят к разным корпусам приборов.

Из приведенных выше примеров видно, что даже небольшой обзор существующих систем очистки воды доказывает, что современными методиками можно добиться эффективной очистки воды, гарантируя семье полную безопасность.

РАЗДЕЛ IV.
КОЛОДЦЫ

Опыт строительства колодцев веками накапливался нашими предками. Несмотря на то, что колодец является, пожалуй, самым древним инженерным сооружением для получения воды, свою актуальность он не потерял и в наши дни.

Самое интересное, что за прошедшие столетия практически ничего не изменилось — та же шахта, доходящая до воды и "одетая" или деревянным срубом, или камнем, или железобетонным кольцом, та же (в большинстве случаев) ручная технология строительства **(рис. 12)**. Несмотря на то, что позже появились водозаборные скважины, колодцы для автономного водоснабжения остаются весьма популярными среди владельцев загородных домов. Колодец дешев, его устройство позволяет поднимать воду без электричества, а при очистке не требуется специального оборудования.

Колодец — жизненно важное сооружение на участке, даже если участок имеет централизованную систему водоснабжения. Каким будет колодец (шахтным или трубчатым) — зависит от глубины водоносного слоя. Шахта трубчатого колодца выполнена в виде сплошного ствола, стены которого непроницаемы для грунтовых вод. Колодцы строят на расстоянии 30-50 м от дворовых туалетов, помойных ям, хозяйственных построек. Пользоваться водой из любого типа колодца можно после проведенного органами санэпидемнадзора анализа на бактериальное и химическое загрязнение. Строят колодцы на наиболее высоком месте участка. Устройство колодцев начинают с поиска воды под землей,

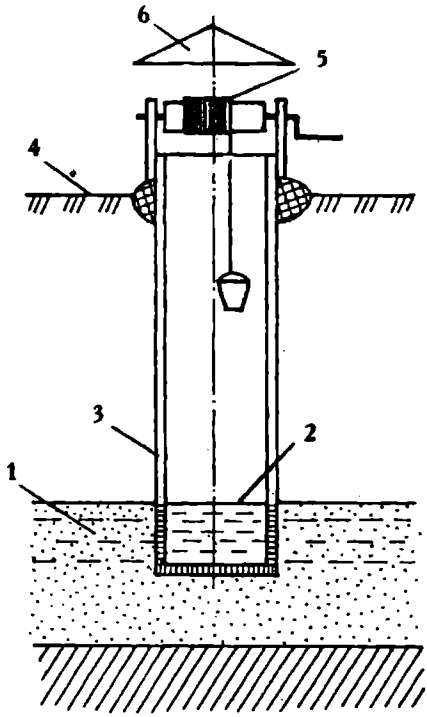


Рис. 12. Простейший колодец с водозабором посредством ворота и ведра:
1 — водоносный слой; 2 — уровень воды в колодце; 3 — шахта колодца; 4 — уровень планировки участка; 5 — ворот с ведром; 6 — вонт

с заготовки материалов, инструментов. Лучшее время для копания колодцев — конец августа, когда уровень стояния грунтовых вод наиболее низкий. Состоит шахтный колодец из ствола, водоприемной части и оголовка — верхней надземной части шахты. Стволы колодезных шахт могут быть круглыми, прямоугольными, с поперечным размером в пределах 1-1,5 м. Размер ствола определяется в основном удобством при производстве работ.

Деревянные колодцы

Шахты деревянных колодцев делают из бревен диаметром 12-18 см, пластин толщиной 9-12 см, из брусьев или просто толстых досок **(рис. 13)**. Для сооружения шахт колодцев используют наиболее долговечные породы древесины: дуба, лиственницы или сосны. Древесина для сруба шахты колодца должна быть водоустойчивой и не портить вкус воды. Кроме того, древесина должна быть прямослойной, удобной для обработки, совершенно сухой и не зараженной жуками-дровоедами и грибковыми заболеваниями. Чем качественнее используемая древесина, тем дольше она служит. Частый ремонт колодцев нежелателен, так как он отнимает много времени и требует постоянного запаса материалов.

Дуб — самая прочная древесина для устройства подводной и надводной частей сруба. В надводной части он служит 20-25 лет, а в подводной — еще больше. Правда, первое время дуб придает воде неприятный привкус, потому что в нем содержится много дубильных веществ. Но это быстро проходит после откачки воды из нового колодца. А если в колодце вода проточная, то откачка воды вовсе не потребуется и вода быстро приобретает свой природный вкус. Практически не остается дубильных веществ в дубовой мореной древесине. Мореной древесина становится оттого что она длительное время находилась в воде и в ее поры проникли растворенные в воде соли железа. От реакции этих солей при контакте с дубильными веществами появляется ржавчина, которая заполняет поры и окрашивает древесину в черный цвет. Обрабатывать мореную древесину тяжело, но зато она долгие годы не загнивает.

Лиственница служит столько же, сколько и дуб. Привкуса воде не придает. В надводной части сруба лиственница служит не менее 20 лет.

Сосна имеет прямую качественную древесину, которая хорошо обрабатывается. В надводной и подводной части сруба сосна служит более 15 лет. Незначитель-

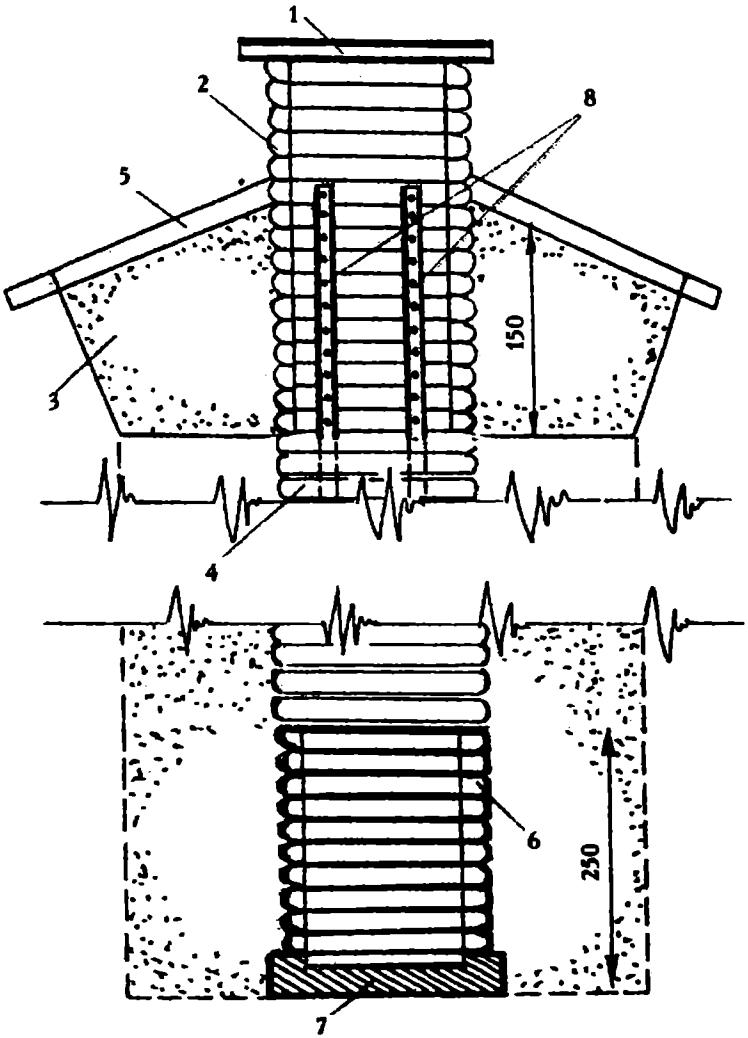


Рис. 13. Шахтный деревянный колодец (размеры в см):
1 — крышка колодца; 2 — оголовок; 3 — насыпь под отмостку;
4 — венцы; 5 — отмостка; 6 — водоприемный сектор; 7 — зумпф;
8 — вертикальные доски для жесткой фиксации венцов сруба

ный привкус, который придают воде смолы, содержащиеся в древесине сосны, быстро исчезает.

Для того, чтобы построить колодец, необходимо выкопать шахту, удаляя грунт ручным или механизированным способом, и соорудить ствол. Способы сооружения колодцев зависят от их глубины и состояния грунта. Когда водоносные слои расположены на большой глубине, технология устройства колодца затрудняется, так как приходится рыть и поднимать на поверхность большое количество грунта. Работа усложняется из-за насыщенности грунта водой. Существует множество технологий оборудования ствола шахтного колодца.

Самый простой способ устройства колодцев применяется в плотных грунтах. Шахту разрабатывают на всю глубину, после чего сооружают ствол в виде сруба. Чтобы стены шахты не осыпались, их устраивают с откосами или укрепляют щитами деревянной опалубки. Для того чтобы снизить давление на стенки шахты, вырытый грунт удаляют на расстояние не менее 10-15 метров. Конечно, такой колодец можно установить только при небольшой глубине залегания водоносных грунтов, так как вырыть шахту достаточной глубины и добиться того, чтобы стенки ее не осыпались, практически невозможно.

Сруб представляет собой бревенчатую конструкцию без пола, обрешетки и крыши и состоит из определенного количества венцов, уложенных друг на друга. Подбирая бревна для сруба, нужно соблюдать условие, чтобы стволы были прямые со сбегом не более 1 см на один погонный метр длины. Диаметр бревен, по возможности, должен быть одинаковым с разницей в верхнем отрубе не более 3 см. В противном случае стены шахты получатся перекошенными. Для того чтобы получить венец, торцы бревен от комля стесывают с внутренней стороны до толщины, равной верхнему диаметру. Теску выполняют от вершины к комлю, чтобы не было задиров. В процессе рубки сруба на толстый конец бревен кладут тонкий и после выполнения замкового соединения получают венец в виде прямоугольной бревенчатой конструкции.

Подготовку стеновых бревен начинают с устройства хотя бы одной ровной плоскости по всей длине бревна. Для этого все бревна со стороны, обращенной к шахте, отесывают на один кант. После отесывания кант строгают, так как отесанная древесина имеет много мелких заколов. В эти заколы попадает грязь, которая вместе с водой ускоряет гниение древесины и портит качество питьевой воды. Древесина должна быть абсолютно сухой, потому что намокая она набухает, увеличивается в объеме и уплотняет пазы и угловые соединения.

Необходимо следить за тем, чтобы в углах сруба бревна сходились толстыми и тонкими концами и чтобы эти концы были обрезаны ровно. Для этого используют специальный угловой шаблон. Существует несколько методик выполнения угловых врубок, основными из которых считается рубка "в чашу" и рубка "в лапу". Так как при технологии рубки "в чашу" концы бревен выходят за пределы стен, то при сооружении колодцев (особенно при опускном способе строительства) чаще всего используют угловую рубку "в лапу".

Если сруб шахты сооружают в отрытом на всю глубину котловане, то выбор методики рубки целиком и полностью зависит от желания рубщика. Все элементы сруба при укладке бревен "в лапу" подгоняются очень тщательно: любые отклонения могут привести к тому, что в шахту будут просачиваться грунтовые воды, и никакие уплотнения не помогут избавиться от этого недостатка.

Бревенчатая шахта относительно сложна в изготовлении и требует большого профессионального опыта. Более доступно изготовление сруба из пластин, брусьев или толстых досок. Их сплачивают по длине либо в четверть, либо впритык с плотной притеской, а углы соединяют в косую или простую "лапу" **(рис. 14)**.

При устойчивых грунтах (суглинки, глины) и сравнительно небольшой глубине колодца шахту роют на всю глубину и в нее устанавливают отдельными частями или венцами заранее изготовленный сруб. При большой глубине применяют опускной способ сооружения шах-

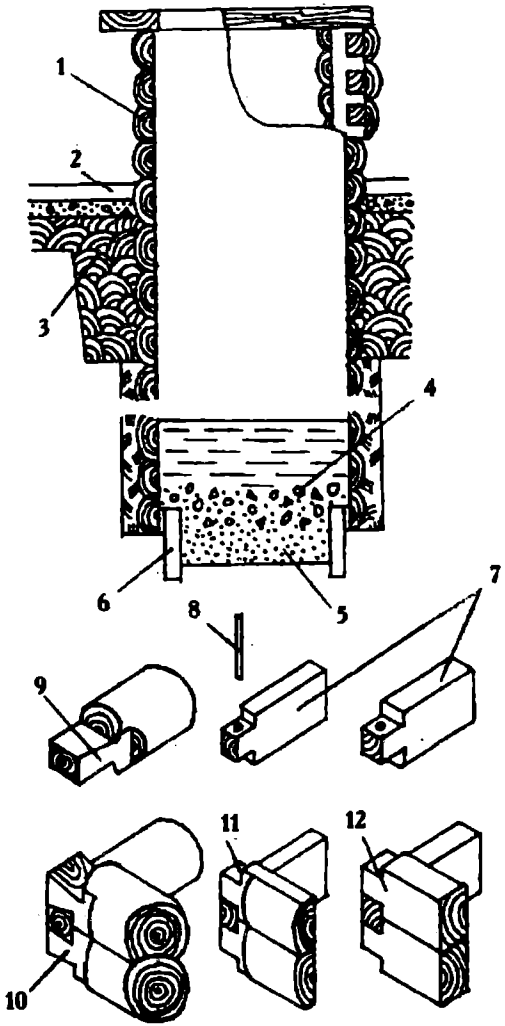


Рис. 14. Сруб шахтного колодца:
1 — сруб из деревянных пластин; 2 — отмостка; 3 — насыпь (глиняный замок) под отмостку; 4 — щебень или гравий; 5 — крупнозернистый песок; 6 — деревянный короб; 7 — простая "лапа"; 8 — дубовый нагель; 9 — косая "лапа"; 10 — угловое соединение сруба в косую "лапу"; 11 — угловое соединение пластин в простейшую "лапу"; 12 — то же из брусьев или толстых досок

ты. Для этого шахту роют на глубину 3-4 м, в ней собирают сруб, который затем опускают и наращивают по мере заглубления шахты. Перед установкой первого венца дно строго горизонтально выравнивают. Чтобы при опускании предотвратить отрыв верхних венцов сруба от нижних, их временно скрепляют изнутри вертикальными досками. Нижний венец сруба делают несколько большим по периметру, чтобы опускающийся ствол не застревал, соприкасаясь со стенками шахты.

После того, как ствол шахты будет выведен на уровень планировки, над колодцем устанавливают временную П-образную опору, вышку или треногу с лебедкой или балансиром для подъема из шахты грунта **(рис. 15)**. Все пазы между венцами сруба заполняют жирной мятой глиной, уплотняя ее, чтобы исключить просачивание воды в процессе заглубления ствола. Ни в коем случае нельзя конопатить венцы сруба изоля-

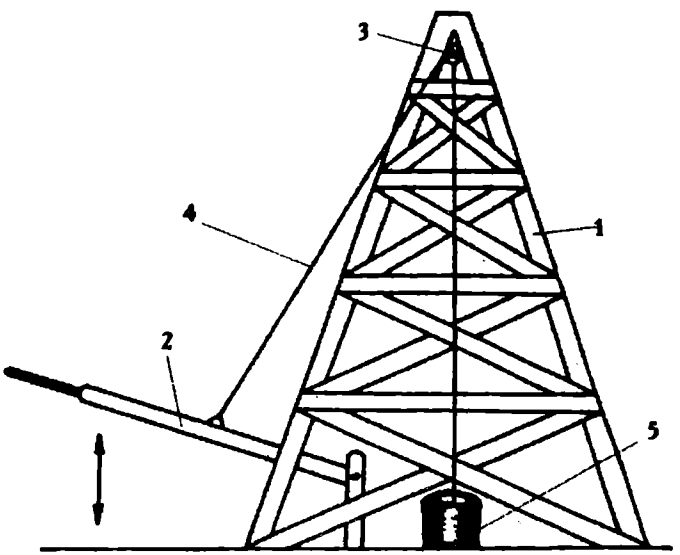


Рис. 15. Вышка для выемки грунта:
1 — корпус вышки; 2 — рычаг-балансир; 3 — блок; 4 — канат;
5 — емкость с грунтом

ционным материалом, как это делают при строительстве наземных сооружений. Изоляционные материалы быстро загнивают и портят качество воды. Категорически запрещается обрабатывать древесину шахты колодца противогнилостными составами. Грунт под стенками ствола удаляют лопатами, для чего один человек опускается в колодец. Учитывая, что при подъеме грунта человек остается внизу, тара для грунта и подъемные канаты должны быть испытаны на прочность с трехкратной перегрузкой.

По мере опускания сруба может произойти его защемление осыпающимся грунтом шахты. Чтобы это не случилось сруб лучше опускать по специальным направляющим **(рис. 16)**. Для этого с наружных сторон сруба по его углам крепят толстые доски, забивая гвозди в каждый венец сруба. Для надежности крепления сруба по каждой его стороне ставят дополнительные средние направляющие. Все это придает конструкции сруба дополнительную жесткость, которая так необходима при опускании. После этого вокруг сруба кладут толстые бревна, которые должны прилегать к направляющим вплотную. В углы, образуемые бревнами, забивают длинные прочные колья, и все дополнительно скрепляют металлическими скобами. Благодаря такой конструкции сруб опускается строго вертикально. После окончания установки ствола колодца направляющие остаются в грунте. Во время сборки сруба необходимо систематически проверять вертикальность его стенок отвесом и при самом незначительном перекосе тут же устранять неровности.

Если сруб перестает опускаться (его стены могут быть зажаты обрушившимся грунтом), его закрепляют в подвешенном состоянии путем установки нижнего венца с выступающими и заглубленными в грунт угловыми остатками. После этого сруб начинают наращивать снизу, подводя заранее изготовленные венцы. При достижении водоносного горизонта стены сруба желательно опустить на водоупорный слой, а для поступления воды в венцах сверлят отверстия.

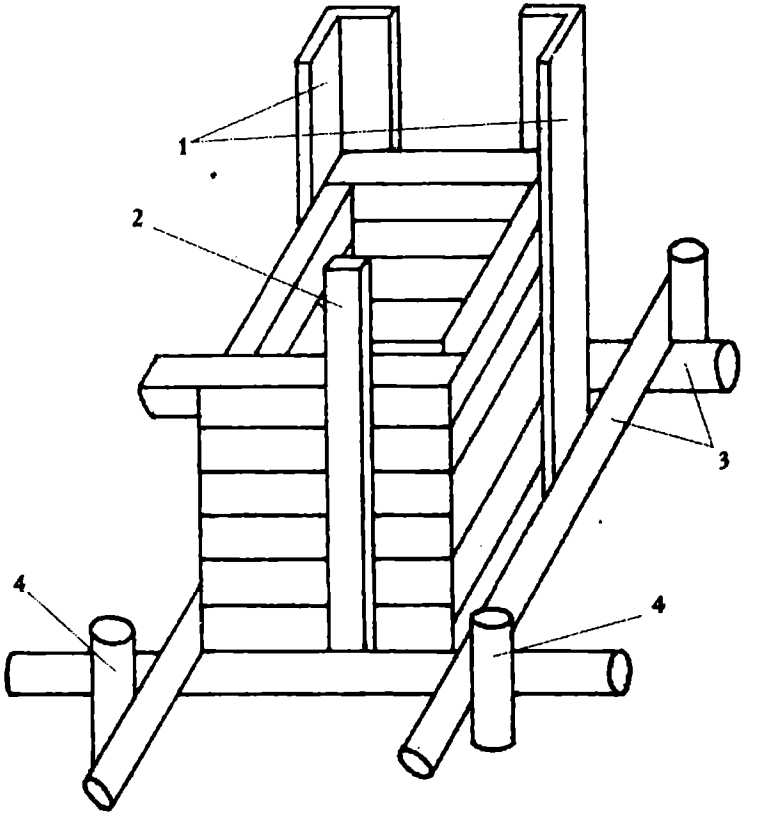


Рис. 16. Устройство для опускания сруба по шахте колодца: 1 — угловые направляющие; 2 — дополнительная направляющая; 3 — бревна; 4 — колья

Подведение венцов снизу сруба является самой тяжелой и малопроизводительной операцией. Здесь приходится не только подрывать грунт, но и выполнять много других трудоемких операций. Кроме выемки грунта и погрузки его в тару, необходимо подкладывать под низ сруба бревна или пластины. А чтобы они не падали, выполняют крепление стойками с подклиниванием и прижатием к ранее уложенным венцам. Для этого применяют домкраты, различные рычаги или ваги,

пользоваться которыми люди научились еще в далекой древности. По мере удаления грунта стойки снимают, укладывают следующий венец с поджатием и креплением стойками и т.д. Несмотря на то, что этот способ устройства сруба очень сложный и трудоемкий, он довольно широко распространен в некоторых регионах нашей страны. Самый последний венец устанавливают на длинные бревна, большие камни-плитняки или бетонные плиты. Между ними и венцом сруба забивают дубовые клинья, чтобы плотно прижать нижний венец к верхней части сруба и предотвратить возможность опускания сруба вниз.

Если из-за обильного поступления воды трудно подвести нижние венцы, вместо них устанавливают деревянную коробку, сбитую из толстых досок. Чтобы увеличить дебит воды, нижнюю часть сруба иногда делают с уширением **(рис. 17)**. На дно колодца насыпают крупнозернистый песок слоем 15-20 см, а сверху слой щебня толщиной 25-30 см.

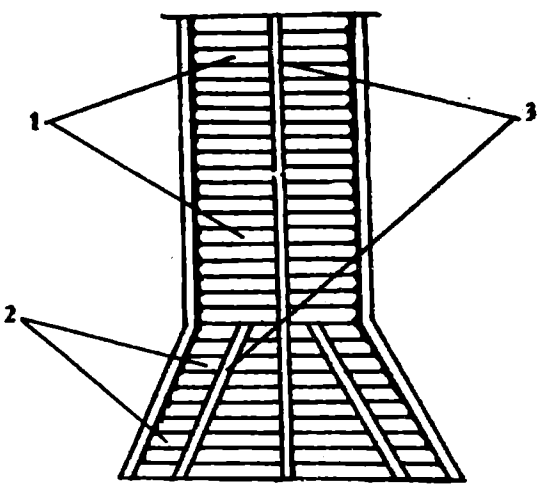


Рис. 17. Уширение нижней части сруба:
1 — венцы основной части сруба; 2 — расширяющиеся к низу венцы водоприемной части сруба; 3 — вертикальные фиксирующие доски

Земляные работы обычно выполняют вдвоем. Один роет шахту, второй вытаскивает грунт и страхует работу первого. При первых поступлениях воды один человек не сможет справиться с подъемом большого количества мокрого грунта, поэтому вверху работающего страхует несколько человек. Особое внимание следует уделить безопасности работающего внизу. Для этого в шахту ствола должна быть постоянно опущена лестница и канат, нижний конец которого обвязывают вокруг туловища работающего. Наверху постоянно должны находиться люди, которые всегда готовы прийти на помощь.

Особую опасность представляет загазованность шахты, которая в результате нехватки кислорода может привести работающего к потере сознания. Загазованность проверяют перед каждым спуском работающего, для чего опускают на проволоке или на прочном шнуре зажженную свечу. Если свеча при опускании гаснет или меняет степень свечения пламени — в колодце есть газ, который немедленно следует удалить. Существует несколько способов удаления газа из колодца. Самый простой из них называют **вымахиванием**. Для этого берут большой пук соломы или травы, связывают его веревкой, опускают в колодец и тут же вынимают. Операцию повторяют несколько раз, затем опять проверяют загазованность колодца. После всего рекомендуют опустить в колодец горящий пук соломы для полного удаления остатков газа.

Газ можно удалять вентилятором, пустой бадьей, закрытой рогожей, и другими методами, которые человечество изобрело за все годы своего существования. Самый надежный способ заключается в использовании естественной тяги переносной металлической печи. Для этого сверху у шахты колодца устанавливают металлическую печь **(рис. 18)**, в качестве которой можно использовать обыкновенную бочку. К поддувалу печи присоединяют вентиляционную трубу, нижний конец которой опускают в колодец. При топке печи естественная тяга удаляет со дна колодца скопившиеся газы. Ес-

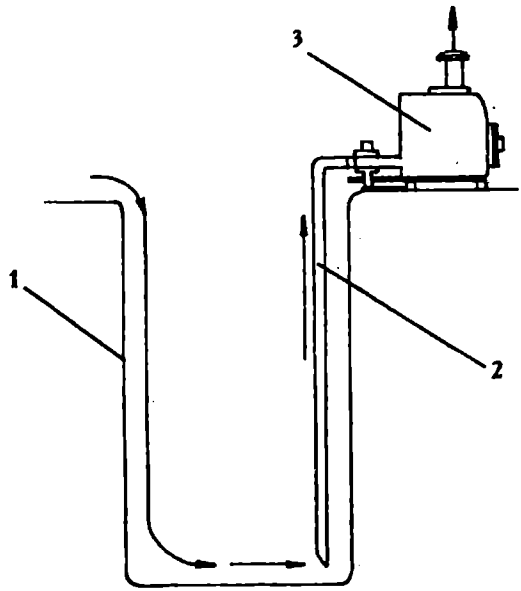


Рис. 18. Вариант вентиляции шахты колодца с помощью переносной печи:
1 — шахта колодца; 2 — вентиляционная труба;
3 — переносная печь

ли в шахте колодца обнаружен газ, то работать можно только при зажженной печи.

Землекоп должен работать в защитной каске. Грунт роют штыковой лопатой с укороченной ручкой, а удаляют с помощью большого ведра или бадьи.

Шахтные колодцы из мелкоштучных материалов

Шахты колодцев можно сооружать из плитных камней, хорошо обожженного полнотелого глиняного кирпича или бетонных блоков **(рис. 19)**. Особенностью таких колодцев является то, что шахту из мелкоштучных материалов нельзя соорудить опускным способом или наращивать снизу. Поэтому шахтные колодцы из мел-

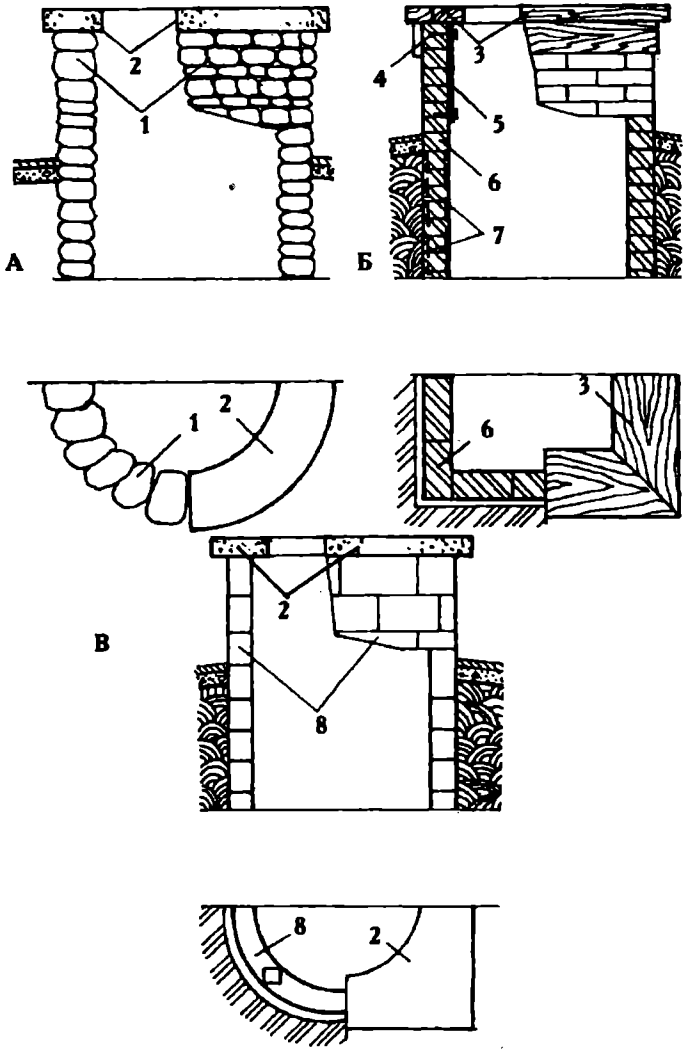


Рис. 19. Мелкоштучные материалы, вадействуемые при строительстве шахтных колодцев:
А — шахта из плитного камня; Б — из кирпича; В — из бетонных блоков; 1 — камень плитный; 2 — железобетон; 3 — доски; 4 — брус опорный; 5 — анкер; 6 — кирпич; 7 — арматура; 8 — блоки бетонные

коштучных материалов обычно строят на небольшую глубину, горизонтальная отметка которой регламентируется степенью безопасности от обрушения стенок котлована.

Материалы

Камень. Чаще всего для строительства применяют применяют бутовый плитняк. При необходимости камню придают нужную форму путем отесывания. Для внутренних работ лучше всего подходит вогнутая форма камней, из которых легко соорудить шахту круглой формы. Качество камня должно быть высоким, чтобы кладка получилась прочной и долговечной. Качество камня можно определить, нанося по нему удары молотком. Если камень издает чистый звук и не рассыпается, он годен для строительства колодца. Партия камней должна содержать не менее 70% кусков весом от 20 до 40 кг, а остальная часть партии может содержать более мелкие камни весом 2-5 кг, которые используют для расщебенки. Большие камни колют, так как работать с ними сложно. Перед укладкой камни очищают от пыли и грязи.

Кирпич. Для сооружения шахты колодца годится далеко не каждый кирпич. Больше всего подходит хорошо обожженный кирпич, покрытый глазурью. Кладка из него получается водостойкой и служит долго. Категорически противопоказан для колодцев белый силикатный кирпич, который боится влаги и в колодце может разрушиться. Нормально обожженный глиняный кирпич имеет красный цвет, а при ударе издает чистый звук. Недожженный кирпич желтого цвета и при ударе издает глухой звук.

Песок. Для приготовления растворов и бетонов применяют чистый речной песок. Песок с остроугольными зернами лучше сцепляется с цементным тестом, что придает раствору большую прочность. Загрязненный песок снижает прочность раствора или бетона. Если песок загрязнен, его перед употреблением просеи-

вают. Соли (сульфаты, сульфиды, хлориды, карбонаты) не должны превышать 1% по массе. Размер зерен песка может сильно колебаться в зависимости от его месторождения. Пески, имеющие мелкие зерна, дают растворы, которые быстро лишаются воды из-за поглощения ее основанием. Поэтому пески, имеющие высокий процент мелкой составляющей с размерами зерен меньше 0,02 мм, требуют много воды для затворения. Часто нужный материал приготавливают путем смешивания зерен различной величины.

Щебень. Из естественного камня дроблением горных пород получают щебень, который по размерам зерен подразделяют на фракции: 3-10, 10-20, 20-40, 40-70 мм. Марка щебня зависит от предела прочности при сжатии исходной горной породы в насыщенном водой состоянии и может колебаться от 200 до 1200. Щебень бывает шлаковый, из кирпичного или керамического боя.

Гравий. Рыхлую породу из нецементированных окатанных обломов горных пород размером 5-7 мм называют гравием. Гравий (аналогично щебню из естественного камня) подразделяется на марки.

Портландцемент — основной и наиболее распространенный гидравлический вяжущий материал, который используют при строительстве колодцев. По внешнему виду — это тонкомолотый порошок различных оттенков. Основной цвет портландцемента — серовато-зеленый. Для регулирования сроков твердения все нормированные цементы содержат, как правило, сульфат кальция в виде гипсовой породы или ангидрида. Сырьем для изготовления цемента является известняк и гипс, глинистый мергель или доменный шлак. Цемент состоит приблизительно из 3 частей известняка и 1 части глинозема.

Идеальным цементом для нижней кладки является т.н. компаундный цемент. Он применяется для закрывания газовых (нефтяных) скважин, у него очень высокая скорость схватывания.

Кирпичные кладки шахты колодцев

Толщина стенок колодцевой шахты из кирпича зависит от глубины колодца. Обычно стенки кирпичных колодцев имеют толщину 25 см (1 кирпич) или 37 см (1,5 кирпича). Кирпичную кладку ведут в заранее отрытом котловане по предварительно подготовленному основанию. Основанием для кирпичной шахты является рама, выполненная из металла, железобетона или мореного дуба. Наружный диаметр нижней рамы должен быть на 5-6 см больше наружного диаметра шахты. По всему наружному периметру наружной рамы закрепляют стальной нож, форма которого должна соответствовать форме рамы. Кроме нижнего основания изготавливают промежуточную и верхнюю рамы, которые представляют собой, как правило, деревянную конструкцию толщиной до 8 см и шириной, равной толщине кладки.

Прочность кирпичной кладки колодца увеличивают анкеровкой. Анкеры — стальные прутья диаметром 15 мм и более с резьбой на концах закрепляют гайками в отверстиях нижней и промежуточной рам **(рис. 20)**. Полученный таким образом каркас является основой, увеличивающей прочность и жесткость кирпичной кладки колодца.

Кирпичную кладку ведут на цементном растворе марки не ниже 150. Перед началом кладочных работ воду из колодца выкачивают, чтобы она не доходила до нижних рядов кирпичной кладки. В противном случае раствор может не схватиться и преждевременно потерять прочность. Первый и второй ряды кладки ведут тычками. Поскольку кладка круглая, то с наружной стороны между кирпичами остается большой зазор, который заполняют цементным раствором с расщебенкой. Для того чтобы стены шахты не пропускали грунтовые и поверхностные воды, швы кирпичной кладки заполняют раствором, не допуская пустых швов. При этом цементный раствор не должен выступать из швов кладки с лицевой стороны шахты. В противном случае во вре-

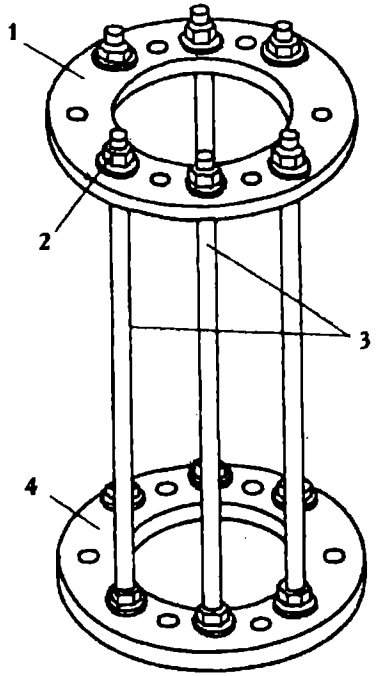


Рис. 20. Каркас для анкеровки кирпичной кладки колодца: 1 — верхняя рама; 2 — гайки с шайбами; 3 — арматура; 4 — нижняя рама

мя эксплуатации колодца куски цементного раствора могут отваливаться и засорять шахту колодца.

Остальные ряды кирпичной кладки могут вестись тычковыми или ложковыми рядами с обязательной перевязкой швов. Если кладку ведут ложковыми рядами, то через каждые 3-4 ряда для перевязки обязательно кладут тычковый ряд. По мере роста шахты внутри нее устанавливают подмости, на которых работает каменщик.

Сделать строго круглую кладку шахты колодца далеко не просто. Для облегчения работы кладку можно вести по предварительно изготовленному деревянному шаблону, форма которого соответствует форме шахты.

Шаблон постепенно поднимают, закрепляя его на стенках шахты специальными крючьями. Прочность кирпичной кладки значительно увеличивается, если через каждые 3-5 рядов выполнять горизонтальное армирование из оцинкованной проволоки толщиной 3-5 мм. Армирующая проволока должна находиться в толще кладки минимум 3-5 см от внутренней поверхности кладки.

Не доводя кладку на несколько рядов до промежуточной рамы, собирают второй каркас, который состоит из прутьев арматуры, закрепленных на промежуточной и верхней раме. После этого кирпичную кладку продолжают до самого верха шахты. В процессе кладки нужно выполнять штукатурку цементным раствором наружной стороны колодцевой шахты. Это защитит кирпичную кладку от грунтовых вод, в результате чего долговечность колодца значительно возрастет. Выполнять штукатурные работы с наружной стороны шахты после окончания кирпичной кладки не будет возможности, так как для этого потребуется рыть котлован большого диаметра и защищать его стенки от обвалов грунта. Пазухи между грунтом и кирпичной кладкой заполняют мятой глиной, создавая таким образом своеобразную гидроизоляцию.

Если вода должна поступать с боковых сторон колодцевой шахты, то в нижних рядах кладки оставляют отверстия, в которые затем вставляют фильтры из пористого бетона.

Для спуска в колодец с целью его периодической чистки можно заранее предусмотреть лестницу из стальных скоб, закрепленных в кирпичной кладке. Скобы располагают вразбежку на расстоянии 20 см одна от другой **(рис. 21)**. Скобы должны иметь надежное антикоррозийное покрытие, что значительно повысит долговечность лестницы. Внутреннюю поверхность шахты штукатурят цементным раствором после окончания кладочных работ.

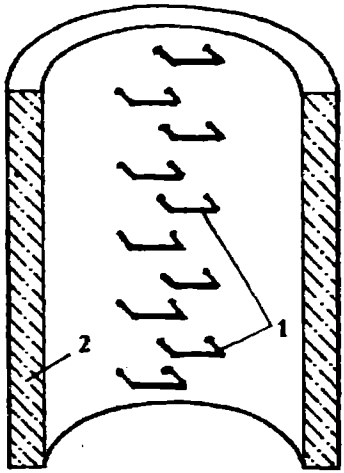


Рис. 21. Лестница из стальных скоб в шахте колодца:
1 — скобы; 2 — шахта колодца

Каменные колодцы

Каменная кладка выполняется так же, как и кирпичная. Различие состоит в том, что все кирпичи в отличие от камней имеют строгие размеры и форму. Поэтому сооружение из камня стенок шахты одинаковой толщины требует от каменщика определенного мастерства. Кладка выполняется из рваных камней (куски неправильной формы) или постелистых камней, имеющих две примерно параллельные плоскости. Камни укладывают на растворе так, чтобы между ними оставалось как можно меньше пространства, а швы были тонкими (10-15 мм). От толстых швов камни оседают, и кладка нарушается. Фрагмент каменной шахты колодца показан на **рис. 22**.

До начала кладки камни очищают от пыли и грязи, смачивают водой. Большие камни обычно раскалывают, так как их тяжело поднимать и не всегда удобно укладывать. Первый (нижний) ряд выкладывают из камней

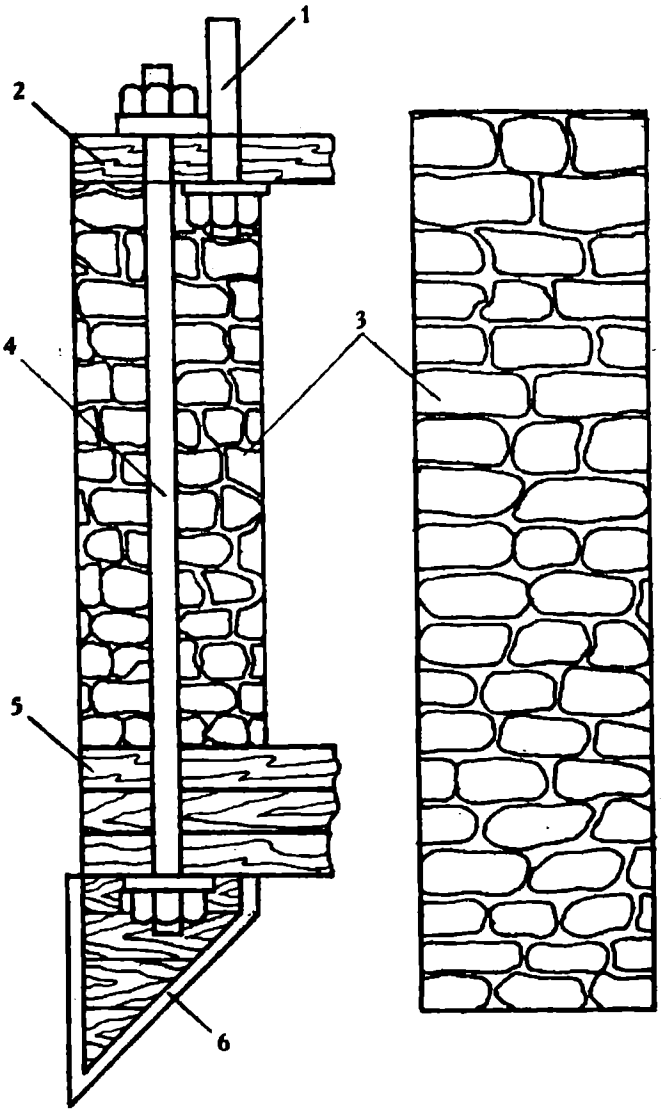


Рис. 22. Фрагмент каменной шахты колодца:
1 — стержень верхнего каркаса; 2 — рама средняя; 3 — каменная кладка; 4 — стержень нижнего каркаса; 5 — нижняя рама; 6 — стальной нож

больших размеров, чтобы камни лежали как можно устойчивей. Для этого каждый камень приходится несколько раз переворачивать, пока не будет найден оптимальный вариант его расположения. Бутовую кладку выполняют двумя способами: "под лопатку" и "под залив".

При кладке "под лопатку" первый ряд камней укладывают насухо с тщательной расщебенкой и трамбовкой камней в грунт. После этого ряд кладки заливают жидким раствором до заполнения всех пустот. Дальнейшую кладку ведут на густом пластичном растворе с осадкой стандартного конуса 40-60 мм. Кладку ведут горизонтальными рядами толщиной до 30 см, с подбором камней по высоте, их приколкой, расщебенкой пустот и соблюдением перевязки швов. Не допускается соприкосновение камней друг с другом без промежуточного шва.

Второй и последующие ряды выкладывают из камней толщиной не более 300 мм. Кладку ведут "под лопатку". Каждый последующий камень кладут так, чтобы он как можно плотнее лег на предназначенное для него место с минимумом раствора. Вертикальные швы ранее уложенных камней обязательно перекрывают камнем, уложенным сверху.

Разница в высоте бутовой кладки между смежными участками, а также высота временных разрывов кладки не должна превышать 1,2 м. Если по условиям производства работ высота разрывов превышает 1,2 м, принимают меры, обеспечивающие монолитность кладки. Перерывы при бутовой кладке возможны только после заполнения раствором промежутков между камнями последнего выложенного ряда. Поверхность камней этого ряда покрывают раствором при возобновлении кладки.

Бутовая кладка стен во всех случаях должна выполняться "под лопатку", горизонтальными рядами высотой до 25 см, с обязательной расщебенкой пустот и соблюдением перевязки швов.

Кладка "под залив" допускается только для фундаментов зданий III класса высотой не более двух этажей.

Поэтому такую кладку для шахт колодцев обычно не применяют.

Отливка бетонных и железобетонных колодцев

Стены колодца можно отлить из бетонной смеси. При небольшой глубине колодца внутри вырытой шахты сооружается опалубка на расстоянии 15-20 см от стенки шахты. Высота опалубки не должна превышать 1 м. Стволы колодезных шахт делают 1-1,5 м в поперечном сечении. Вода в колодец, как правило, попадает через дно. В колодцах для технического водоснабжения допускается поступление воды через отверстия в стенках шахты. Дно колодца заполняют фильтрующей подсыпкой. Толщина слоя должна составлять не менее 0,4 м (используют гравий и др. материалы). В плывунах на дно колодца обязательно кладут деревянное днище или закрывают ж/б плитой с отверстиями для поступления воды.

Если глубина колодца небольшая, то бетонирование шахты можно вести снизу вверх **(рис. 23)**, предварительно выкопав колодец на всю глубину. Но при этом потребуется откачка воды до схватывания бетона после заливки первого кольца. Лучше всего в качестве первого кольца использовать готовое железобетонное изделие, а остальные уже наращивать методом бетонирования. По периметру опалубки укладывают железную арматуру из полос, прутьев, проволоки. Затем опалубку заполняют цементно-песчаной смесью. Используют цемент только высоких марок. Можно добавлять в смесь небольшие валуны, битый кирпич и т.п. При заливке раствор тщательно трамбуют, следят, чтобы не образовывались пустоты. Верх не разглаживают. Через 2-3 дня, когда стена схватится, опалубку переносят выше и начинают заливать новый слой.

Существует очень интересный способ бетонирования стен колодца сверху вниз, причем этим способом можно вырыть колодец практически на любую глубину.

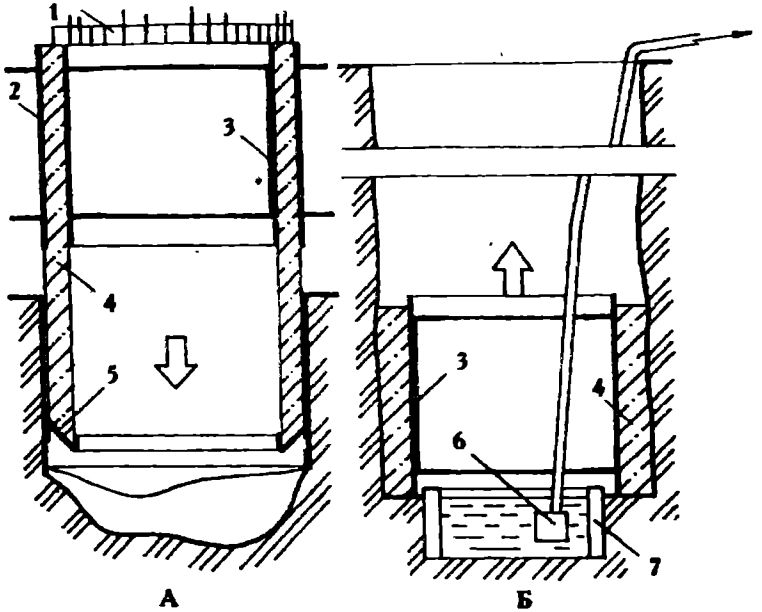


Рис. 23. Шахтные стволы из монолитного бетона и железобетона: А — опускной способ бетонирования; Б — бетонирование снизу вверх; 1 — выпуск арматуры; 2 — опалубка наружная; 3 — опалубка внутренняя; 4 — бетон; 5 — кольцевой нож; 6 — насос; 7 — двухстворчатый короб

Для этого необходимо изготовить необычную опалубку конической формы. Выполняется она из дерева. Чтобы эту опалубку можно было сворачивать внутрь, доски между собой скрепляются двумя ремнями. Можно изготовить опалубку, подобрав подходящую бочку (сначала обить ее ремнями, затем сбить с нее кольца).

После изготовления опалубки в месте, где должен быть колодец, выкапывается углубление цилиндрической формы диаметром на 15-20 см больше диаметра широкого основания опалубки; его глубина на 5-10 см меньше высоты опалубки. По периметру выкладывается металлическая арматура. Затем в углубление опускается опалубка в свернутом виде, разворачивается

и фиксируется в развернутом положении, широким основанием вниз (для фиксации опалубки в рабочем положении она изнутри оборудована двумя крючками). Пространство между стенками опалубки и углублением заполняется бетонной смесью. После затвердевания смеси (через 2-3 дня) опалубку сворачивают и вынимают. Затем выкапывают аналогичное углубление ниже образовавшейся железобетонной стенки, повторяют все операции с арматурой, опалубкой, заполняют бетонной смесью и т.д.

Таким образом с каждой новой заливкой глубина колодца будет расти; работы ведут, пока не доходят до водоносного слоя. Уступы колец являются ступеньками для спуска-подъема **(рис. 24)**.

Лучшим материалом для изготовления шахтных колодцев является железобетон. Он удобен в производстве, а стены, выполненные из железобетона, долговечны и гигиеничны. Способов устройства колодцев из железобетона существует много. Большинство из них не требует высокой профессиональной подготовки. Применение монолитного бетона позволяет делать стены шахты бесшовными и герметичными. Монолитное бетонирование бетонной шахты цилиндрической формы можно вести несколькими способами.

При опускном способе **(рис. 25)** стены колодца бетонируют непосредственно над шахтой. Для этого способа лучше всего подходят цилиндрические формы, расход бетона в которых минимален. Каждое последующее кольцо является продолжением предыдущего. По мере углубления колодца монолитный ствол опускают и после перестановки опалубки вновь наращивают. Арматурные каркасы отдельных кольцевых участков связывают между собой при помощи электродуговой сварки. Это позволяет создать единую бесшовную трубу.

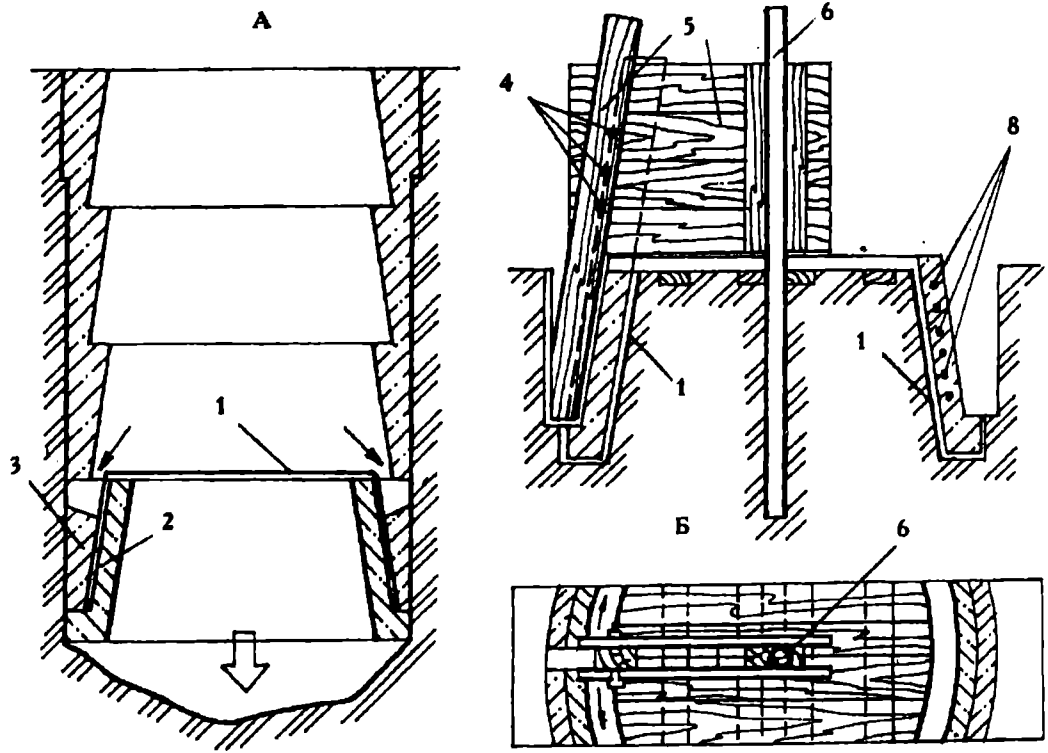


Рис. 24.
Ступенчатый шахтный ствол:
А — разрез по шахте;
Б — изготовление ж/б кольца;
1 — рубероид;
2 — ж/б кольцо;
3 — бетон;
4 — болты;
5 — шаблон;
6 — труба стальная;
7 — поддон;
8 — арматурный каркас

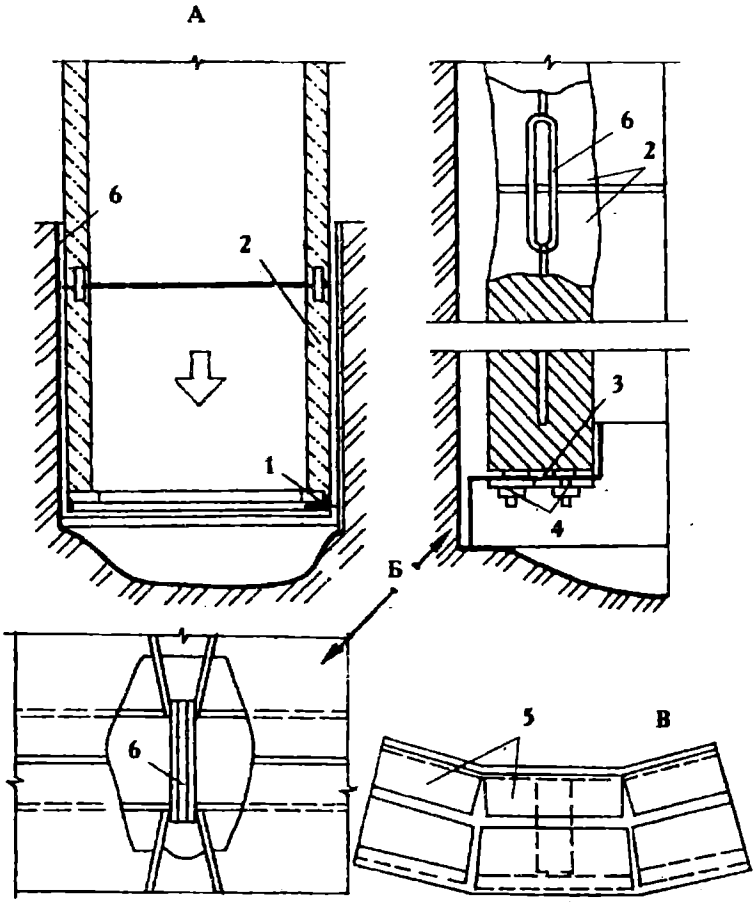


Рис. 25. Ствол при опускном способе устройства шахты: А — разрез по шахте; Б — взаимное крепление колец; В — устройство кольцевого ножа; 1 — кольцевой нож; 2 — ж/б кольца; 3 — накладка; 4 — болты; 5 — стальные уголки; 6 — хомут из проволоки Ø 4-6 мм

Колодцы из сборных железобетонных колец

Это наиболее распространенный способ сооружения шахты колодца. Железобетонные кольца для ко-

лодцев в большом ассортименте выпускаются современной промышленностью. Диаметр железобетонных колец может колебаться от 0,75 м (внутренний диаметр) до 2,0 м с градацией через 0,25 м. Высота колец обычно бывает 0,8-0,9 м. Для устройства шахты колодца лучше использовать кольца с замком в торцевой части, что позволяет добиться герметичности ствола **(рис. 26)**. Если применяются кольца без замковых соединений, то их дополнительно скрепляют между собой металлическими скобами. У этого способа множество

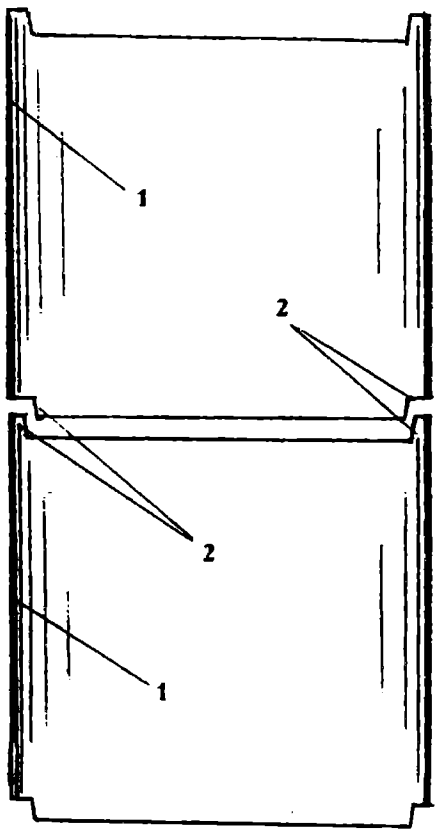


Рис. 26. Железобетонные кольца с замковыми торцевыми выступами:
1 — железобетонное кольцо; 2 — замковое соединение

преимуществ. Во-первых, долговечность; во-вторых, простота в устройстве, надежность, гигиеничность; в-третьих, глубина колодца возможна любая — все зависит от желания владельца и его платежеспособности.

Сооружение колодца из железобетонных колец похоже на сооружение колодца из сруба. Сначала выкапывается небольшая шахта глубиной под 1-1,5 кольца. Устанавливается кольцо, над ним следующее. Затем, подкапывая снизу, постепенно кольца опускают, сверху выставляют следующие кольца. Так последовательно углубляют шахту до водоносного слоя. Чтобы кольца колодца не отрывались друг от друга, их скрепляют между собой в пяти-шести местах по окружности за оголенные выступы смежных арматурных каркасов. Если кольца не скрепить между собой, их может разорвать во время морозов и поднять вместе с промерзшим грунтом. Швы между кольцами обязательно заполняют цементным раствором.

Чтобы кольца во время выкапывания шахты легко опускались (не застревали и не заклинивали), можно использовать одну хитрость — увеличить нижнюю кромку у первого кольца на 5 см наружу. Это можно сделать, наварив на арматуру кольца железный диск или обод. Для забора подземных вод в нижнем кольце заранее проделывают отверстия (например, перфоратором) через 20-30 см в шахматном порядке. На дне колодца устраивают щебеночный фильтр.

Лучше всего устанавливать железобетонные кольца при помощи грузоподъемной техники. Но держать дорогостоящее оборудование на все время ручной разработки шахты экономически невыгодно. Поэтому чаще всего кольца опускают в шахту вручную. Для этого предварительно роют шахту, глубина которой рассчитана на установку 4-5 колец, устанавливают первые кольца при помощи автомобильного крана, а остальные кольца (по мере углубления шахты), устанавливают вручную.

Если для установки первых колец не применять грузоподъемную технику, то глубину предварительно вы-

рытой шахты ограничивают. Для того, чтобы при ручном опускании в шахту кольца не "заваливались", устанавливают страховочные доски. Суть данного метода заключается в следующем. Со стороны опускания колец в шахте делают углубление в грунте, по которому кольца соскальзывают вниз. По краям шахты ставят три доски 40х100 мм, при помощи которых выравнивают первое кольцо в горизонтальной и вертикальной плоскости **(рис. 27)**. При этом доски не должны зажиматься меж-

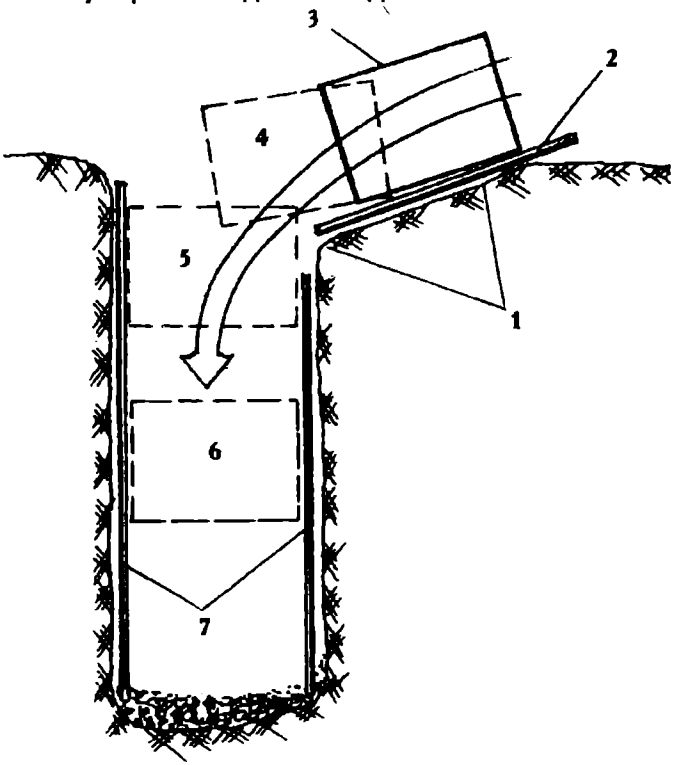


Рис. 27. Технология опускания железобетонного кольца в шахту: 1 — углубление в грунте для соскальзывания ж/б кольца; 2 — доска для плавного скольжения кольца; 3 — положение кольца перед началом операции по его установке в шахте; 4, 5, 6 — промежуточные этапы движения кольца; 7 — доски 40х100 мм для выравнивания колец при их движении в шахте

ду кольцом и грунтом в процессе разработки шахты. Со стороны углубления устанавливают одну доску, по которой кольцо должно скользить вниз. Высота доски должна быть такой, чтобы она не препятствовала опусканию кольца в шахту.

После того, как первое кольцо будет выставлено, внутрь него опускается человек и, вынимая грунт с внутренней части кольца, выравнивает его относительно дна колодца. Верх кольца смазывают цементным раствором и устанавливают несколько досок, которые предохранят бетон от сколов во время установки второго кольца. После этого с предосторожностями опускают второе кольцо. Выравнивают кольца друг относительно друга при помощи монтировки, убирая при этом страховочные доски. Второе кольцо выравнивают до полного совмещения замков. Подкапывая грунт, опускают ствол на глубину одного кольца и в той же последовательности устанавливают следующее кольцо. Опуская кольца, постоянно следят за вертикальностью ствола шахты.

Шахту колодца опускают до нужной глубины, помещая ее в водоносный слой (белый водоносный песок) на глубину 90-100 см. Выкачивая воду, устанавливают время восстановления ее уровня, и таким образом определяют дебит колодца. При необходимости шахту колодца углубляют. После этого замазывают цементным раствором щели между кольцами и устанавливают донный фильтр.

Наземные элементы колодцев

Верх шахтных колодцев должен быть выше поверхности земли не менее чем на 0,8 м **(рис. 28)**. При этом вокруг колодца должна предусматриваться отмостка шириной 1-2 м с уклоном от колодца **(рис. 29)**. Вокруг колодцев, подающих воду для хозяйственно-питьевых нужд, кроме того, следует устраивать глиняный замок из глины или жирного суглинка. Глиняный замок шириной до 0,5 м заглубляют до 1,5-2,0 м.

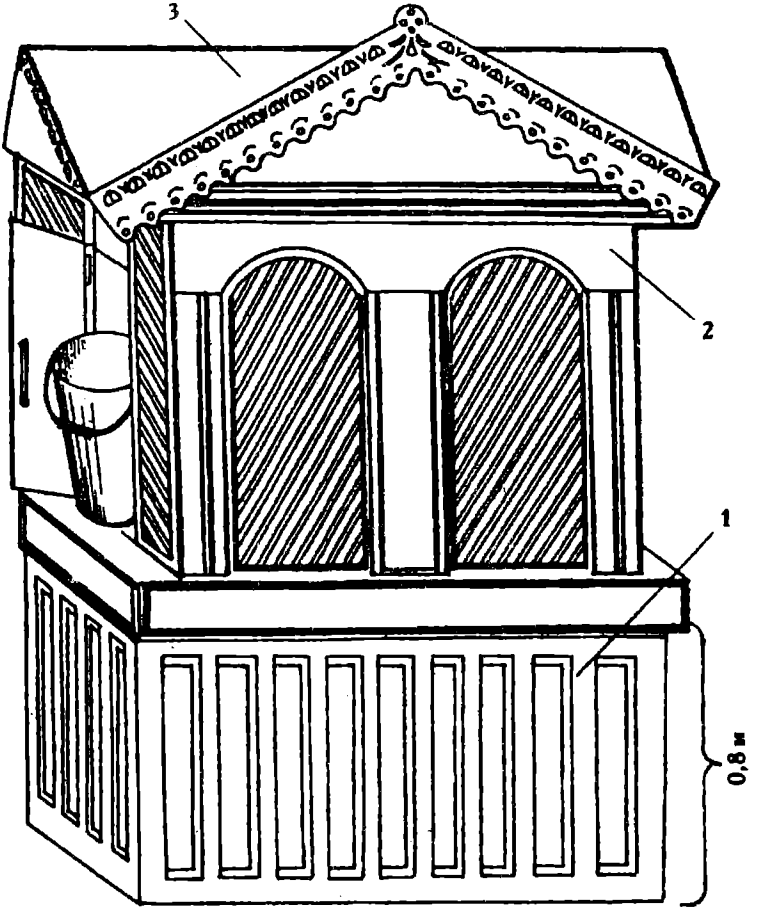


Рис. 28. Основание наземного оформления колодца: 1 — основание высотой не менее 0,8 м; 2 — каркас; 3 — крыша-шатер

Наземные элементы колодцев оборудуют в зависимости от способа водозабора. При подъеме воды ведром с помощью "журавля" колодец оставляют открытым. При использовании "ворота" над колодцем часто делают крышку, закрывающую колодец от атмосфер-

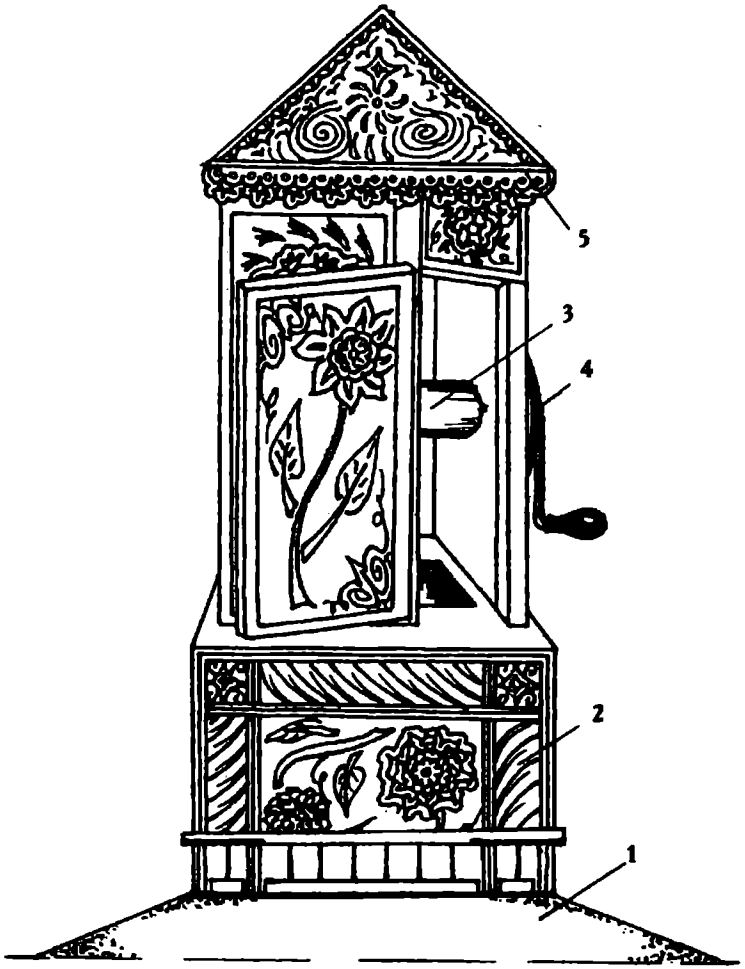


Рис. 29. Оформление отмостки в общем ансамбле колодца: 1 — отмостка; 2 — основание (сруб); 3 — барабан; 4 — ворот с ручкой; 5 — крыша-шатер

ных осадков **(рис. 30)**. При оформлении наземной части колодцев проявляют чудеса изобретательности, часто превращая обыкновенный колодец в произведение искусства. Даже конструкция обыкновенного ворота

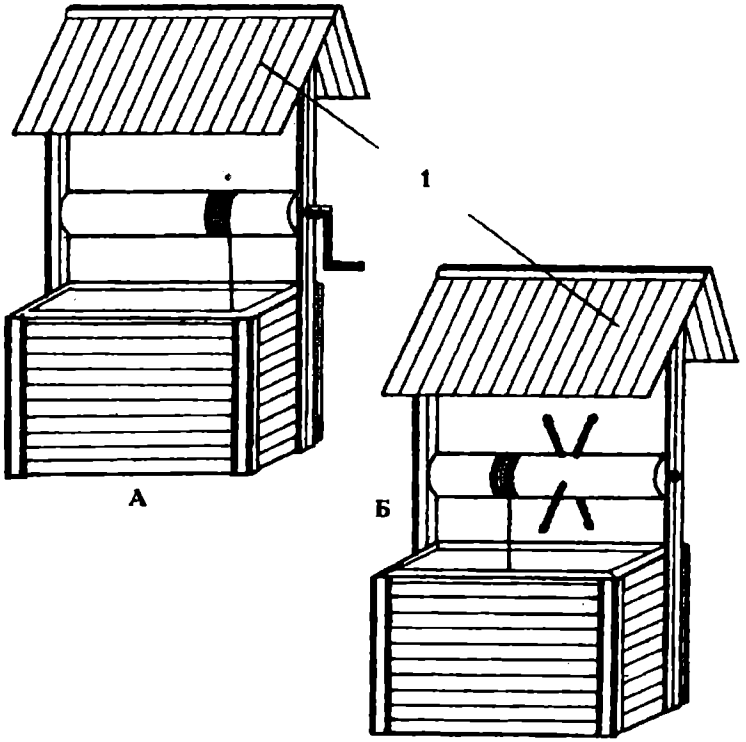


Рис. 30. Наземные элементы колодцев:
А — колодец с обыкновенным воротом; Б — колодец с воротом для обеих рук; 1 — крыша для защиты от атмосферных осадков

может быть разной и различаться по степени удобств. Для этого достаточно посмотреть на **рис. 31, 32, 33**, где представлены варианты внешнего оформления колодцев.

Творческий подход к надстройке над колодцем может не только защитить шахту от атмосферных воздействий и обеспечить удобство эксплуатации, но и выполнить роль архитектурного акцента застройки, повышая ее выразительность. Территорию вокруг колодца вымащивают камнем или плитами, что не только защитит

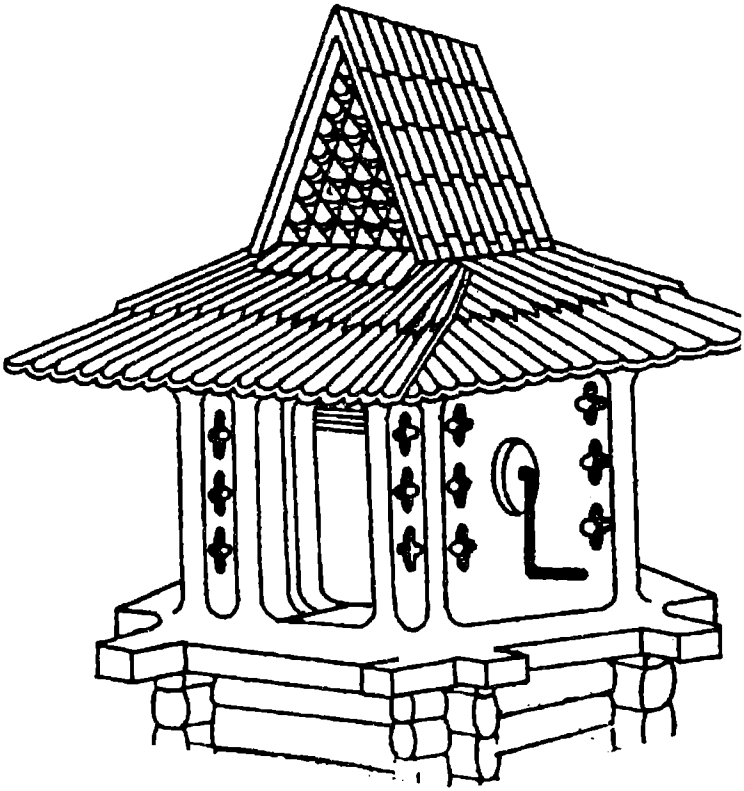


Рис. 31. Вариант внешнего оформления колодца с бревенчатым основанием (срубом)

шахту от попадания ливневых вод, но и придаст декоративные свойства окружающему пространству. Источник воды всегда хорошо сочетается с камнями и цветами. Варианты таких композиций могут привести к оригинальным решениям, особенно когда они задуманы в комплексе с различными функциональными зонами усадьбы **(рис. 34)**.

Оборудование колодца ручным или электрическим насосом позволяет механизировать подъем воды, а часто и запитать колодезной водой местную сеть водо-

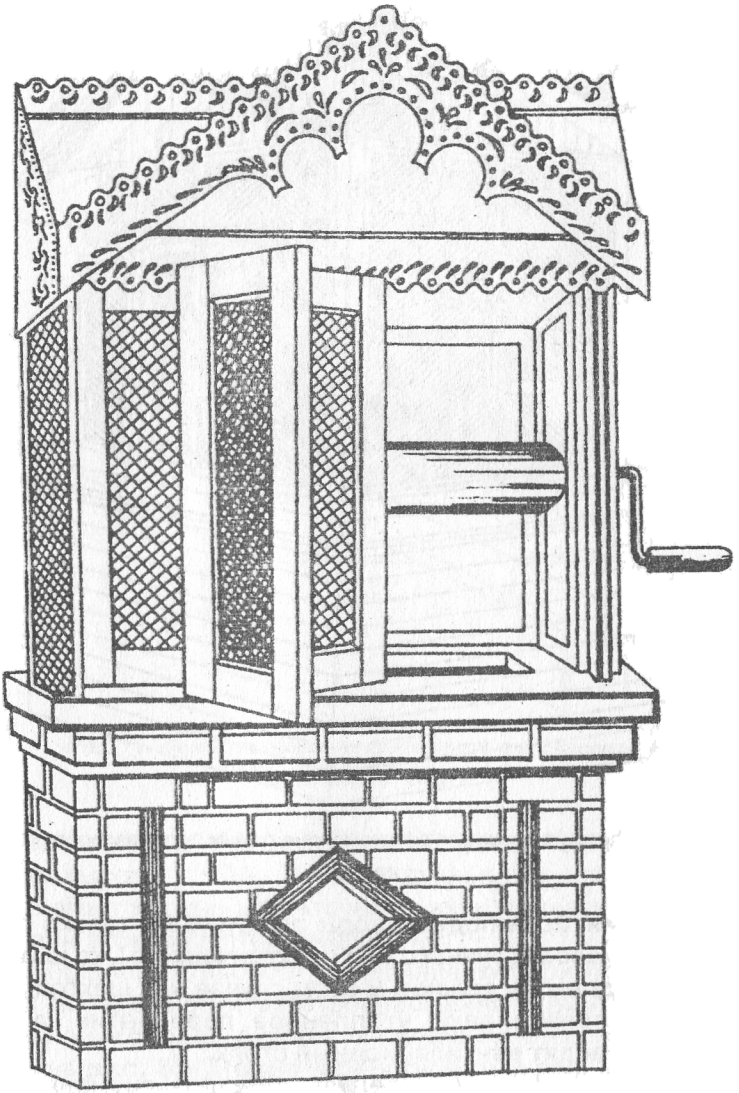


Рис. 32. Вариант оформления колодца с кирпичным основанием

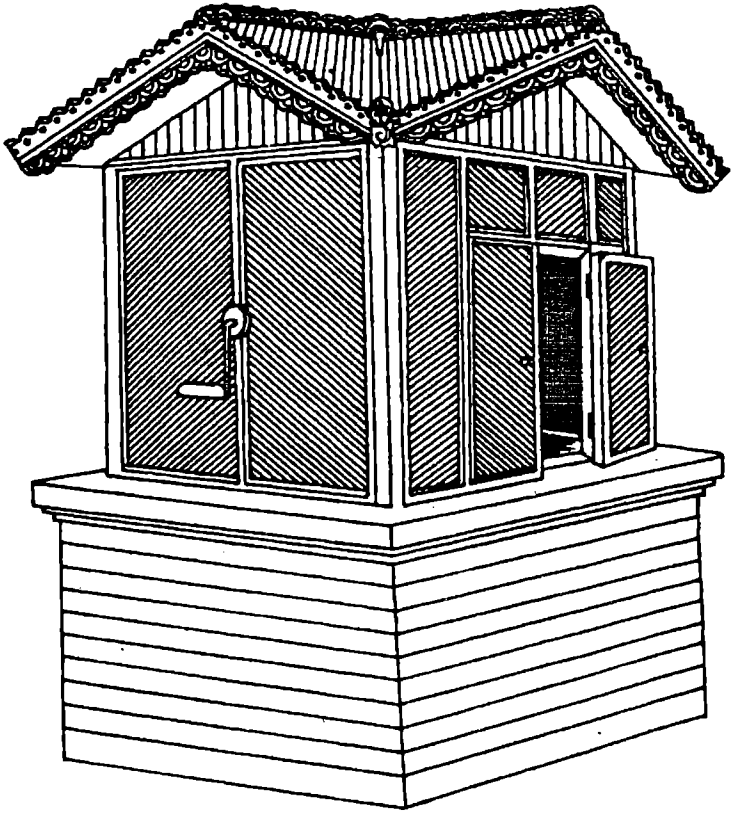


Рис. 33. Вариант внешнего оформления в случае обшивки основания досками

снабжения. Если подъем воды планируется только при помощи насоса (ручного или электрического), то шатер над колодцем не делают. В этом случае над шахтой колодца устанавливают утепленное перекрытие, а из шахты выводят вентиляционный стояк.

При выборе насоса следует обращать внимание на высоту подъема воды. Самой большой ошибкой является завышение мощности насоса при сравнительно небольшом столбе воды. Для водоснабжения индивидуального участка часто бывает достаточно небольшо-

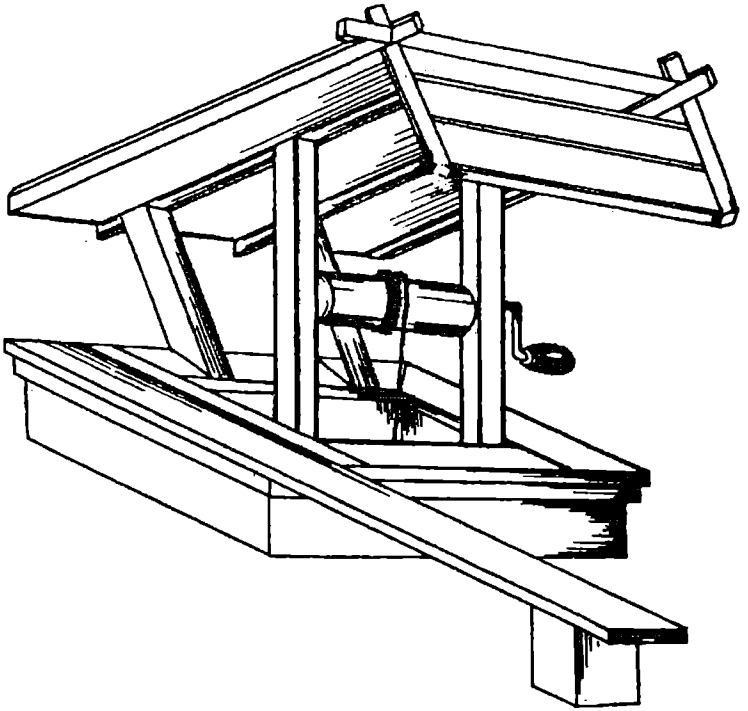


Рис. 34. Вариант оформления внешнего вида колодца в "деревенском" стиле

го насоса типа "Малыш", который может поднимать воду на высоту до 40 м. В индивидуальном хозяйстве этого бывает вполне достаточно, а энергетические затраты при этом сводятся к минимуму.

Поршневые насосы устанавливают при отсутствии или ненадежности электроснабжения. Пример оборудования колодца ручным поршневым насосом приведен на **рис. 35**. Можно задействовать и поршневой насос, показанный на **рис. 36**. Принцип работы такого насоса следующий. Поршень, жестко соединенный со штангой, двигается внутри цилиндра. При движении поршня вверх в цилиндре создается разрежение, способствующее открытию всасывающего клапана, в ре-

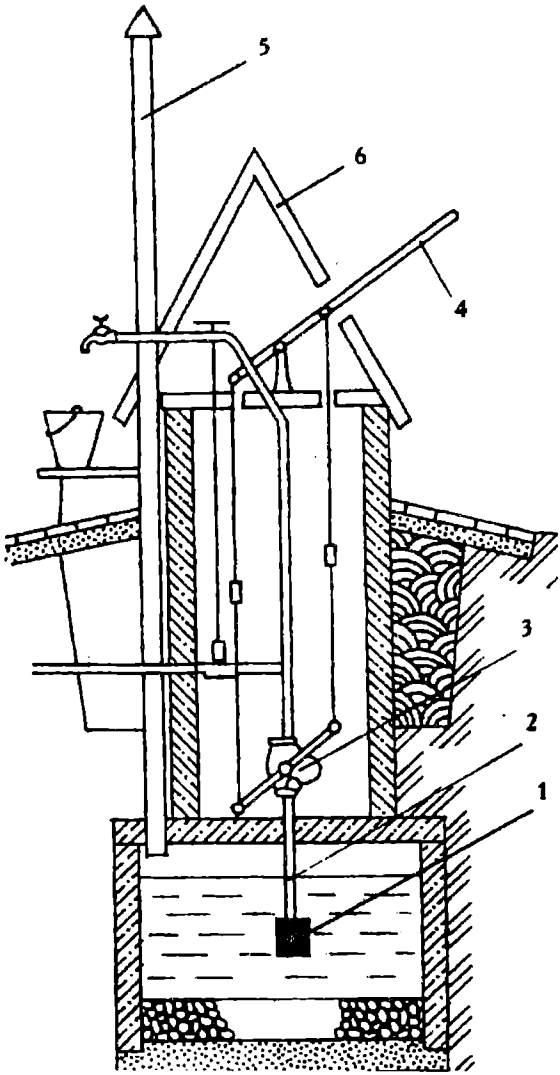


Рис. 35. Шахтный колодец с ручным насосом:
1 — фильтр водоваборной трубы; 2 — водоваборная труба;
3 — ручной насос; 4 — рычаг привода ручного насоса;
5 — вентиляционный короб; 6 — навес, защищающий от атмосферных воздействий

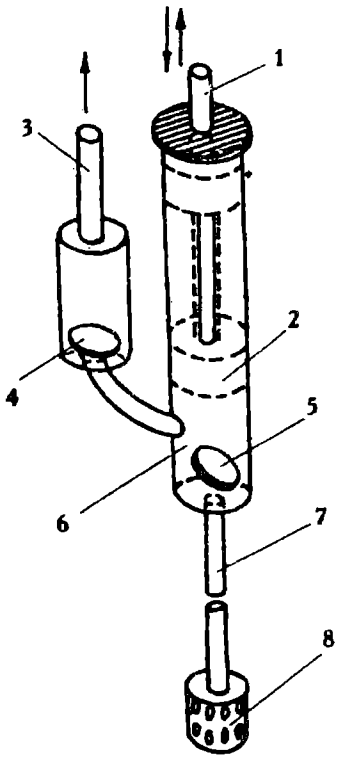


Рис. 36. Поршневой насос:
1 — штанга; 2 — поршень;
3 — напорная труба;
4 — нагнетательный клапан;
5 — всасывающий клапан;
6 — цилиндр;
7 — всасывающая труба;
8 — фильтр

зультате чего цилиндр заполняется водой. При движении поршня вниз клапан закрывается и в цилиндре создается давление. В результате этого открывается нагнетательный клапан, и вода под давлением поступает в напорную трубу и далее — к потребителю.

Поршневой насос служит для подъема воды на поверхность с глубины не более 5-6 м. Насос можно сделать из цилиндра диаметром около 100 мм, длиной 150-180 мм. Для этой цели при устройстве самодельных насосов часто используют гильзы от старых тракторных или автомобильных двигателей. Поршень насоса делают из металлического диска (латунного, алюминиевого) со сквозными отверстиями для лепесткового клапана из резины (например, от старой автомобильной камеры). В нижней части насос имеет шариковый клапан, в конструкции которого применяется стальной шарик диаметром 25 мм от подшипника и бронзовое кольцо-седло с внутренним отверстием около 19 мм. Для предохранения насоса от замерзания в зимнее время его необходимо утеплить или снять.

РАЗДЕЛ V.
ВОДОЗАБОРНЫЕ СКВАЖИНЫ

Альтернативой централизованному водоснабжению является бурение личной скважины на участке. Колодцы — малодебитны, неглубоки, нуждаются в периодической чистке, склонны к заиливанию. Конструкции колодцев не отличаются разнообразием, хотя есть довольно необычные, например, "абиссинский" колодец (тонкая труба с боковыми отверстиями на конце, забитая в землю до водоносного песчаного слоя, оборудуется ручным насосом), но это уже скорее скважина, чем колодец.

Как правило, бактериологические анализы воды из колодца дают неудовлетворительные результаты. Существующий уровень загрязнения среды и не позволяет ожидать от колодцев с их питанием из безнапорных неглубоко залегающих водоносных пластов хорошей воды. А когда видишь, как копают колодец в глубокой узкой яме люди, отковыривая лопатой липкие комья глины, стоя по колено в жиже и ожидая, когда очередное бетонное кольцо под своей тяжестью просядет и опустит нижние кольца на очередной метр, сразу бросается в глаза примитивность данной технологии

И вот тут-то и приходит мысль о бурении скважины — той самой, которая может обеспечить семью в полном объеме качественной водой. Буровые скважины представляют собой цилиндрические выработки, имеющие глубину до 5 км и более и сравнительно небольшой диаметр. Глубина буровых скважин на воду составляет от 10 до 1000 м и более. Для питьевого водоснабжения наиболее распространены скважины глуби-

ной 100-150 м, реже — 200-300 м. Только в отдельных, сравнительно небольших районах страны глубина скважин на воду достигает 800-1000 м. Скважины вскрывают глубокорасположенные пласты, которые содержат подземные воды. Они имеют много преимуществ перед другими водозаборными сооружениями, а поэтому бурение скважин носит массовый характер. Для добычи воды бурят одиночные скважины или группы скважин. Поэтому все водозаборы подземных вод делятся на групповые и одиночные.

Классификация водозаборов

Групповые подземные водозаборы состоят из нескольких одновременно работающих скважин, расположенных на таком расстоянии, при котором они взаимодействуют или могут взаимодействовать в определенных условиях режима эксплуатации.

Одиночные подземные водозаборы представляют собой единичные скважины или группы скважин, которые находятся вне зоны возможного взаимодействия или расположены хотя и на близком расстоянии одна от другой, но работают в разное время и поэтому не взаимодействуют (поочередно действует только одна скважина, а остальные — резервные).

На участках крупных водозаборов в малоизученных районах необходимо проводить разведочное бурение и опытные работы. В районах с хорошо изученными гидрогеологическими условиями на участках, перспективных в отношении количества и качества подземных вод, для проектируемого группового водоразбора можно без предварительной разведки начать эксплуатационную разведку скважинами большого диаметра. После разведки и опробования водоносного горизонта скважины оборудуют эксплуатационными водоподъемниками и превращают в источники постоянного водоснабжения.

Одиночные скважины на воду бурят, как правило, без предварительной разведки. Это своеобразная и от-

ветственная работа, так как разведка и исследование в этом случае должны сочетаться с созданием эксплуатационного инженерного сооружения.

Разведочно-эксплуатационной называется скважина, конструкция которой, включая водоприемную часть, рассчитана на оборудование водоприемником проектной производительности. При положительных результатах опробования эти скважины передают в постоянную эксплуатацию.

Разведочной называется скважина облегченной конструкции и сравнительно небольшого диаметра, оборудованная временным фильтром и предназначенная для вскрытия и предварительного опробования водоносного горизонта. Разведочные скважины обычно бурят с таким расчетом, чтобы при необходимости можно было извлечь обсадные трубы и фильтр.

Эксплуатационной может считаться скважина только после передачи ее в эксплуатацию. Это название не должно присваиваться скважине при проектировании, так как даже в районах с хорошо изученными, но не разведанными детально на данном конкретном участке геолого-гидрогеологическими условиями всегда встречаются значительные отклонения от проекта. Поэтому одиночные скважины на воду, которые бурят без предварительной разведки точки заложения, должны быть всегда разведочно-эксплуатационными. В проектную конструкцию почти каждой скважины приходится вносить изменения в процессе ее бурения, опробования и оборудования. В этом заключается принципиальное отличие назначения и задач разведочно-эксплуатационного бурения на воду от эксплуатационного бурения, например, нефтяных скважин.

Песчаная скважина

В большинстве регионов РФ "подземная" вода может содержаться в двух породах:

— в песке — скважины "на песок" **(рис. 37);**

— в известняке — артезианские скважины **(рис. 38)**

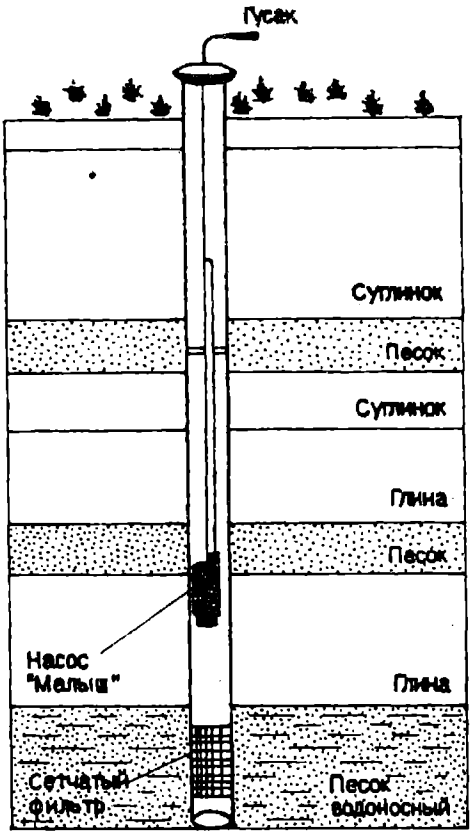


Рис. 37. Песчаная скважина

В связанном состоянии вода может содержаться также в глинах, суглинках, супесях, но добыть ее из этих пород для промышленного или бытового использования в необходимых количествах практически невозможно.

Обычно скважины "на песок" заказывают потребители, которые ограничивают потребности в воде до 0,5 кубометра в час (вода требуется в летний период, в основном, на полив и для приготовления пищи). Глубины

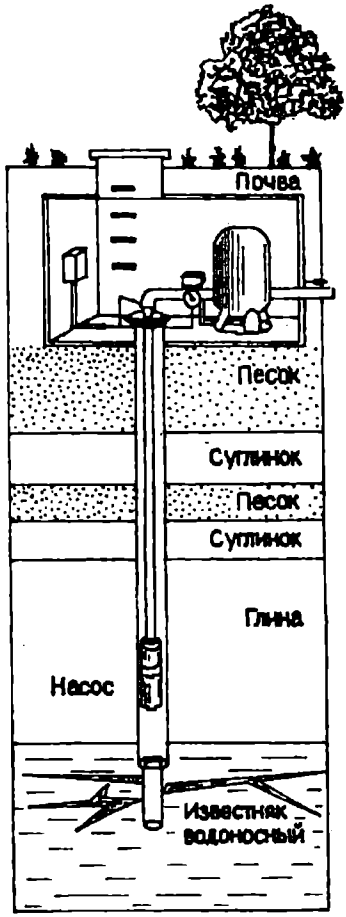


Рис. 38. Скважина в известняке

подобных скважин обычно заключены в пределах от 10 до 35 метров, реже до 40-45 метров.

Преимущества песчаной скважины:

— невысокая стоимость бурения скважины (относительно стоимости бурения артезианской скважины);

— простота и быстрое изготовление;

— отсутствие необходимости регистрации и лицензирования скважины.

Основным недостатком бурения скважины "на песок" является неопределенность расположения водоносного песка в точке бурения. Вода может быть найдена на двух соседних участках, и ее может не оказаться на конкретном участке.

Недостатки бурения скважин "на песок":

— возможность загрязнения водоносного горизонта различными поверхностными водами (некачественными системами канализации, коллекторами и т.п.);

— меньшая долговечность, чем у артезианской скважины;

— зависимость от колебаний уровня грунтовых вод;

— заиливание скважины при нерегулярном использовании.

Песчаная скважина — это уже не колодец, но и не артезианская скважина. Это своего рода компромиссный вариант, когда рыть колодец некому, а на настоящую артезианскую скважину нет денег. Однако разумность любого компромисса надо всегда очень хорошо продумывать. Здесь тоже есть свои "против" и свои "за". Если скважина не более 20 метров, ее можно оборудовать ручным насосом, то есть сделать нечто вроде "абиссинского" колодца. Это качество песчаной скважины особенно важно, когда электричество дают с перебоями или оно вообще отсутствует, поэтому строить артезианскую скважину не имеет смысла.

Как уже упоминалось, общая глубина таких скважин составляет от 10 до 45 метров. Одни бурильщики песчаных скважин все-таки используют методы биолокации, а другие считают, что главное — пробурить скважину ближе к дому, а насколько она будет глубока — это уж как получится. Третьи ориентируются на знание гидрогеологии.

Во многих случаях по составу эта вода оказывается лучше колодезной. Ведь водоносные слои, которые питают грамотно выполненную песчаную скважину, защищены от поверхностных загрязнений глинистыми пластами. Но анализ все-таки нужно делать. В "песчаной" воде обязательно содержатся взвеси песка, поэтому придется фильтровать и отстаивать воду.

Вне зависимости от минерального состава, результатов органолептической и бактериологической экспертизы согласовывать проект такой скважины нигде не потребуется. Собственно, как и брать какие бы то ни было разрешения на устройство обычного колодца.

Простейшим типом такой скважины является забивной ("абиссинский") колодец, который устраивают при мелком (4-6 м) залегании водоносного слоя. Такой колодец **(рис. 39)** промышленность поставляет на рынок в комплекте, который состоит из фильтра с забивным наконечником, короткоразмерных труб (по 1,5-2,0 м) с резьбой и соединительными муфтами и поршневого насоса.

Теперь о самом главном: как своими силами пробурить скважину. В мягких породах при небольшой глубине грунтовых вод возможна забивка фильтра и труб непосредственно в грунт без бурения скважины. Однако в большинстве случаев такой способ может привести к повреждению фильтра и к сокращению количества подаваемой воды. Более надежно сооружение трубчатого колодца в предварительно устроенную скважину с последующей забивкой фильтра в пределах водоносного слоя. Для этого достаточно иметь буровую ложку и спиральный бур-змеевик. Буровая ложка используется при бурении в мягких грунтах. Изготавливается она из отрезка трубы длиной около 300 мм и диаметром 70 мм. Спиральный бур-змеевик применяется для бурения в плотных глинистых грунтах. Делают змеевик из упругой стали или старой автомобильной рессоры. Диаметр змеевика 70-80 мм, длина 400 мм, вес около 2,2 кг. Если во время бурения в месте прохождения скважины окажется камень, то проще всего место бурения переместить, но можно пройти и через камень при помощи пробойника. Для этого по пробойнику ударяют молотком, кувалдой и после каждого удара его вращают на 30-60 град. в одном из направлений. Кроме того, для забивания труб в скважину применяется забивная муфта (заглушка); она служит для предохранения концов труб от разрушения. Для вращения бурового снаря-

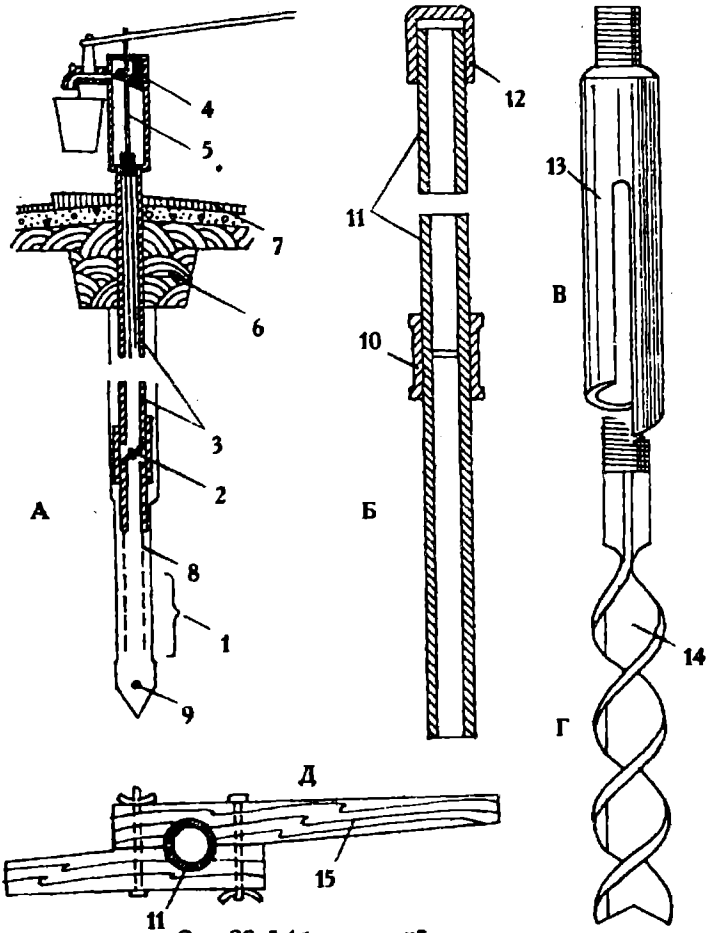


Рис. 39. "Абиссинский" колодец:
А — разрез по трубчатому колодцу; Б, В, Г, Д — инструменты и приспособления для бурения; 1 — водоносный слой; 2 — нижний обратный клапан; 3 — водоподъемная труба; 4 — верхний обратный клапан; 5 — поршневой насос с ручным приводом; 6 — глиняный замок; 7 — отмостка; 8 — водяной фильтр; 9 — забивной наконечник фильтра; 10 — соединительная муфта; 11 — буровая штанга, которую собирают из водоподъемных труб; 12 — забивная муфта (заглушка); 13 — буровая ложка; 14 — бур-змеевик; 15 — вороток

да используют вороток-хомут с зажимной втулкой и рычагами. Для бурения могут понадобиться трубные ключи, необходимые для свинчивания и развинчивания труб. Для вытягивания трубы из грунта необходимы рычаг и зажимное кольцо.

Бурение ведут вдвоем, вращая буровую штангу за укрепленный на ней ворот. По мере углубления скважины штангу с буром периодически вынимают и очищают от захваченного грунта. При прохождении твердых сухих пород в скважину подливают воду. Достигнув водоносного горизонта (на конце бура появится сильно увлажненный песок), бурение прекращают, буровой инструмент вытаскивают, на конец трубы навинчивают фильтр с забивным наконечником и опускают его в скважину. Все соединения труб должны быть абсолютно герметичными. Когда фильтр с забивным наконечником коснется дна скважины, на верхний конец трубы навертывают забивную муфту (заглушку) и легким ударом кувалды осаживают трубу с фильтром в водоносный слой. Щели между трубой и земляными стенками не заполняют, а вокруг колодца делают глиняный замок, как в шахтных колодцах, и отмостку из дерева или бетона. На верхней части водоподъемной трубы монтируют ручной насос, который при эксплуатации в зимнее время утепляют. Бурение скважины шнеком может выполняться как вручную, так и машиной, но ручной метод все больше становится экзотикой, хотя и у него есть своя ниша в нелегком деле бурения скважин. Есть различные самоходные установки для обоих методов бурения типа БА, УРБ и др. на автомобильных шасси МАЗ, ЗИЛ и проч.

Ствол песчаной скважины, как и артезианской, оформляется при помощи двух толстостенных труб из черного или оцинкованного металла (одна служит для обсадки грунта, другая — фильтровальная), но принцип водозабора иной. Если артезианская скважина забуривается в плотные известняковые слои, которые вымываются крайне медленно, то песчаная "висит" в верхнем водоносном песчаном горизонте. При откач-

ке вокруг дна такой скважины образуется линза — водяной мешок. Если водозабор нерегулярен, да и просто со временем, линза заваливается или заиливается, в результате чего источник перестает функционировать. Бывает, что вода уходит, если в горизонт забурился сосед. Кстати, то же самое может произойти и с колодцем.

В среднем срок эксплуатации качественно выполненной песчаной скважины составляет 5-6 лет. Но очень часто хозяева остаются без воды уже на третий год (претензии к бурильщикам не предъявишь, гарантия-то закончилась). А некоторым напротив очень везет: известны скважины, отметившие свое 20-летие.

Артезианская скважина

Самым капитальным и надежным источником водоснабжения считается артезианская скважина. У артезианской скважины много преимуществ. Количество воды здесь неограничено. Поэтому можно делать систему полива любой сложности и интенсивности: бассейны, фонтаны, словом, все, что хотите. Для дома постоянного проживания это вообще единственно приемлемый вариант. Кроме того, скважина не требует обслуживания, не заиливается и не высыхает. Обычно фирма, которая бурит скважину, дает гарантию на 3-5 лет, но если в течение этого срока все будет нормально, она исправно прослужит лет 40-50. И наконец, вода в ней, как правило, чистая. Известны примеры, когда две артезианские скважины, расположенные на расстоянии 10-15 км друг от друга, отличаются разительно: из одной поступает почти идеальная вода, а из другой — ржавеет на глазах после подъема на поверхность. Сразу нужно настроить себя на необходимость химической очистки даже артезианской воды. Тогда, если она окажется кристально чистой, это будет приятным сюрпризом.

При наличии соответствующего оборудования артезианская скважина становится надежным и беспере-

бойным источником воды для индивидуального дома. А в комплекте с водонапорной башей от одной скважины можно будет обеспечить водой целую группу домов. Собственная скважина — это, прежде всего, удобно и выгодно. По мере развития коттеджного строительства все большую популярность приобретает вода, добытая непосредственно из подземных горизонтов. Она почти не требует очистки, а кроме того, потребитель скважинной воды в меньшей степени зависит от службы трубопроводов. Но самое главное преимущество скважинной воды — это независимость от уровня загрязнений техногенного характера.

Индивидуальная скважина

Индивидуальная скважина является основным компонентом системы автономного водоснабжения на усадебном или дачном участке и служит для удовлетворения потребностей в питьевой воде, для полива приусадебных участков, а также для других хозяйственных нужд. Водозабор при этом, как правило, происходит с малой глубины (до 35 м) и с небольшим (до 1 $м^3$/час) дебитом. В воде из такой скважины мало железа, зато увеличивается содержание примесей, попадающих с поверхности, и возможно ее бактериальное заражение.

Коллективная (промышленная) скважина

Коллективная (промышленная) скважина отличается от индивидуальной большим дебитом, диаметром и количеством обсадных колонн и служит для автономного водоснабжения производства, коттеджного поселка или садового товарищества. Для такой скважины необходим мощный глубинный насос, а для бесперебойной подачи воды требуется сооружение водонапорной башни ("башни Рожновского") или насосной станции второго подъема, обустройство обвязки и разводки водоподающих труб к потребителю.

Данный источник водоснабжения является самым дорогим, так как глубина его может достигать 200 метров. Продолжительность работ по строительству такой скважины от 4-х и более дней в зависимости от глубины скважины и крепости грунта. Водоотдача составляет около 1,2-5 м^3/час. К положительным качествам артезианских скважин можно отнести:

— постоянный уровень воды;

— для подачи воды не нужно дополнительное оборудование, т.к. вода находится под давлением;

— доставка воды в дом автоматическая;

— долговечность скважины — 40 лет;

— не заиливается и не высыхает.

Минусы:

— высокая жесткость воды отрицательно влияет на бытовые приборы;

— необходимость использования дорогостоящего водоочистительного оборудования;

— оформление значительного количества документации в органах местного самоуправления.

Договор на производство работ по бурению эксплуатационных промышленных скважин для централизованного водоснабжения заключается только в том случае, если у заказчика имеется в наличии разрешение на право пользования недрами (водопользование). Производство буровых работ для централизованного водоснабжения осуществляется строго по проектам при наличии разрешения на бурение скважин.

Строительство артезианских скважин связано с использованием специальных инструментов и оборудования. Рабочие, выполняющие бурение скважины, должны иметь определенный опыт и знания. Приобретать или изготавливать дорогостоящее оборудование для бурения одной скважин из-за больших финансовых затрат нецелесообразно. Лучше всего работы по устройству и оборудованию скважины поручить подрядной организации, которая имеет обученный персонал и необходимое для производства работ оборудование.

Бурение артезианских скважин

Бурение артезианских скважин для водоснабжения поселков и индивидуальных домов осуществляется самоходными буровыми установками. Бурение скважины на воду лучше всего начинать до строительства дома, сразу после разметки участка колышками. Это сэкономит много сил и средств на восстановление забора и газона после заезда буровиков, обеспечит строителей питьевой и технической водой, даст возможность почувствовать себя владельцем недвижимости еще до возведения забора.

Артезианская скважина бурится до водоносного слоя, залегающего в пределах Москвы и области в известняке на глубинах 20-200 м **(рис. 40).** Такие скважины отличаются не только своей глубиной и производительностью (до 100 м^3/час), но и сложностью бурения, а их диаметр обычно составляет 159-324 мм. Глубиной водоносного слоя обусловлено и большое количество обсадных колонн в скважине, и более высокая стоимость бурения, т.к. цена бурения погонного метра напрямую зависит от диаметра обсадных труб. На известняк опускают достаточно широкую обсадную колонну из стальных или оцинкованных труб, которая не даст краям скважины осыпаться. Далее бурение продолжают меньшим диаметром, постоянно удаляя землю промывкой и , если требуется , опускают колонну меньшего диаметра **(рис. 41, 42).** После окончания бурения производится промывка и прокачка скважины до чистой воды. Такая технология называется однотрубной. Также применяется двухтрубная конструкция скважины — внутрь обсадной металлической колонны опускается пластиковая труба. Преимущество этой технологии — исключительная долговечность. Кроме того, вода, находясь внутри пластиковой колонны, не соприкасается с металлической обсадкой.

Правда, существует опасность проникновения грязной воды из верхних песчаных горизонтов. Чтобы не допустить это, на стыке черных юрских глин и известняка

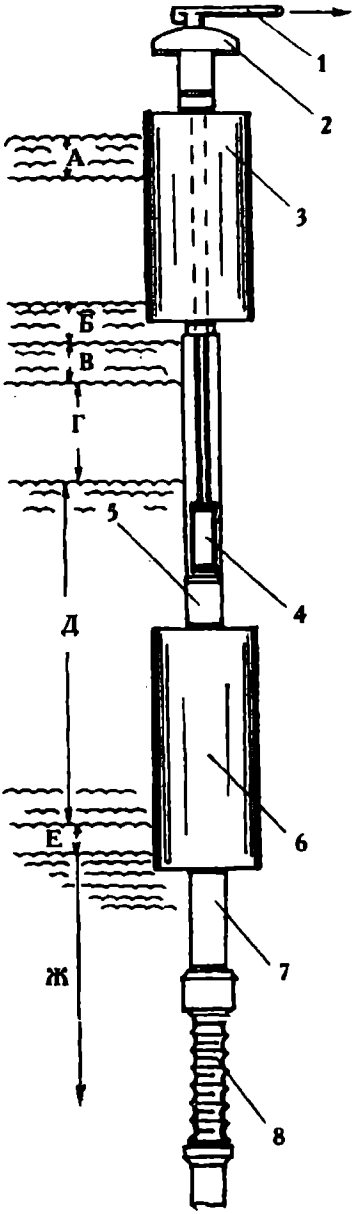


Рис. 40. Бурение артезианских скважин по новым технологиям:

1 — подача воды потребителю;
2 — оголовок с вентилем;
3 — обсадная металлическая колонна ∅ 168 мм;
4 — насос;
5 — пластиковая колонна ∅ 125 мм;
6 — металлическая обсадная колонна ∅ 168 мм;
7 — пластиковая колонна ∅ 125 мм;
8 — фильтр;

А — водоносный горизонт (песок обводненный);
Б — водоносный горизонт (песок сухой);
В — водоносный горизонт (песок обводненный);
Г — суглинок (водоупор);
Д — водоносный горизонт (песок обводненный);
Е — юрская глина (водоупор);
Ж — водоносный горизонт (известняк обводненный)

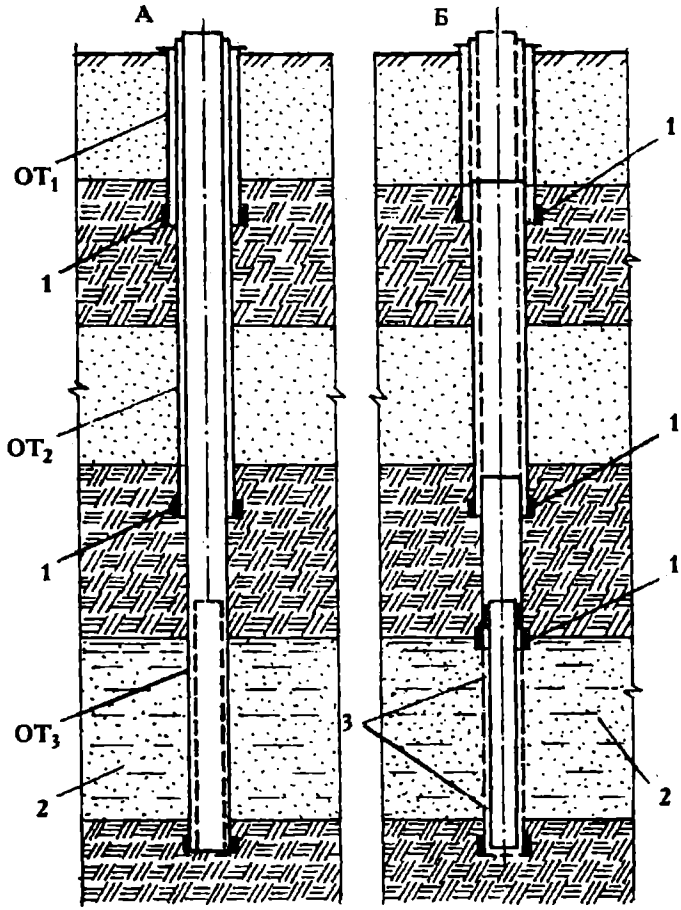


Рис. 41. Бурение артезианской скважины:
А — в процессе бурения; Б — после установки фильтра; $ОТ_1$, $ОТ_2$, $ОТ_3$ — обсадные трубы различных диаметров;
1 — "башмаки"; 2 — водоносный горизонт; 3 — фильтр

устанавливается специальный затвор (паккер). Он делается из цементного раствора или из резиновых колец, или из компактонита — глины, которая под воздействием воды быстро расширяется и становиться уплотнителем. Вода из водоносного горизонта поднимается

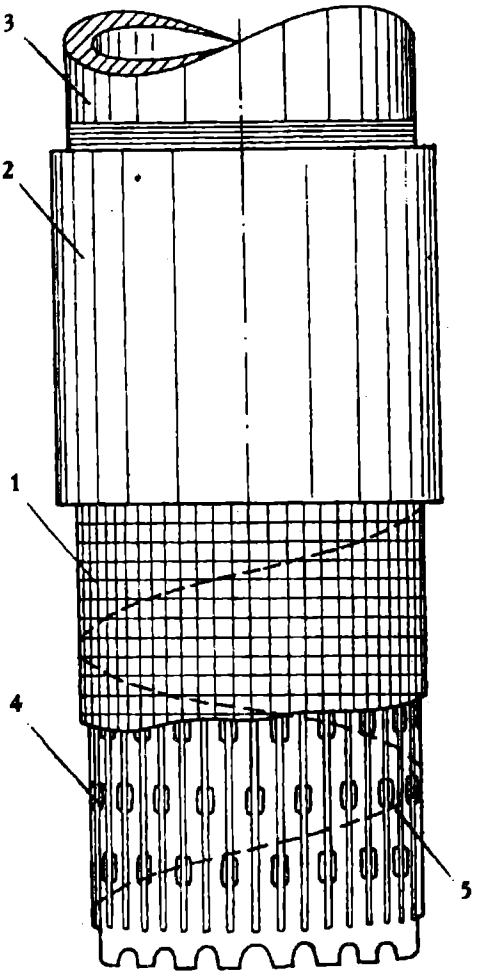


Рис. 42. Сетчатый фильтр для трубчатого колодца:
1 — сетка; 2 — муфта; 3 — надфильтровая труба; 4 — каркас;
5 — спираль под прутья каркаса

по трубе до определенного уровня.

В зависимости от назначения скважин, их дебита (производительности), геологического строения местности и пожеланий заказчика определяется конструкция скважин и их стоимость. В качестве обсадных труб

для индивидуальных скважин используется:

— оцинкованная труба (диаметр 153 мм, стенка 3,5 мм, соединения сварные встык);

— стальная труба (диаметр 146 мм, 127 мм, стенка 5 мм, соединения на резьбе);

— пластиковая труба (диаметр 125 мм, стенка 5 мм, соединения на резьбе).

Вода есть везде, только на разной глубине. Качество воды зачастую зависит от глубины залегания водоносных пластов и определяется результатами лабораторных анализов. В зависимости от местности водоносный пласт может пролегать на разной глубине: например, на юге Московской области — около 40 м, на юго-западе — до 60 м, на юго-востоке — до 80 м. На севере, северо-западе и северо-востоке водоносный горизонт проходит еще глубже — минимум 100 м.

Фирма, которая занимается бурением скважины, сможет предложить заказчику набор различных фильтров, которые улучшат физико-механические и химические свойства воды. При этом должно гарантироваться квалифицированное бурение и долгий срок бесперебойной эксплуатации скважины. Поэтому бурильщики должны иметь на своем вооружении мощности для бурения и эксплуатации скважин, начиная с крупных-для водоснабжения городов и целых промышленных объектов и заканчивая скважинами, которые обеспечивают водой один дом. Специалисты фирмы должны иметь в своем распоряжении надежную базу данных, включающую гидрогеологические карты и данные водного кадастра региона, а также передвижную лабораторию для экспресс-анализов добываемой воды. Оборудование для бурения и обустройства скважин обязательно должно иметь в своем составе средства для обсадки скважин и возможности для изоляции проходимых в процессе бурения водоносных горизонтов, чтобы исключить возможность перемешивания вод из разных геологических пластов

Бурение скважин для добычи этих вод должно проводиться с соблюдением всех требований, включаю-

щих применение современных продвинутых технологий и использование экологически чистых долговечных материалов. Это не только требование природоохранных органов, это естественный выбор здравомыслящих людей, которые стремятся не испортить воду, поступающую для питья в их дом. Западные технологии и материалы уже давно ориентированы на долговечность и экологическую безопасность обустроенных скважин. Поэтому не стоит, в погоне за дешевизной, пользоваться услугами бригады случайных шабашников. Лучше вложить чуть больше средств, может быть, объединиться с соседями и получить в результате надежно работающий источник чистой воды на долгие десятилетия. После окончания бурения скважины и оборудования ее фильтрами обязательно необходимо выполнять прокачку, а при роторном бурении с глинистым раствором — разглинизацию до полного осветления воды.

Бурение промышленных скважин

Бурение промышленных скважин проводится в соответствии с проектом, разработанным на основании технического задания заказчика. Стоимость бурения скважин определяется сметно-финансовым расчетом. При снижении производительности (дебита) скважин проводится ремонтный комплекс работ, который включает:

— геофизические исследования и видеосъёмку ствола скважины, необходимые для уточнения конструкции скважины, ее состояния. Эти работы рекомендуется проводить при каждой замене промышленных насосов или при замене индивидуальных насосов каждые 5-6 лет;

— чистку ствола скважины, которая нужна для увеличения дебита, так как при многолетней эксплуатации в стволе скважины возможны отложения песка или обломков известняка;

— увеличение дебита скважины пневмоимпульсом

(подача в ствол скважины порции сжатого воздуха имитирует взрыв — активизирует работу водоносного горизонта).

Традиционная технология устройства глубоких скважин имеет несколько недостатков. Стальные обсадные трубы под действием воды со временем корродируют и разрушаются. Ржавчина попадает в питьевую воду, снижая ее качество. В результате коррозии труб в их стенках появляются отверстия и существует реальная угроза попадания в скважину воды из некачественных верхних горизонтов и смешивание ее с питьевой водой. В результате в скважине может оказаться вода из соседних очистных сооружений. Кроме того, поток воды из верхних горизонтов может принести с собой песок и частицы глины, заиливая скважину. По этим причинам гарантийный срок работы скважин глубокого бурения составляет всего 5 лет.

Современные технологии внесли коррективы и в эту область, предусмотрев вышеперечисленные недостатки и обеспечив длительную эксплуатацию скважины. Бурение ведут в несколько этапов. На первом этапе бурят песчано-глинистые отложения до известняка и опускают металлическую обсадную колонну из труб с фильтрационной частью. Бурение известняка до вскрытия водоносного горизонта ведут уже меньшим диаметром. После этого на всю глубину скважины вставляют пластиковую колонну, в которой вода под пластовым давлением поднимается на определенный статический уровень. Вокруг пластиковой трубы на 5-10 м выше фильтрационной части насыпают калиброванный кварцевый гравий диаметром 1,2-2,0 мм, который не препятствует прохождению воды в эксплуатационную колонну. Этот слой служит дополнительным фильтром для механических примесей. На слой гравия насыпают гранулы сухой глины, которые, увеличиваясь в объеме под действием влаги, создают "глиняный замок", препятствующий проникновению воды верхнего горизонта в эксплуатационный канал. Гарантия безупречной эксплуатации такой скважины дается на 30 лет.

Ремонт и восстановление скважин

Необходимость проведения ремонтных работ на артскважинах возникает в связи с уменьшением их дебита, ухудшением в ходе эксплуатации качества воды, появлением процесса пескования, приводящего к заиливанию скважины и выходу из строя водоподъемного оборудования. Причиной проведения ремонтных работ чаще всего является обрыв водоподъемного оборудования, вызванный его частичным или полным износом в результате длительной эксплуатации. Часто причиной отказа скважины является применение нестандартного инструмента и недостаточная квалификация обслуживающего персонала и специалистов ремонтных бригад, выполняющих работы по замене погружных артезианских насосов. Случаются аварийные ситуации, когда обрываются водоподъемные трубы и вместе с насосом падают на забой или цепляются за фильтровую колонну; бывают случаи, когда насос вместе с кабелем падает вниз, и в такой ситуации для ремонта уже не обойтись без специального инструмента и опытных, квалифицированных специалистов.

Состав работ, их продолжительность и стоимость зависят от типа скважины, ее конструкции и, собственно, от самого дефекта. Вот наиболее характерные случаи необходимости ремонта в зависимости от типа пробуренной скважины.

Ухудшение качества отбираемых подземных вод может быть связано с перетоком воды из выше эксплуатируемых водоносных горизонтов в результате износа обсадных труб колонн или из-за нарушения герметичности сальниковых устройств и затрубной цементации. В этом случае скважина может заиливаться песком, проникающим через образовавшиеся свищи, трещины и разрывы в колонне обсадных труб.

Снижение дебита — распространенный дефект, требующий принятия срочных мер.

Прежде всего, необходимо установить разновидность водоподъемного оборудования, проверить соот-

ветствие действия погружного насоса его характеристике, т.е. паспортным данным. Далее необходимо проанализировать и проверить состояние водоподъемных труб. Довольно часто наблюдаются случаи практически полного зарастания сечения труб железистыми отложениями, что, как правило, сопровождается и зарастанием фильтра, интенсивно проявляющимся с его внутренней стороны. При этом могут образовываться пленки различной толщины. По мере увеличения толщины пленок они могут под действием силы тяжести отрываться и оседать в отстойнике или на забое. Наконец, дебит скважины может снижаться из-за зарастания внутренней поверхности фильтра (уменьшение размера отверстий вследствие отложения в них различных минерализированных осадков).

В зависимости от выявленных причин устанавливают преобладающие причины снижения дебита, назначают вид ремонтных работ и принимают технологию их проведения. Фильтры и внутренние поверхности обсадных колонн очищают от рыхлых осадков после небольшого срока эксплуатации (1-3 года). Для чистки скважины разработаны различные конструкции металлических ершей и скребковых устройств.

Ерши представляют собой металлическую болванку длиной 0,5-1,0 м, на которой радиально закреплен отрезок стальной проволоки диаметром 0,5-1,5 мм, еще лучше, когда вместо проволоки навивают по всей длине стальной трос до диаметра, соизмеримого с диаметром обсадных труб и фильтра. Иногда ерши комбинируют с наконечниками, через которые подается под большим напором вода, которая выбрасывается из отверстий, размывая осадки.

Скребки изготавливают из стальной трубы длиной 3-4 метра, диаметр которой на 100 мм меньше внутреннего диаметра обсадных труб и фильтра скважины. К верхнему концу трубы приваривается металлический штырь для крепления троса, а нижний конец трубы разрезается на 4-6 полос, которые отгибаются до внутреннего диа-

метра колонн. Чистка происходит при опускании скребка внутрь колонны сверху вниз за счет тяжести инструмента, скребками нежелательно чистить поверхности труб, сильно разрушенные коррозией. Иногда для улавливания шлама под скребками или под ершом подвешивают заглубленную трубу-ловушку для сбора осадочных отложений. Применение ловушки существенно сокращает последующую эрлифтную прокачку для удаления шлама из отстойника или с забоя скважины.

Свабирование и другие методы чистки скважины

Широко применяется для чистки скважины метод **свабирования**. Сваб (стальной диск на переходной штанге, снабженный резиновым клапаном) устанавливается на нижнем конце бурильной трубы. При движении сваба вверх перекрываются отверстия в диске, что создает разрежение в фильтре скважины, способствующее разрушению рыхлых пород.

Промывку фильтров осуществляют также через бурильную колонну, присоединенную к обратному клапану, установленному в нижней части фильтровой колонны. При этом способе вода, двигаясь по пути наименьшего сопротивления, проходит внутрь фильтровой колонны и промывает ее. Также для чистки скважин (фильтровых колонн) применяются пульсационные (прерывистые) откачки фильтром или насосом, оборудованным устройством для его частой автоматической остановки и пуска. При такой откачке вызываются гидравлические удары и за контуром фильтра образуются скорости, превышающие эксплуатационные. С помощью таких ударов создается резкое и мгновенное перемещение воды в скважине и в прифильтровой зоне, что приводит к разрушению осадков, закупоривающих проходные отверстия фильтров.

Реагентный способ (растворение)

По механизму растворения различных соединений реагенты могут быть разделены на нейтрализаторы, восстановители и комплексообразователи. Они могут быть жидкими, твердыми (в порошкообразном или гранулированном виде) и газообразными. К реагентам-нейтрализаторам относятся кислоты, в результате реакции которых с кальматирующими соединениями образуются растворенные соли, вода и газообразные продукты реакции (углекислый газ CO_2 и сероводород H_2S). Растворяющая способность этих реагентов основана на их явно выраженных кислотных свойствах. Наиболее широко применяют для ремонта скважин техническую соляную кислоту HCl, выпускаемую крепостью не менее 27,5-31,0%.

Реагенты-восстановители часто используют при ремонте скважин. Среди этого вида реагентов наибольшее применение для регенерации скважин нашел порошкообразный дитионит натрия $N_2S_2O_4$. Являясь сильным восстановителем, этот реагент эффективно растворяет железистые соединения в виде гидроокислов и окислов железа.

Реагенты-комплексообразователи используются для восстановления дебита дренажных и водозаборных скважин, конструкция которых неустойчива в кислотах (фильтры блочного типа на основе клея БФ-2, фильтры из пористого бетона и пластмасс, растворимых в кислоте). Можно применять комплексообразующие порошкообразные реагенты — триполифосфат натрия — $Na_5P_3O_{10}$, гексаметафосфат натрия — $Na_2[Na_4(PO_3)_6]$, т.е. $(NaPO_3)_6$.

В результате реакции этих фосфатов с соединениями железа в растворе образуются растворимые комплексные соединения, практически не выпадающие в осадок. Для восстановления дебита скважин реагентными методами необходимо следующее оборудование: передвижная кислотная емкость для доставки реагента к скважине, заливочная емкость, устройство для

герметизации скважины, насос для перекачки кислоты, шланги с вентилями, КИП и эрлифтная система с компрессором (3-6 м^3/мин.).

Импульсный способ

Восстановление дебита скважин, оборудованных фильтрами с трубчатым и стержневым каркасом, **импульсными способами** происходит при взрывных работах в скважинах. Для этого в качестве взрывчатого вещества используют детонирующий шнур. В торпедах из детонирующего шнура (ТДШ) применяют шнур марок ДШ-В и ДШУ-60. При взрыве в ограниченном объеме освобождается большое количество энергии. В результате взрыва вещество, заполняющее объем, превращается в сильно нагретый газ с высоким давлением, а в жидкости образуется и распространяется ударная волна. Образовавшиеся при взрыве газы, имеющие в первоначальный момент большое давление, образуют в этот момент перепад пластового и гидростатического давления, что способствует очищению скважины.

Электрогидравлический удар

Существует технология восстановления дебита скважины **методом электрогидравлического удара**. При этом в качестве источника энергии используют мощные электрические разряды, последовательно производимые по всей длине фильтра. Ударная волна, распространяясь в прифильтровую зону, разрушает кальматирующие образования.

Пневмоимпульс

Технология восстановления дебита скважины **пневмоимпульсом** предусматривает, что при помощи пневмокамеры в фильтре скважины создаются упругие колебания. В результате струевидного течения воздуха в воду в фильтре скважины образуется воз-

душный пузырь, расширение которого вызывает движение жидкости. Кальматирующие образования на фильтре и частично в прифильтровой зоне разрушаются под действием избыточного давления в образующемся пузыре.

Также существуют вибрационные и звуковые методы восстановления дебита скважин, основанные на использовании разрушающей силы импульса давления, осуществляемого с той или иной частотой.

Основной причиной ремонта скважин являются: замена обсадных труб в связи с их частичной или полной коррозией, возникновение свищей, трещин и разрывов в обсадных колоннах. Трубы извлекаются несколькими способами.

В глинистых породах для извлечения труб применяют гидравлические домкраты, редукторные лебедки с талевой системой. Вне зависимости от пород эффективно применение вибраторов. Если трубы сильно разрушены, их извлекают по частям, обрывая колонну в местах, ослабленных коррозией. В последующем, отдельные трубы или части колонны извлекают труболовкой, а в некоторых случаях разбуривают станком. Удаление коррозийной колонны труб — довольно сложная ремонтная работа, не всегда при этом дающая положительный результат.

Методы очистки воды от песка

Скважина "пескует", т.е. вода поступает грязная и мутная, с механическими примесями (песком). Причины этого явления чаще всего заложены в следующем:

1) Песок попадает в воду со дна скважины. Это значит, что бурение произведено изначально неграмотно: колонна обсадных труб не была посажена в водоупорную глину и осталась как бы в "висячем положении". Гравийная отсыпка, которую произвели буровики, быстро смывается, и с забоя в скважину начинает поступать песок.

В данном случае в состав работ по ремонту входят: чистка забоя скважины с помощью желонки, поршневание, т.е. задавливание колонны на необходимую глубину в водоупорную глину, потом производится засыпка гравия на дно и откачка до визуально чистой воды.

2) Порвался фильтр. В рыхлых песчаных отложениях, как известно, устанавливается сетчатый фильтр, состоящий из перфорированной обсадной трубы, обтянутой сеткой. Вода, поступающая в скважину, содержит мелкие фракции песка, который со временем, в силу абразивных свойств, нарушает целостность сетки.

При повреждении фильтра требуется его замена. Нужно заметить, что процедура эта довольно рискованная, т.к. не всегда представляется возможным приподнять стиснутую со всех сторон в грунте колонну труб и демонтировать ее без последствий (обрушения скважины), особенно если соединение между трубами сварное.

Главной причиной выхода из строя скважин, пробуренных на известняк, является использование при эксплуатации насосов вибрационного типа ("Малыш", "Ручеек", "Водолей" и т.д.). Даже в течение считанных часов за счет вибрации, передаваемой насосом по обсадной колонне, разрушается и засоряется водоприемная часть. При этом вода идет сначала мутная, затем грязная с мелкими камешками и песчинками.

Если в конструкции скважины присутствует фильтр-перфорация, то его нужно извлечь. Потом желонкой чистится водоприемная часть. После этого колонну необходимо подбить забивной "бабой". Таким образом, перекрывается доступ к грязи. Колонну также следует нарастить. И уже потом скважину прокачивают до визуально чистой воды.

Часто в скважину попадают посторонние предметы, среди которых самыми распространенными являются насосы. Например, ствол засорился или неправильно выполнялся монтаж; в результате трос, кабель и шланг,

фиксирующие насос на определенной глубине, оборвались и он остался в скважине. Специальными инструментами и приспособлениями можно извлечь из скважины и насос, и другие посторонние предметы. Способы извлечения водоподъемного оборудования различные и зависят от многих обстоятельств:

— от конструкции артезианской скважины (особенно конструкции фильтровой колонны);

— от конструкции водоподъемного оборудования, находящегося в скважине;

— от того, в каком интервале скважины находится водоподъемное оборудование.

Для уточнения этих позиций, кроме проверки паспортных данных, необходимо провести инструментальное и геофизическое обследования скважины для определения конструкции ловильного инструмента. На практике чаще приходится использовать инструменты, изготовленные в условиях местных мастерских, но в отдельных случаях возможно использование заводского ловильного инструмента. Основными инструментами являются овершоты и метчики различного диаметра для, соответственно, внешнего и внутреннего захвата. Если на скважинах случаются аварии, при которых требуется изготовление комбинированных и сложных ловильных инструментов, то ремонт может затянуться, если эти инструменты отсутствуют в специализированных фирмах.

Глубокие артезианские скважины в силу тех или иных причин в основном лишены вышеперечисленных дефектов. Тем не менее, может прекратиться подача воды, понизиться ее уровень или вода может поступать мутной, грязной иногда даже с неприятным запахом. В таких случаях возможны 2 ситуации.

1) Колонна разгерметизировалась, происходит подтекание грязной грунтовой воды внутрь эксплуатационной колонны.

2) Если грунтовые воды попали в затрубное пространство, то перепад уровней между ними и непосредственно скважинной водой приводит к тому, что грунто-

вые воды продавливают прослои глины, которые обжимают колонну. В результате грунтовые воды вместе с грязью, глиной и частицами песка проникают в водоприемную часть скважины.

В обоих случаях рекомендуется провести комплекс геофизических исследований: каротаж и видеосъемку внутри колонны. В зависимости от результатов геофизических исследований возможны либо замена эксплуатационной колонны, либо чистка и промывка скважины, либо бурение глубже до следующего водоносного горизонта (при этом устанавливается вторая колонна). Зачастую эти реанимационные мероприятия отнимают столько времени и затрат, что легче пробурить новую скважину. При этом, чтобы не возникали нежелательные последствия, старую скважину необходимо ликвидировать, т.е. грамотно произвести тампонаж или, иными словами, старая скважина цементируется от забоя до устья. И уже только после этого можно бурить новую скважину.

Решение по ремонту и реконструкции старых, но еще действующих водозаборных узлов, в том числе скважин, амортизационный срок (25-30 лет) которых уже исчерпан, принимаются индивидуально по каждому объекту. В большинстве случаев такие скважины имеют ремонтный (запасной) диаметр, что позволяет проводить реконструкцию путем установки новой эксплуатационной колонны с уменьшенным диаметром. Как правило, стоимость этих работ составляет до 40 процентов от затрат на бурение новой скважины — так что экономия средств существенная. Кроме того, если заказчика не устраивает качество воды, то компании, которые выполняют бурение и ремонт скважин, могут предложить переход на следующий, более глубокий водоносный горизонт. При этом работы будут проводиться от забоя имеющейся скважины, что по затратам почти вдвое дешевле, чем бурение новой. Немаловажно отметить, что в таких случаях нет необходимости переделывать ремонтную и разрешительную документации.

РАЗДЕЛ VI.
СООРУЖЕНИЕ ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

Подготовка трассы трубопровода

Положение оси трубопровода закрепляется в узловых точках специальными колышками. Для колышков лучше всего использовать стальные трубки или штыри длиной 0,7 м. Между узловыми и поворотными точками ось трубопровода провешивается вешками при помощи специального углового инструмента.

Окончательное закрепление разбивки выполняют после проверки правильности расположения колодцев и намеченных вводов. Проверка заключается в том, что в натуре определяют возможность дворовых присоединений и уличных включений.

Все канализационные присоединения должны включаться в магистральную линию под углом не менее 90° к направлению течения стоков. Если угол получается меньше, то в разбивке делают соответствующие исправления. При разбивке трубопровода, имеющего повороты, необходимо делать выноски оси за пределы траншеи, так как трубки, забитые в поворотных точках, в процессе копки траншеи ликвидируются. При наличии выносок ось трубопровода легко можно восстановить при помощи угломерного инструмента.

После разбивки ось трубопровода из рабочего плана переносится в натуру. Рекомендуется до начала земляных работ проверить точное положение в плане и по высоте подземных сооружений, пересекающих траншею

или расположенных недалеко от нее. Проверку можно выполнить пробной раскопкой. При этом особое внимание должно быть уделено уточнению места расположения подземных электрических кабелей, кабельных линий связи, газовых и других коммуникаций.

Особенностью производства работ по сооружению водопроводных и канализационных сетей в условиях уличных проездов является невозможность полного ограждения места производства работ. При этом может быть нарушен нормальный ритм уличного движения. В связи с этим необходимо заранее решить все вопросы, связанные с безопасностью уличного движения. До начала работ в пределах проезда транспорта и прохода пешеходов устроить ограждения и переходные мостики для пешеходов, а в случае необходимости и переездные мостики. Ограждение места производства работ выполняется инвентарными щитами или деревянным ограждением, препятствующим проникновению посторонних лиц к траншее **(рис. 43)**. До начала работ нужно получить разрешение от местных властей на их производство.

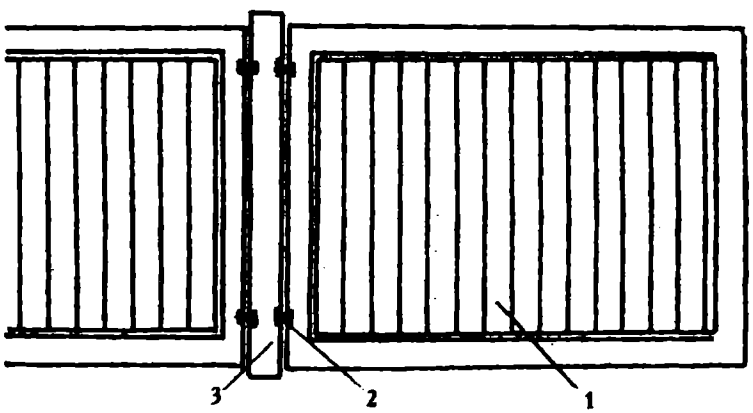


Рис. 43. Фрагмент сборно-щитового ограждения:
1 — щиты; 2 — шарнирно-петлевые соединения; 3 — брус

Отвод дождевых вод

Попадание дождевых вод в раскрытую траншею может вызывать обвал ее стенок и разрушение прилегающих к ней надземных и подземных сооружений. Особую опасность представляет затопление траншей в условиях просадочных макропористых грунтов.

Неправильное распределение по территории проезда вынутого из траншеи грунта мешает стоку воды и может повлечь скопление дождевой воды в отдельных точках с затоплением прилегающих сооружений, которые расположены ниже планировочной отметки. Чтобы это не случилось, необходимо обеспечить беспрепятственный отвод дождевой воды с поверхностей проездов, где производится работа. Лотки, кюветы и дождеприемники, расположенные в проезде, ограждают от засыпки вынутым грунтом. В случае необходимости они должны предварительно перекрываться дощатым настилом на лагах.

При пересечении траншеей кювета до начала земляных работ должен быть подготовлен перевод дождевой воды через траншею. Для этого могут быть использованы трубы (стальные, асбоцементные и т.п.) или тщательно проконопаченные и просмоленные деревянные лотки.

Разработка траншей

Траншеи для прокладки трубопроводов бывают трех типов: прямоугольного сечения с отвесными стенками, трапецеидального сечения с наклонными стенками и смешанного типа **(рис. 44)**.

Прямоугольные траншеи

Прямоугольные траншеи с отвесными стенками имеют минимальный объем земляных работ, небольшую ширину в плане, что облегчает производство работ в пределах уличных проездов. К недостаткам таких

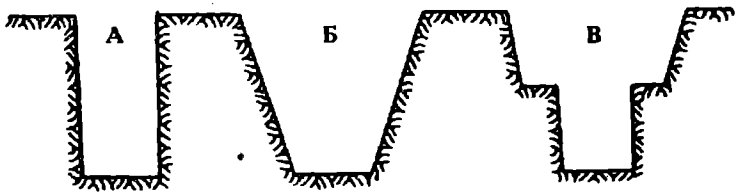


Рис. 44. Поперечные сечения траншей:
А — прямоугольная; Б — трапецеидальная; В — комбинированная

траншей следует отнести необходимость устройства крепления стенок, которое предотвращает возможность обрушения стенок и обеспечивает безопасность работающих в траншее людей. Рытье траншей без крепления отвесных стенок допустимо в грунтах естественной влажности и при отсутствии грунтовых вод. При этом глубина выемки не должна превышать:

— в насыпных, песчаных и гравелистых грунтах — 1 м;
— в супесных и суглинистых грунтах — 1,25 м;
— в глинистых грунтах — 1,5 м.

Выбор типа крепления траншеи находится в зависимости от характера и состояния грунта, глубины и ширины траншеи, близости к траншее тех или иных подземных и надземных сооружений, возможных сотрясений от динамической нагрузки и метода производства земляных работ.

Необходимо всегда иметь в виду, что устойчивость одних и тех же грунтов может меняться в зависимости от ряда условий. Например, глинистые грунты нормальной влажности достаточно устойчивы, но, будучи смочены водой, создают большую нагрузку на крепления траншеи. Траншеи в скальных грунтах могут разрабатываться на значительную глубину без всякого крепления. Однако и скальные грунты могут представлять опасность при наличии наклонных инородных прослоек, расположенных под углом более 30° к горизонту.

Сухие гравелистые и песчаные грунты легко осыпаются внутрь траншеи даже через небольшие щели в креплении, образуя за ними опасные пустоты и каверны. Это диктует необходимость тщательного крепления боков траншеи и не позволяет углублять траншею в сыпучих грунтах без немедленного соответствующего крепления.

Из всего вышесказанного нетрудно сделать вывод, что своевременное и правильное раскрепление стенок траншей является чрезвычайно важным фактором, обеспечивающим предотвращение аварийных ситуаций и требований безопасного производства работ. Конструкции креплений, зависящие от глубины траншеи и характера грунтов, приведены в **таблице 4**.

Таблица 4. Конструкции креплений, зависящие от глубины траншеи и характера грунтов

Грунтовые условия	Глубина выемки, м	
	до 3	от 3 до 5
Грунты нормальной влажности, за исключением сыпучих	Горизонтальное крепление с прозорами через одну доску	Сплошное горизонтальное крепление
Грунты повышенной влажности и сыпучие	Сплошное вертикальное и горизонтальное крепление	
Грунты всех видов при сильном притоке грунтовых вод	Шпунтовое ограждение в пределах грунтовой воды на глубину не менее 0,75 м, считая от проектной отметки дна котлована или траншеи	

Горизонтальное крепление траншеи вразбежку применяется в плотных грунтах и состоит из горизонтальных досок, установленных с прозорами 25-30 см и более (в зависимости от устойчивости грунта и местных условий) **(рис. 45)**. Горизонтальные доски раскрепляются вертикальными стояками из досок и поперечными распорами. Для крепления применяют доски толщиной 40-50 мм. Длина горизонтальных досок

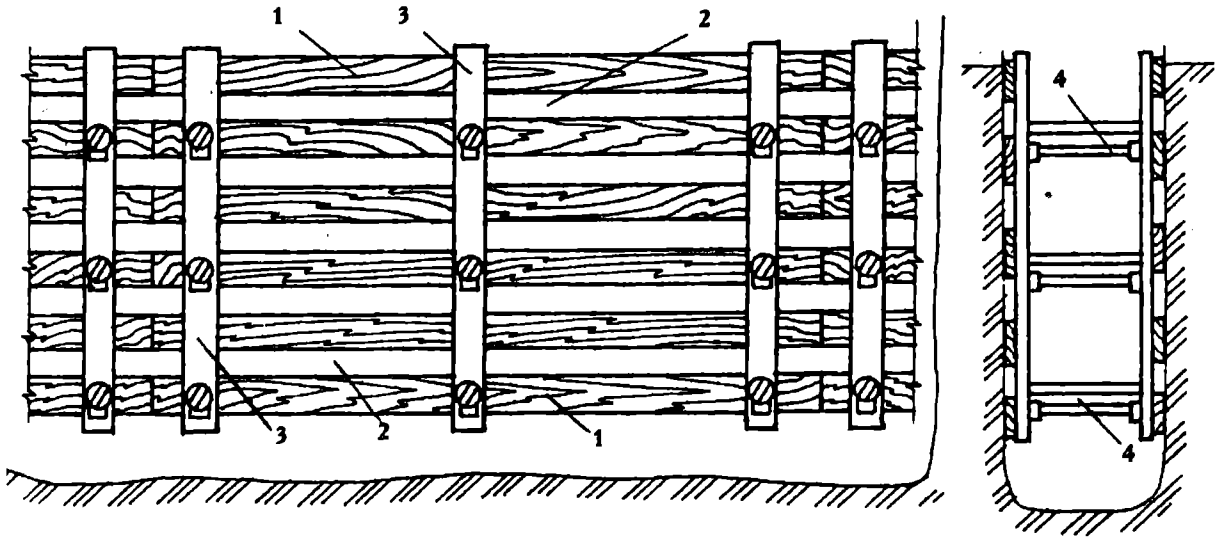


Рис. 45. Горизонтальное крепление вразбежку:
1 — горизонтальные доски; 2 — проворы; 3 — вертикальные стояки; 4 — поперечные распорки

обычно составляет 4,5-6,5 м. При глубоких траншеях удобней применять доски длиной 4,5 м, так как опускание более длинных досок в траншею занимает много времени и может вызывать обрушение стенок до их раскрепления. Длина поперечных распорок, поддерживающих крепление, должна обеспечить плотное прижимание досок к стенкам траншеи.

Сплошное горизонтальное крепление применяется в слабых осыпающихся грунтах или при близком расположении траншей с ответственными сооружениями. При горизонтальном креплении верхняя бортовая доска должна выступать над поверхностью земли для предотвращения попадания в траншею камней, комьев грунта и т.п. Чтобы предохранить распорки от перекоса и выпадания после их установки, под ними к стоякам пришиваются бобышки. Забивка распорных досок значительно облегчится, если с их торцов снять фаски.

Вертикальное крепление применяется при разработке глубоких траншей в слабых сыпучих грунтах или вблизи ответственных надземных или подземных сооружений **(рис. 46)**. Сплошное вертикальное крепление состоит из вертикально поставленных досок толщиной 50 мм, прижатых к стенкам траншеи брусчатыми или дощатыми рамами при помощи распорок. В этом случае траншею копают с одновременным осаживанием вертикальных досок. По мере углубления траншеи внутри устанавливаются дополнительные рамы, расстояние между которыми по вертикали зависит от грунта и местных условий и в среднем составляет 1,2 м.

Для предотвращения оседания рам под ними пришивают бобышки либо устанавливают короткие стойки из досок или бревен, длина которых равна расстоянию между рамами. Многоярусное вертикальное крепление применяется при разработке глубоких траншей в слабых грунтах.

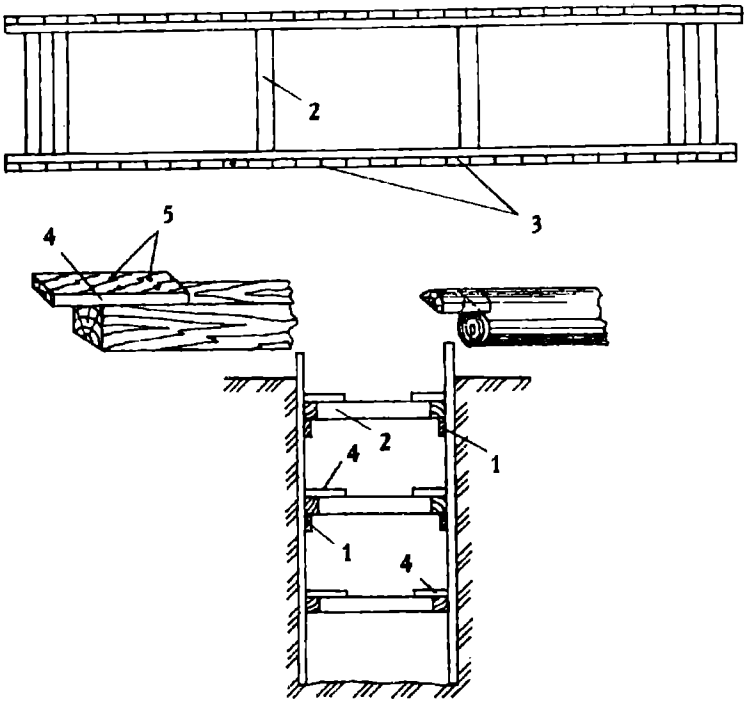


Рис. 46. Сплошное вертикальное крепление:
1 — бобышка; 2 — распорка; 3 — доски толщиной 50 мм;
4 — накладка; 5 — гвозди

Траншеи с откосами

Траншеи с откосами не требуют крепления и позволяют широко использовать механизацию земляных работ. Объем земляных работ на один погонный метр траншеи с откосами значительно увеличивается. Кроме того, этот вид траншей требует немалой земельной полосы, учитывая большую их ширину поверху.

При производстве работ в пределах автомобильных проездов, имеющих дорожное покрытие, раскопка траншей с откосами может оказаться экономически невыгодной из-за большого объема работ по разборке

и восстановлению дорожных покрытий. Значительный объем вынутого грунта при небольших габаритах проезда создает затруднения для размещения его в отвале и может потребовать частичной временной вывозки грунта с обратной подвозкой для засыпки. Поэтому в стесненных городских условиях чаще всего применяют траншеи с отвесными стенками. Ширина откоса зависит от плотности грунта. Наибольшая крутизна откосов траншей, которая рекомендуется техническими условиями, приведена в **таблице 5**.

Таблица 5. Рекомендуемая крутизна откосов траншей

Наименование грунтов	Глубина выемки, м	
	до 3	от 3 до 6
Насыпные, песчаные, гравийные	1 : 1,25	1 : 1,5
Супесчаные	1 : 0,67	1 : 1
Суглинистые	1 : 0,67	1 : 0,75
Глинистые	1 : 0,5	1 : 0,67
Лессовые	1 : 0,5	1 : 0,757
Скальные разборные	1 : 0,1	1 : 0,25
Скальные плотные	1 : 0	1,0,1

Смешанный тип траншей

Смешанный тип поперечного сечения траншей применяется при разработке грунта на большую глубину и при наличии грунтовых вод, уровень которых выше проектных отметок дна траншеи. В этом случае верхняя часть траншеи до уровня грунтовых вод роется с откосами, а нижняя часть в пределах грунтовых вод — с отвесными стенками. Этот вид траншей может оказаться целесообразным при наличии широких незамощенных проездов, свободных от подземных сооружений.

Ширина траншеи

Ширина траншеи принимается, исходя из условий минимального объема работ, в зависимости от диаметра прокладываемого трубопровода, глубины его зало-

жения, геологических условий и принятого метода производства работ. Ширина по дну траншеи (без учета крепления) должна приниматься согласно техническим условиям **(таблица 6)**.

Таблица 6. Ширина траншей по дну

Способ укладки трубопроводов	Трубопроводы		
	Стальные и чугунные	Раструбные керамические	Фальцевые на муфтах
В виде плетей или отдельных секций независимо от диаметра труб	Д + 0,3	—	—
Отдельными трубами диаметром до 0,5 м	Д + 0,5	Д + 0,6	Д + 0,8
Отдельными трубами диаметром более 0,5 м	Д + 0,8	Д + 1,0	Д + 1,2

Примечание: Д — наружный диаметр трубопроводов, включая изоляцию

Наименьшая ширина траншей в свету между досками крепления, а также между основаниями откосов должна составлять не менее 0,7 м, а при механизированной разработке траншей — соответствовать размерам режущей кромки рабочего органа землеройной машины.

Глубина траншеи

Минимальная глубина заложения труб с учетом динамической нагрузки с поверхности земли (при перемещении транспорта) составляет приблизительно 1,0 м до верха трубы. При определении глубины заложения труб в первую очередь ориентируются на опыт эксплуатации водопровода. Обычно глубина заложения водопроводных сетей должна быть немного больше глубины промерзания грунта в данной местности. Для ориентировочных расчетов глубину заложения водопроводных труб диаметром до 500 мм можно принимать:

$$H = H_{пр} + 0{,}3 \text{ м},$$

где $H_{пр}$ — глубина промерзания грунта в м.

Для северных районов РФ глубину заложения металлических труб принимают приблизительно 3-3,5 м; для средней полосы 2,5-3 м; для южных регионов — 1,25-1,3 м до низа трубы.

Обеспечение уклона траншей

Водопроводные и канализационные трубы укладывают с определенным уклоном, обозначенным в проекте на продольном профиле. Уклон напорным водопроводным трубопроводам придается таким, чтобы оставалась возможность их опорожнения. При правильном уклоне трубопровода становится невозможным скопление воздуха в его внутренних полостях. Канализационные трубопроводы являются самотечными, и уклон, с которым они укладываются, является очень важным фактором для их работы. От уклона зависит пропускная способность канализационного трубопровода и обеспечение его самоочищаемости, то есть предотвращение выпадания осадков из протекающей сточной жидкости. Особое значение имеет выполнение проектных уклонов для районов с плоским рельефом, где уклоны приходится проектировать весьма малые. При неточном производстве работ могут иметь место участки с нулевым и даже с обратным уклонами, что создает большие затруднения в эксплуатации канализационной сети. Для обеспечения правильности уклонов прокладываемых трубопроводов большое значение имеет качественное выполнение работ по планировке дна траншеи по проектным отметкам.

Для контроля уклона дна траншеи после окончания работы экскаватора на траншее устанавливают обноски **(рис. 47)**. Обноска представляет собой доску толщиной 40-50 мм, врезанную и прочно пришитую к вкопанным по бокам траншеи столбикам. К обноске, с ее низовой стороны, прочно пришивается брусочек-полочка. Верхнюю грань этого брусочка устанавливают по уровню в строго горизонтальном положении. Обноски устраивают обычно над смотровыми колодцами, рас-

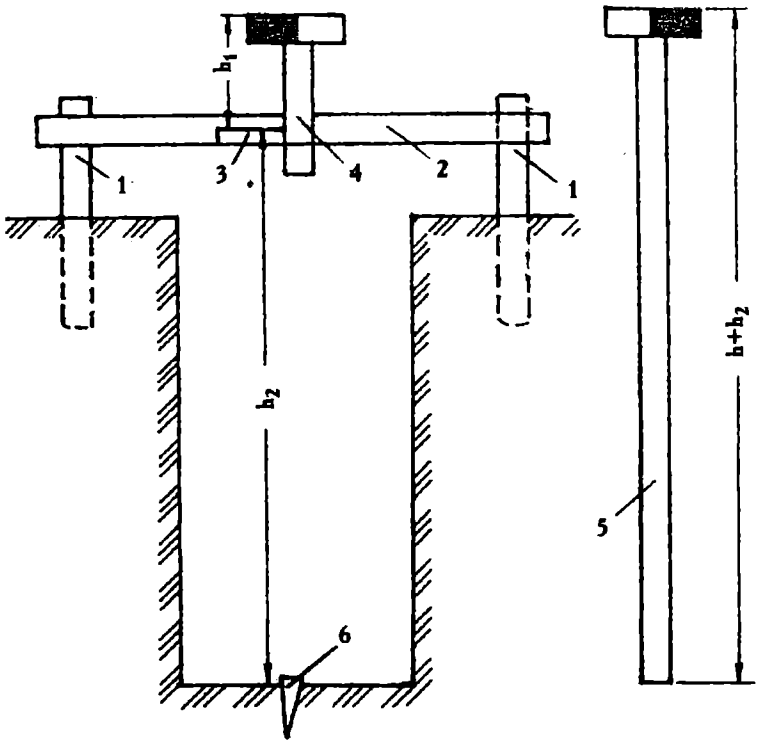


Рис. 47. Устройство обноски:
1 — столбики; 2 — доска толщиной 40-50 мм; 3 — полочка;
4 — неподвижная вивирка; 5 — подвижная вивирка; 6 — колышек

стояние между которыми на канализационной сети обычно не превышает 50 м. При прокладке коллекторов с малыми уклонами расстояние между обносками должно составлять не более 25-30 м. Зная отметку полки обноски и проектную отметку дна траншеи под обноской (из рабочего профиля), определяют величину h_2, которая отмеряется от верхней грани полки. При этом получают проектную отметку дна траншеи под данной обноской. Между проектными точками под обносками через каждые 2-3 м при помощи визирок забивают колышки, верх которых находится на проектных отметках.

При разработке траншеи большую роль играет качество подготовки основания, на которое укладывают трубы. В системах водоснабжения трубопроводы укладывают на естественное или искусственное основание. Тип основания выбирают в зависимости от гидрогеологических условий, размеров и материала укладываемых труб, конструкции стыковых соединений, глубины укладки, транспортных нагрузок и местных условий.

При естественном основании трубы укладывают на грунт ненарушенной структуры, обеспечивая поперечный и продольный профиль основания по проекту. При этом по всей длине трубы должны плотно прилегать к основанию. Во избежание недопустимых просадок прочность основания должна быть достаточной для уравновешивания активных сил, то есть внешних нагрузок, действующих на трубу. Виды оснований под трубопроводы приведены на **рис. 48**.

При несущей способности грунтов менее 0,1 МПа (1 кгс/см^2) необходимо устраивать искусственное основание. Для увеличения плотности грунтов оснований широко применяют метод уплотнения. Наибольшие плотности грунтов оснований под трубопроводы приведены в **таблице 7**.

Таблица 7. Наибольшие плотности грунтов оснований под трубопроводы

Вид грунта	Плотность основания, г/см^3
Супесь:	
тяжелая	1,89
тяжелая пылеватая	1,84
Суглинки:	
легкие и легкие пылеватые	1,75
тяжелые и тяжелые пылеватые	1,69
Глины песчанистые и пылеватые	1,63

Несущая способность труб в значительной мере зависит от характера их опоры на основание. Так, трубы, уложенные в грунтовое ложе с углом охвата 120°, вы-

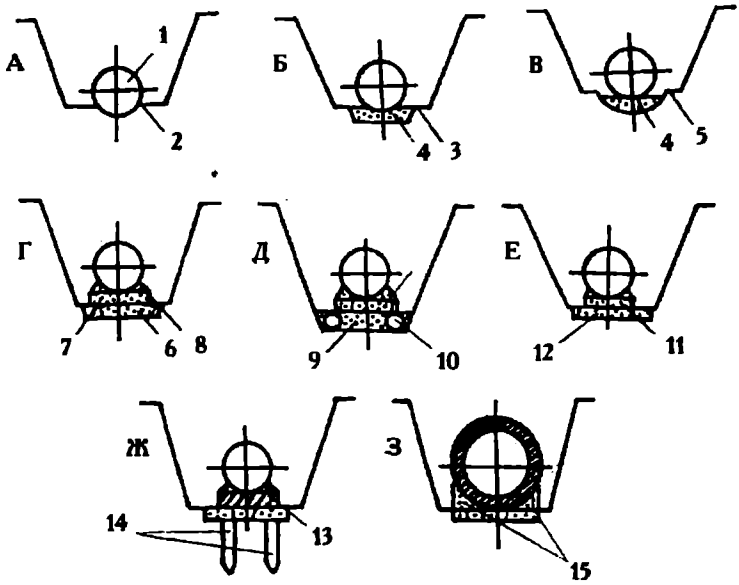


Рис. 48. Виды оснований под трубопроводы:
А — укладка на грунтовое ложе с углом охвата 120°;
Б — на песчаную подушку; В — на песчаную подушку при скальном основании; Г — на бетонное основание; Д — на бетонно-щебеночное основание с дренажом; Е — на бетонное основание; Ж — на ростверк; З — на сборную ж/б плиту; 1 — труба; 2 — дно траншеи; 3 — ложе; 4 — песчаная подушка; 5 — скальное основание; 6 — толь; 7 — бетонная плита; 8 — монолитный бетон; 9 — щебеночное основание; 10 — дренаж; 11 — железобетонная плита; 12 — бетонное основание; 13 — плита ростверка; 14 — железобетонные сваи; 15 — сборная плита

держивают нагрузку на 30-40% большую, чем трубы, уложенные на плоские основания. При укладке труб на искусственное основание с углом охвата 120° несущая способность труб повышается в 1,7 раза и более по сравнению с укладкой на плоское грунтовое основание. Таким образом нетрудно сделать вывод, что устройство основания является одним из главных факторов, обеспечивающих долговечность и надежность

эксплуатации трубопроводов. С увеличением диаметра трубопроводов это условие приобретает еще более важное значение, поскольку стоимость таких сооружений возрастает.

Для создания искусственных оснований гравийно-щебеночного типа по дну траншеи рассыпают слой сухого щебня или гравия, выравнивают его, а после укладки труб подбивают пазухи щебнем или гравием, устраивая требуемое ложе по диаметру трубы. В процессе подготовки основания необходимо проверить соответствие проектным данным продольного и поперечного уклонов. Для этого выполняют нивелирование дна траншеи. Глубину и угол обхвата ложа необходимо проверять шаблоном.

Засыпка траншей

В зимний и весенний периоды засыпка нижней части траншеи на высоту 30-40 см производится немедленно после укладки труб. Засыпка нижней части траншеи на высоту не менее 0,5 м должна производиться исключительно талым грунтом с тщательным уплотнением пазух. Засыпка верхней части траншеи при расположении ее в пределах автомобильных переездов, имеющих дорожное покрытие, тоже должна производиться талым грунтом для предотвращения последующих осадок дорожного покрытия. При засыпке верхней части траншеи, проходящей по незамощенным проездам, допускается к укладке мерзлый грунт в количестве не более 15% от общего объема засыпки. Перед засыпкой траншея должна быть очищена от снега.

Важным моментом является засыпка нижней части траншеи, где уложен трубопровод. В процессе засыпки необходимо принимать меры для сохранения стыковых соединений, изоляции уложенных труб от повреждения сбрасываемым грунтом. Засыпка нижней части траншеи на высоту 0,25-0,30 м должна производиться вручную. При мелких траншеях грунт сбрасывают сверху осторожно и не на сами трубы, а сбоку, в угол, чтобы удар

приходился на стенки траншеи. При засыпке глубоких траншей для предохранения уложенных труб от повреждения камнями и комьями слежавшегося грунта на нижний ярус распорок укладываются доски, прикрывающие трубы.

Грунт для засыпки нижней части траншеи должен быть освобожден от камней, комьев и других примесей. Засыпка нижней части траншей должна производиться одновременно с двух сторон уложенного трубопровода слоями 0,15-0,20 м, так как односторонняя засыпка может сдвинуть трубопровод. Для уплотнения грунта в пазухах траншеи применяются деревянные либо пневматические трамбовки. После засыпки и уплотнения грунта в пазухах траншеи дальнейшая засыпка на 0,25-0,30 м выше шелыги труб может производиться без уплотнения (за исключением случаев, когда срочно требуется восстановить полотно проезжей части дороги). Механизация работ по засыпке траншей без уплотнения может быть осуществлена при помощи бульдозера или экскаватора.

При прокладке трубопроводов по замощенным уличным проездам засыпка должна производиться послойно с тщательным уплотнением грунта для предотвращения последующих просадок дорожного покрытия.

Горизонтальное крепление траншеи разбирается постепенно по мере засыпки грунта, начиная снизу. Количество одновременно удаляемых досок по высоте не должно превышать трех, а в сыпучих или неустойчивых грунтах — одной. При разборке крепления сквозные стояки каждый раз отпиливают на ширину снимаемой доски. Вертикальное и шпунтовое крепление извлекают после засыпки траншеи.

Наружные водопроводные сети

Водопроводная сеть предназначена для транспортирования воды от источника к месту потребления. Она является практически единственным элементом системы водоснабжения и состоит из магистральных и распределительных линий.

Магистральные линии предназначены для транспортирования транзитной воды в пределах объекта водоснабжения.

Распределительные линии прокладываются в необходимых точках при транспортировании воды от магистралей к потребителю. Если водопроводная сеть питает один дом, то функции магистральных и распределительных линий совмещаются в одной нитке.

Схемы водопроводных сетей бывают тупиковые, кольцевые и комбинированные **(рис. 49)**.

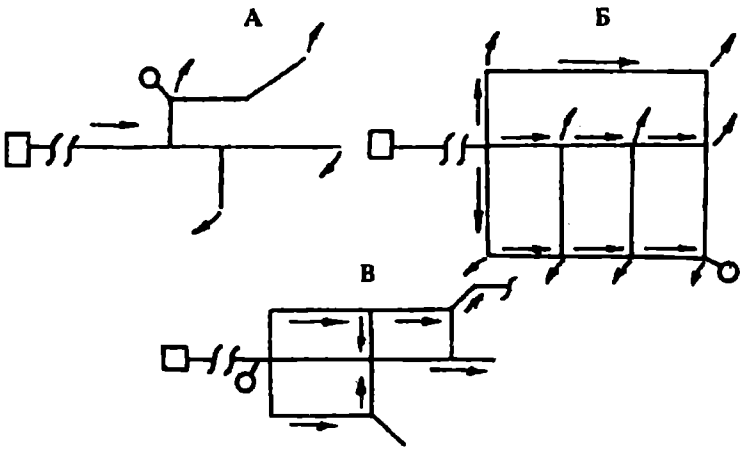


Рис. 49. Схемы водопроводных сетей:
А — тупиковая; Б — кольцевая; В — комбинированная

Тупиковая схема сетки состоит из магистральной линии и ответвлений, которые отходят в виде тупиковых участков. В тупиковой сети вода движется в одном направлении — до конца ответвления. Тупиковая схема — кратчайшая по длине, но менее надежная относительно бесперебойной подачи воды. Во время аварии на одном участке магистрали все участки, которые расположены за ним, не будут обеспечены водоснабжением.

Кольцевая схема не имеет тупиковых участков и все ее ответвления соединены между собой и замкнуты.

Комбинированная схема состоит из закольцованных и тупиковых линий. Кольцевая и комбинированная

схемы сетей водоснабжения более надежные в эксплуатации.

В закольцованной сети вода не застаивается, а постоянно циркулирует. Аварийные участки выключают без прекращения подачи воды другим потребителям.

Трассу водопроводных сетей увязывают с вертикальной и горизонтальной планировкой местности и с учетом других подземных инженерных сетей. Водопроводные сети на проездах, как правило, укладывают прямолинейно и параллельно линия застройки, строго по трассе. Пересечения трубопроводов нужно выполнять под прямым углом между собой и к оси проездов. Размещение водопроводных линий по отношению к другим подземным коммуникациям должно обеспечить возможность монтажа сетей и не допускать подмывов фундаментов в случае повреждения водопровода. Расстояние в плане от водопроводных сетей до параллельно расположенных зданий и сооружений нужно определять в зависимости от конструкций фундаментов зданий, глубины их заложения, диаметра и характеристики сетей, напора воды в них и т.п.

Водопроводные сети из металлических труб

Водопроводная сеть состоит из труб, фасонных частей, арматуры и колодцев. Наружные водопроводные сети прокладывают металлическими (стальными, чугунными), асбестоцементными или полимерными трубами. По экономическим и эксплуатационным характеристикам материал для труб водоснабжения подбирают в зависимости от назначения водопровода, рабочего давления, диаметра трубопроводов и характера грунтов.

Чугунные водонапорные трубы с чугунными фасонными частями прокладывают диаметром 50 мм и выше. Чугунные трубы могут быть обычными, рассчитанными на рабочее давление до 10 кг/см^2, и усиленными, рассчитанными на давление до 16 кг/см^2. Чугунные

трубы при изготовлении покрывают горячим асфальтовым лаком, что делает их поверхность гладкой и защищает от коррозии.

Соединение чугунных труб осуществляют путем их сдавливания и чеканкой стыков асбоцементом, цементом, сернистыми сплавами или свинцом. Раструбный стык состоит из водонепроницаемого уплотнения из асбоцемента и просмоленного каната и замка, который удерживает уплотняющий материал в раструбе **(рис. 50)**. Для формирования стыка ровный конец одной трубы вставляют в раструб другой так, чтобы между торцом ровного конца и днищем раструба образо-

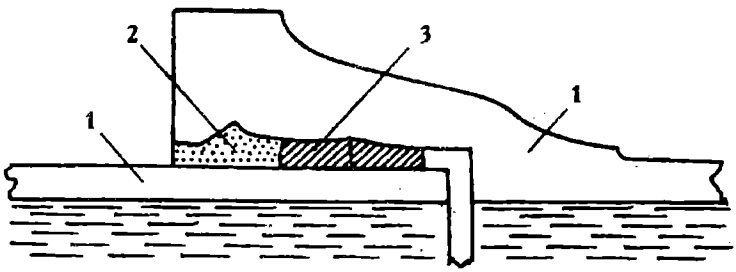


Рис. 50. Соединение водопроводных чугунных труб:
1 — чугунные трубы; 2 — асбоцемент; 3 — смоляной канат

вался зазор 3-6 мм, который предназначен для осевого перемещения труб при температурных расширениях. Этот зазор уплотняют резиновым кольцом или законопачивают, дважды обводя трубу хорошо скрученным смоляным канатом (пеньковой прядью). Таким образом уплотняют от 1/2 до 2/3 длины раструба.

Пеньковая прядь, которую используют для чеканки трубных раструбов, должна быть просмолена и очищена от загрязнений. До введения в раструбную щель пенковую прядь скручивают в жгут такого диаметра, чтобы он плотно входил в щель раструба. Если для чеканки применяется смоляной канат, то его расплетают на отдельные стренги, которые затем скручивают в жгут нужной толщины. При конопатке отдельными жгутами на один слой необходимо, чтобы концы жгутов не пере-

крывали друг друга, а располагались вразбежку и не создавали местных утолщений. Введенные в раструбную щель жгуты уплотняют сильными ударами молотка по конопатке. Достаточность уплотнения каждого слоя жгута в раструбной щели определяется по характерному отскоку металлической конопатки при ударе по ней молотком.

Оставшееся кольцевое пространство в раструбе чеканят асбестоцементом, цементом, свинцом или заливают сплавом серы. Для соединения труб на поворотах и ответвлениях водопроводной сети применяют специальные чугунные фасонные части — отводы, тройники, крестовины, переходники и т.п.

Для стыков применяют портландцемент марки 300-400, просеянный. Асбестоцементные стыки имеют более высокие технические качества по сравнению с цементными стыками. Они пластичны и допускают прогиб в 1° до появления утечки в стыке и более стойки против коррозийного действия агрессивных вод и грунтов. Наибольшую прочность и эластичность имеют свинцовые стыки. Они выдерживают давление 15-30 кг/см^2, но в связи с их высокой себестоимостью применяются только на самых ответственных участках водопроводной сети.

Повысить гибкость стыкового соединения чугунных труб можно применением резинового кольца вместо пеньковой пряди **(рис. 51)**. Для соединения раструбных труб могут использоваться резиновые уплотнительные кольца, выпускаемые для асбестоцементных труб. Резиновые кольца, защемленные в раструбной щели, обеспечивают абсолютную герметичность соединения. Процесс уплотнения происходит следующим образом. На гладкий конец трубы, перед введением его в раструб, надевают два резиновых кольца **(рис. 52)**, затем трубу центрируют по раструбу и проталкивают вглубь его до соприкосновения со вкладышем-ограничителем, который обеспечивает необходимый зазор. Резиновые кольца при этом увлекаются гладким концом трубы в раструбную щель и располагаются в рас-

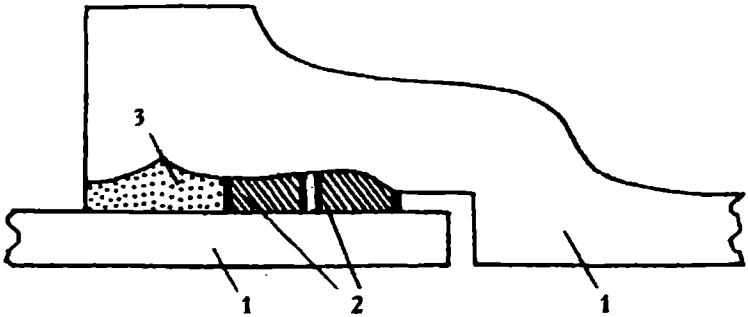


Рис. 51. Соединение чугунных труб с применением резиновых колец: 1 — чугунные трубы; 2 — резиновые кольца; 3 — асбоцемент

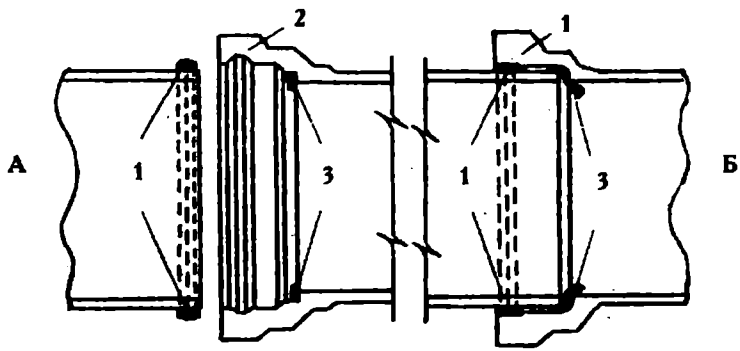


Рис. 52. Обеспечение гибкости стыкового соединения: А — соединение перед введением в раструб; Б — фиксация стыка; 1 — резиновые кольца; 2 — раструб; 3 — вкладыш-ограничитель

трубной выкружке. Перед соединением кольца смачивают водой, что облегчает их введение в раструб. Для соединения и ответвления чугунных труб промышленность выпускает большую номенклатуру фасонных частей **(рис. 53)**.

Стальные трубы в наружных водопроводных сетях применяют редко из-за их низкой коррозийной стойкости. Чаще всего стальные водоводы применяют в местах с высоким рабочим давлением с возможными динамическими нагрузками и гидравлическими ударами,

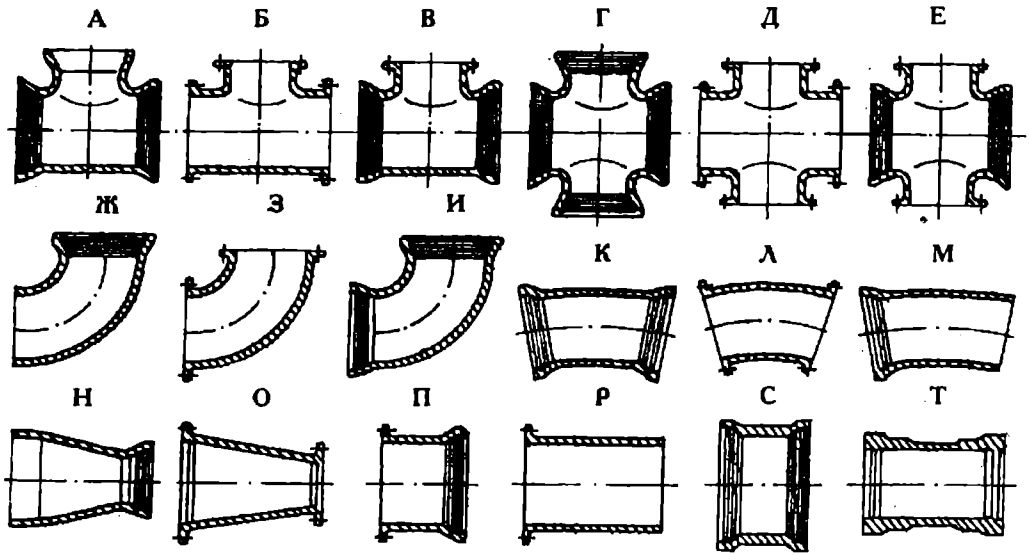


Рис. 53. Фасонные части водопроводных труб:

А — тройник раструбный; Б — тройник фланцевый; В — тройник раструб-фланец; Г — крестовина раструбная; Д — крестовина фланцевая; Е — крестовина раструб-фланец; Ж — колено раструбное с гладким концом; З — колено фланцевое; И — колено раструбное; К — отвод раструбный; Л — отвод фланцевый; М — отвод раструбный; Н — переход раструбный; О — переход фланцевый; П — патрубок фланец-раструб; Р — раструб фланец — гладкий конец; С — двойной раструб; Т — надвижная муфта

в сейсмических регионах или в местах, где возможны подвижки грунта. В водопроводных сетях используют следующие виды стальных труб:

— стальные сварные водо-газопроводные (газовые) трубы диаметром от 6 до 150 мм;

— стальные бесшовные нефте— газо-водопроводные (горячекатаные) трубы с толщиной стенок от 4 до 9 мм. Этот тип труб рассчитан на рабочее давление до 16 кг/см^2;

— стальные тонкостенные трубы со спиральным швом, применение которых диктуется экономическими соображениями. Несмотря на то, что трубы имеют тонкую стенку, они прочнее, чем трубы с продольным швом. Меняя угол наклона сварного шва, с одной и той же полосы металла получают трубы различного диаметра.

Стальные трубы, которые прокладывают в земле, соединяют преимущественно электросварочным швом, а при прокладке в тоннелях и колодцах соединяют на фланцах. Фланцы приваривают к концам труб перед монтажом трубопроводов электродуговой сваркой.

Обычно отдельные трубы сваривают в секции, которые в свою очередь сваривают в плети. Длина секции диктуется в зависимости от веса соединяемых труб и учета способа их поворота. Соединение отдельных секций может производиться на бровке траншеи и непосредственно в траншее.

Хорошая подготовка кромок труб к сварке имеет большое значение для прочности сварных соединений. Места сварки должны быть очищены от ржавчины, грязи и окалины до металлического блеска. При недостаточной очистке кромок расплавленный металл стыка загрязняется и получается хрупким, пористым и со свищами. Свариваемые кромки труб следует зачищать не ранее чем за 4 часа до сварки.

Концы свариваемых труб должны иметь правильную окружность. Небольшие вмятины и забоины, мешающие нормальному стыкованию, могут быть выправлены в горячем состоянии. При наличии больших забоин,

а также вмятин с острыми углами концы труб приходится обрезать. Конструктивные элементы сварочного стыка показаны на **рис. 54**.

Перед сваркой труб надо предварительно проверить:

1) элиптичность концов;
2) перпендикулярность торцов труб;
3) разностенность концов труб в разных местах;
4) угол скоса кромок;
5) величину притупления кромок;
6) отсутствие внутренних загрязнений.

Перед сборкой трубы выравниваются в нитку, центрируются и прихватываются. При сборке электросварных труб их продольные швы должны быть смещены по отношению друг к другу в шахматном порядке таким образом, чтобы при укладке труб в траншею все продольные швы располагались наверху трубопровода и были доступны для осмотра.

При ручной сварке количество слоев шва находится в зависимости от толщины стенки трубы **(таблица 8)**.

Таблица 8. Количество слоев сварного шва

Диаметр труб, мм	Толщина стенок труб, мм	Количество слоев шва
350 и менее 400 и более	8 и менее 9 и более	2 Не менее 3

Порядок наложения шва в трубах диаметром до 350 мм показан на **рис. 55**. Наложение первого шва производится в два приема на боковых участках трубы. При наложении первого слоя сварщик заваривает сначала две боковые четверти в направлении, указанном стрелками снизу вверх. После сварки боковых четвертей всей секции, ее переворачивают на 180° и сваривают оставшиеся две четверти стыка. Наложение второго слоя на оставшиеся две четверти окружности производится после поворота секции на 90°. Завершают сварку после поворота секции на 180°. При наложении каждого последующего шва рекомендуется вести электрод в направлении, обратном тому, при котором сваривал-

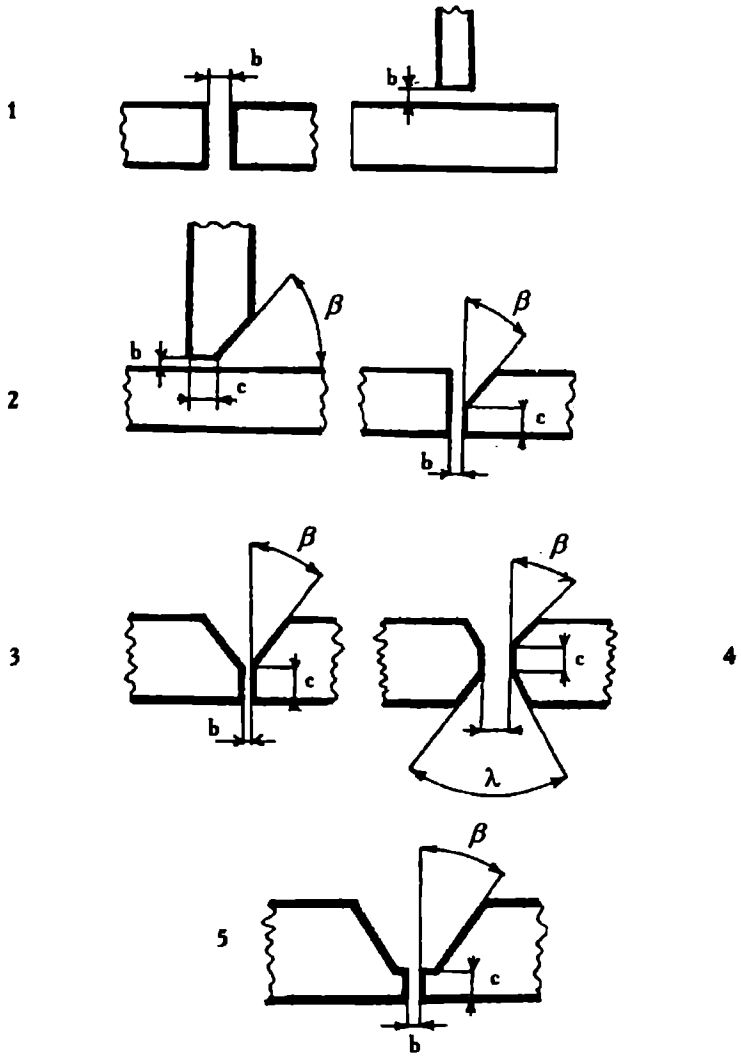


Рис. 54. Конструктивные элементы разделки кромок под сварку: b — зазор; c — притупление; β — угол скоса кромок; λ — угол разделки кромок; 1 — без разделки кромок; 2 — с разделкой кромок одной детали; 3 — V-образная разделка; 4 — X-образная разделка; 5 — U-образная разделка

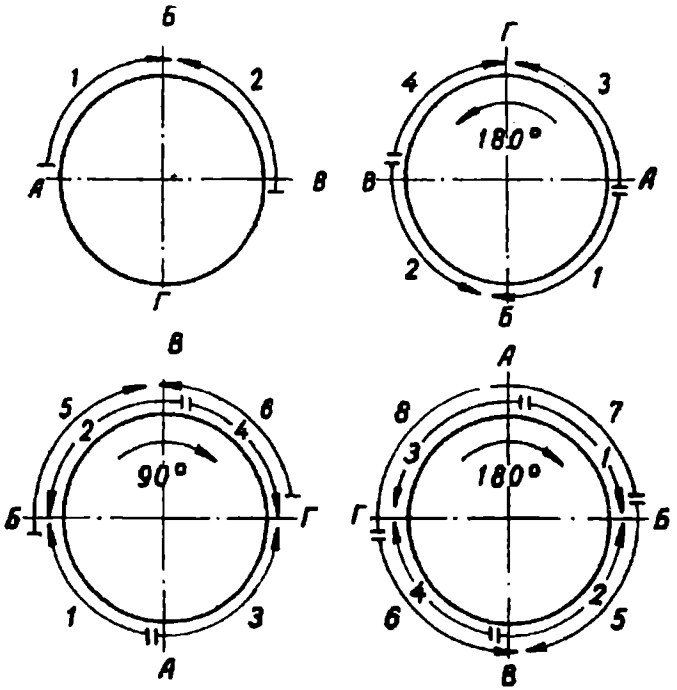


Рис. 55. Порядок наложения шва:
А, Б, В, Г — этапы проведения сварочных работ

ся предыдущий слой. При этом необходимо следить за тем, чтобы границы свариваемых участков отдельных слоев шва не совпадали, а перекрывались не менее чем на 50 мм.

Противокоррозийная изоляция стальных труб

Она производится для защиты наружной поверхности от коррозии, возникающей при соприкосновении металла с грунтом, содержащим влагу, соли и кислоты. Тип изоляционного покрытия выбирается в зависимости от степени коррозийности почвы. Характеристика применяемых типов изоляционных покрытий приведена в **таблице 9**.

Таблица 9. Характеристика изоляционных покрытий

№ слоя от поверхности металла	Наименование изоляции				
	нормальная	нормальная защищенная	усиленная	усиленная защищенная	весьма усиленная
1.	Грунтовка	Грунтовка	Грунтовка	Грунтовка	Грунтовка
2.	Битумная эмаль	Битумная эмаль	Битумная эмаль	Битумная эмаль	Битумная эмаль
3.	То же	То же	То же	То же	То же
4.	—	Крафтбумага	Гидроизол	Гидроизол	Гидроизол
5.	—	—	Битумная эмаль	Битумная эмаль	Битумная эмаль
6.	—	—	То же	То же	То же
7.	—	—	—	Крафтбумага	Гидроизол
8.	—	—	—	—	Битумная эмаль
9.	—	—	—	—	То же
Общая толщина изоляции, мм	3,5	4	8	8,5	10,5

Изоляционные работы являются ответственной частью общего комплекса прокладки стального трубопровода, так как срок службы труб зависит от качества изолирующего покрытия и его стойкости к разрушению. Качество изоляции зависит от качества изоляционных материалов и выполнения технологической дисциплины во время их укладки. Повреждение изоляции и обнажение металла приводит к развитию сосредоточенных очагов коррозии и к преждевременному сквозному проржавлению, которое может наступить через 5-6 лет эксплуатации трубопровода и даже ранее. Повреждение готовой изоляции может произойти в процессе транспортировки трубы и при опускании ее в траншею.

Работа по устройству изоляции состоит из следующих основных процессов: очистки поверхности труб, грунтовки поверхности и накладки изоляции.

Очистку труб от ржавчины лучше всего выполнять стальными проволочными щетками (вручную или машинным способом), пескоструйными аппаратами или химическим средством. В процессе работы ржавчину сметают щеткой или веником, а поверхность трубы протирают сухой ветошью. Очистка трубы выполняется до металлического блеска. Ручная очистка представляет собой тяжелую и трудоемкую работу. Ее можно облегчить применением электрифицированного инструмента, в патрон которого вставляется вал металлической щетки.

Очищенная труба должна покрываться грунтовкой в тот же день. Если труба остается на ночь без грунтовки, то очистку перед грунтованием нужно повторить. Очистка труб в сырую дождливую погоду не допускается. Если на очищенную поверхность попала влага, то после просушки очистку нужно повторить.

Грунтовку можно приготовить, растворив одну часть подогретого битума в трех частях бензина. Для приготовления грунтовки должен использоваться тот же битум, который идет для битумного покрытия. Обычно в этих целях применяют обезвоженный битум марки IV (без наполнителя).

Для приготовления грунтовки нужное количество битума рубят на куски весом 1-2 кг и загружают в котел, где он разогревается до жидкого состояния (обычно при температуре 160-180°С). Затем битум наливают в бак и дают остыть до температуры 80-70°С. Бензин готовят на расстоянии не менее 50 м от котла в специальном баке. Битум тонкой струей вливают в бензин через лейку, непрерывно перемешивая деревянной мешалкой до полного растворения битума. Приготовленная грунтовка должна храниться в закрытой таре.

Грунтовку наносят на поверхность трубы ровным слоем толщиной 0,1-0,2 мм кистью из щетины или валиком без потеков, сгустков и пропусков. Если сквозь грунтовку просвечивают ржавые пятна, эти места очищают и грунтуют вновь. Высыхание грунтовки проверяется легким нажатием на ее поверхность ладонью. Высохшая грунтовка не должна оставлять на руке никаких следов.

Битумное изоляционное покрытие (битумная эмаль) приготовляется из битума марки IV (75-80% от веса смеси) и наполнителя — каолина (20-25% от веса смеси). Вместо битума IV может применяться битум марок III и V в соотношении 1:1 с добавлением каолина. Взамен каолина в качестве наполнителя можно применять асбест №7 в количестве 5% от веса смеси.

Для приготовления эмали битум загружают в котел в количестве 75% от нужной массы, и после нагрева до температуры 160-180° и обезвоживания добавляется остальная часть битума. После разогрева всей массы в расплавленный битум засыпают небольшими порциями наполнитель при непрерывном перемешивании смеси.

При индустриальном методе строительства магистрали изоляционное покрытие наносят на трубопровод при помощи изоляционной машины. Нанесение изоляционного слоя вручную может производиться при помощи брезентового полотнища и лейки с носиком в виде узкой щели **(рис. 56)**. Обертывание трубопровода гидроизолом выполняется тотчас же после наложения изоляционного покрытия до его застывания. Это обес-

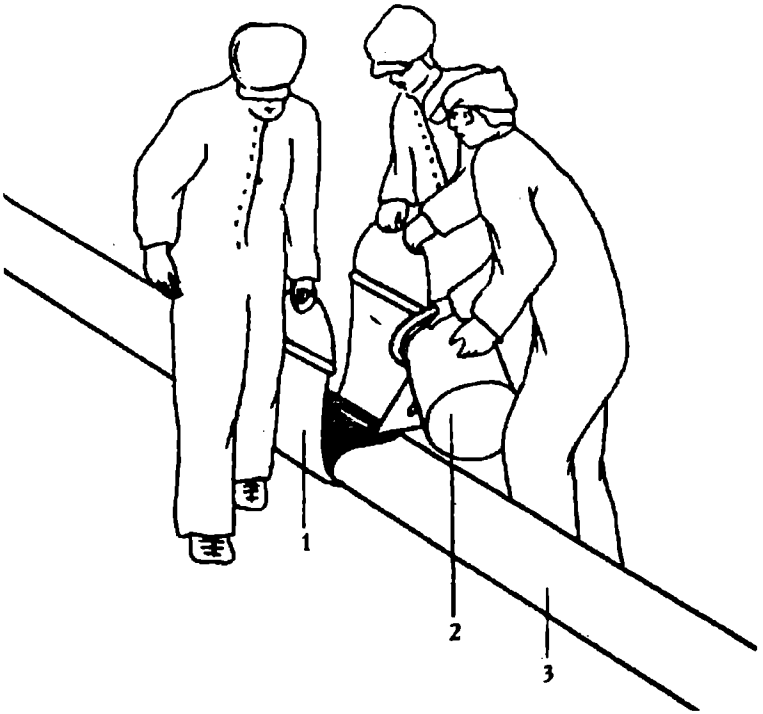


Рис. 56. Нанесение вручную изоляционного покрытия:
1 — бревентовое полотнище; 2 — лейка; 3 — труба

печит хорошее прилипание обмотки к покрытию. Гидроизол в виде ленты шириной 50 см наматывают на трубу по спирали с перекрытием швов на 1-2 см. Обертка должна ложиться на трубу плотно без морщин, складок и мешков. Полотна гидроизола не должны иметь дыр, разрывов, складок, бугорков и т.п. Торцы рулонов должны быть ровными.

Храниться гидроизол должен в сухом, защищенном от дождя и солнца помещении на дощатом полу или настиле. Пропуски изолирующего покрытия в местах швов, которые сваривают в траншеях, должны быть предварительно очищены, покрыты грунтовкой и изоляционным слоем с перекрытием изолированной части трубы.

Контроль за качеством работ осуществляют после каждого этапа (сварки, изоляции, монтажа и т.д.). Если этого не делать, то после каждой операции по монтажу трубопровода результат предыдущей работы станет недоступным для проверки. Например, наложение первого слоя шва уже не дает возможности установить, правильно ли была сделана сборка стыка, был ли установлен требуемый зазор и т.д. А наложение битумной изоляции делает невозможным проверку качества очистки поверхности трубы и качества грунтовки. Поэтому при сооружении стальных трубопроводов контроль качества должен осуществляться непрерывно и поэтапно в процессе работы.

Все материалы, применяемые при сварочно-монтажных работах, должны иметь сертификаты, подтверждающие их соответствие требованиям ГОСТа. Проверка квалификации сварщиков осуществляется путем пробной сварки стыков в условиях, которые тождественны с предстоящей работой. Во время сварочных работ проверяются режимы сварки, порядок наложения шва и зачистки шлака между слоями при сварке многослойных швов.

При внешнем осмотре стыка надо обращать внимание на то, чтобы поверхность шва была ровной, слегка выпуклой, без натеков, подрезов, пор и других поверхностных дефектов. Стык, предъявляемый к приемке, должен быть очищен от шлака, брызг и грязи.

Контроль качества изоляционных работ заключается в проверке материалов, которые применяются в процессе работы. До наложения изоляции внешним осмотром проверяется качество очистки поверхности трубы (отсутствие ржавчины, налета пыли, влаги и т.п.). К наложению грунтовки можно приступить лишь после освидетельствования качества очистки поверхности.

Приемка законченных работ по изоляции осуществляется внешним осмотром изоляционного покрытия, проверкой толщины слоя изоляции, степени прилипаемости к трубе. Покрытие не должно быть выдавлено из-под краев обертки. После опускания трубопровода

в траншею нужно проверить правильность укладки плети и сохранность изоляционного покрытия. Обнаруженные при осмотре дефектные места должны быть немедленно зачищены и восстановлены.

Во внутренних водопроводных сетях стальные трубопроводы малого диаметра до недавнего времени практически не имели конкурентов. Дороговизна труб из меди и нержавеющей стали позволяла применять их только в исключительных случаях, где оправдывались повышенные расходы. Картина несколько изменилась с внедрением асбестоцементных и полимерных труб, которые стали активно вытеснять стальные и чугунные трубопроводы.

Прокладка напорных асбестоцементных труб

Полемика о вредности асбеста или о его безвредности ведется на страницах многих журналов. По мнению авторов, асбестовые трубы абсолютно безвредны для человека, о чем свидетельствует их популярность в системах водоснабжения в Австрии, Голландии и других развитых европейских странах. Благодаря своим прекрасным эксплутационным качествам водоводы из асбестоцементных труб без ремонта и аварий уже много десятков лет работают во многих странах мира, обеспечивая питьевой водой миллионы людей.

Асбестоцементные трубы представлены на современном рынке исключительно отечественной продукцией. Причина состоит в том, что это самые дешевые изделия среди всех труб, присутствующих на рынке, и любая транспортировка их на дальнее расстояние приведет только к удорожанию. По цене они в 3-4 раза дешевле чугунных и полимерных.

Асбестоцемент — один из видов дисперсно-армированного бетона. Асбест в нем играет роль арматуры, равномерно распределенной по объему материала, а затвердевший цементный камень образует плотную матрицу, в которой заключен асбест. Соотношение асбеста и портландцемента в асбестоцементных матери-

алах составляет 15 : 85. Асбест в таком материале находится в связанном состоянии и практически не выделяется в окружающую среду.

Прочность асбестоцементных труб на растяжение довольно высока, что позволяет их применение не только в безнапорных, но и в напорных системах. В водной среде асбест не корродирует, а, напротив, уплотняется и упрочняется в результате продолжающейся гидратации портландцемента.

Безнапорные асбестоцементные трубы диаметром 100 и 150 мм часто используют для прокладки канализационных коллекторов, причем полимерные трубы проигрывают им по стоимости.

Асбестоцементные напорные трубы соединяют при помощи асбестоцементных двухбортных муфт и резиновых колец **(рис. 57)**. Асбестоцементная двухбортная муфта представляет собой отрезок трубы длиной 15-20

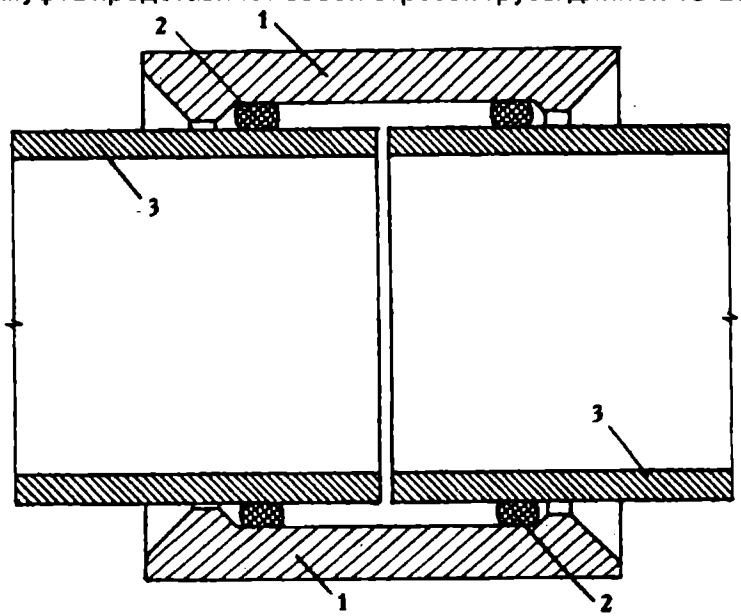


Рис. 57. Соединение асбоцементных напарных труб:
1 — двухбортная муфта; 2 — резиновые кольца;
3 — асбоцементные трубы

см, внутренний диаметр которой несколько больше внешнего диаметра соединяемых труб. С внутренней стороны, ближе к краям, в муфте имеются два неодинаковых по высоте выступа (зуба), удерживающие в неизменном положении резиновые кольца.

Асбоцементные двухбортные муфты не должны иметь трещин, внутренняя поверхность их должна быть обточена строго цилиндрически и иметь по концам выступы и конические расточки.

Резиновые кольца играют основную роль в создании герметичного стыка. При недостаточной эластичности резиновые кольца не оказывают нужного сопротивления той силе, которая выдавливает их из стыковых соединений.

Асбестоцементные трубы должны доставляться к месту укладки и раскладываться вдоль траншеи непосредственно перед самой укладкой. К укладке труб можно приступать после соответствующей подготовки и проверки дна траншеи. Дно траншеи должно быть спланировано по проектному уклону и спрофилировано таким образом, чтобы асбестоцементная труба опиралась на грунт не менее чем четвертью своей окружности. В виду хрупкости асбестоцементных труб качество подготовки ложа для их укладки имеет большое значение для сохранности уложенного трубопровода.

В местах стыковки труб устраивают приямки, ширина которых должна быть равной ширине траншеи по дну. Длина приямков принимается 0,6-0,7 м и глубина 0,15-0,20 м. Для максимального совпадения размеров концов трубы перед опусканием в траншею проверяют с помощью металлического шаблона. По дну траншеи трубы укладывают по шнуру или под визирку.

Соединения асбестоцементных труб

Соединения асбестоцементных труб на муфтах выполняют следующим образом **(рис. 58)**. Муфту надвигают на конец уложенной трубы в таком положении, чтобы ее конец с менее выступающим внутрь буртиком находился ближе к соединяемому концу трубы. Вначале

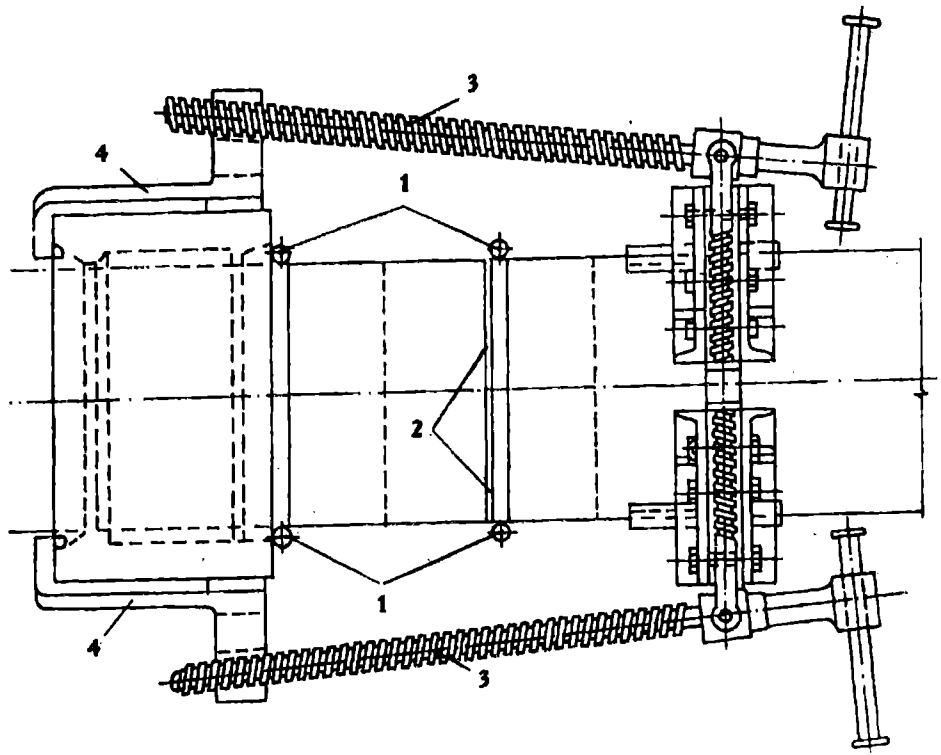


Рис. 58. Установка асбоцементной муфты:

1 — резиновые кольца;

2 — стык труб;

3 — домкрат;

4 — скобы

муфту надвигают на трубу на длину несколько более длины самой муфты, затем укладывают вторую трубу и при помощи шаблона отмечают карандашом рабочее положение муфты. Муфта должна стоять симметрично по отношению к концам соединяемых труб. Резиновые кольца устанавливают точно в плоскости, перпендикулярной к продольной оси трубы. Они не должны быть перекошены или перекручены.

После надевания муфты и резиновой колеи трубы центрируют. От правильности центрирования труб зависит легкость натягивания муфты. После центрирования и проверки положения трубы по шнуру и визирке трубу закрепляют подсыпкой и уплотняют грунтом с боков. При стыковании концы асбестоцементных труб должны быть сухими для предотвращения скольжения по ним резиновых колец во время натягивания муфты. Натяжение муфты на стык осуществляют винтовыми домкратами, которые закрепляют на присоединяемой трубе на таком расстоянии, чтобы можно было натяжными лапками захватить край муфты. Натяжение муфты должно производиться равномерно, без перекосов.

При натяжении муфта захватывает передним конусообразным зазором сначала первое резиновое кольцо, зажимает его и продвигает, а затем — второе. Натяжение муфты прекращается, когда она занимает симметричное положение по отношению к стыку, отмеченное карандашом по концам труб. После окончания натягивания муфты с помощью шаблона проверяют правильность положения резиновых колец. Чтобы при гидравлическом испытании трубопровода резиновое кольцо не выпиралось из муфты, пространство между трубой и муфтой со стороны рабочего буртика промазывают цементным раствором.

Водовод из полимерных труб

Полимерные материалы, называемые в обиходе пластмассами, прочно вошли в быт человека, внедряясь во все области промышленного производства. При-

менение полимерных труб началось практически одновременно в Европе, США и Японии в начале 50 годов XX века. Эти трубы благодаря ряду положительных свойств активно начали вытеснять стальные и чугунные. Полимерные трубы легче металлических и асбестоцементных, не корродируют и просто соединяются в систему. К 2000 году в Западной Европе полимерные трубы заняли доминирующие позиции: в Швейцарии объем их использования в новом строительстве и при капитальном ремонте составил 70%, в Финляндии — 51%, в Германии — 46% .

И несмотря на то, что как-то не совсем серьезно выглядят смотанные в рулоны цветные пластиковые трубы на фоне тяжелых (добротных) стальных и чугунных труб, чаша весов на мировом строительном рынке неуклонно склоняется в их сторону. Полимерные трубы имеют целый ряд достоинств, которые уверенно берут верх над их недостатками.

Итак, к достоинствам полимерных труб относятся в первую очередь такие качества. Полимерные трубы обладают уникальной химической стойкостью и неподверженностью коррозии. Несмотря на свою легкость (их плотность в 5-8 раз ниже плотности стали), полимерные трубы достаточно прочны и эластичны. Теплопроводность полимеров значительно ниже, чем у металлов, поэтому и меньше теплопотери при транспортировке горячих жидкостей (например, в сетях горячего водоснабжения).

Наряду с этими положительными свойствами полимеры не лишены и существенных недостатков. При нагревании прочность полимеров снижается. Как и все органические вещества, полимеры горят, а под действием ультрафиолетовых лучей стареют(делаются хрупкими и разрушаются). К недостаткам полимеров следует отнести и большой (в 10 раз больше чем у стали) коэффициент температурного расширения. Правда, эластичность полимеров частично компенсирует этот недостаток. По мнению авторов, основным недостатком всех полимерных труб является подверженность старе

нию. Это качество присуще всем полимерам, так как они находятся на грани "живого и неживого" и подчиняются многим законам живого мира. Процесс старения сопровождается снижением эластичности, прочности, повышением хрупкости и самопроизвольным растрескиванием. Причем отличительной чертой полимерных труб является то, что они стареют по всей массе, в то время как коррозия стальных труб начинается с поверхности. Пластмассовые трубы разрушаются как бы "вдруг" и полностью, а в металлических образуются свищи, которые еще можно заделывать (сваркой, хомутами и т.п.).

Номенклатура полимерных труб на современном рынке довольно обширна, поэтому есть смысл остановиться на данном вопросе более подробно, для того чтобы читатель мог ориентироваться, взвесив все за и против.

К полимерам относятся: полиэтилен, "сшитый" полиэтилен, полипропилен, полибутен, поливинилхлорид и т.д. По сравнению с металлическими стальными трубами полимерные имеют значительно более низкое гидравлическое сопротивление, что соответствует большей пропускной способности (на 20-30%) при том же развиваемом насосом давлении. Химическая промышленность во второй половине XX века освоила производство десятков полимеров, но массовое применение, в том числе и при производстве труб, нашли 5-7 главнейших из них. Безусловными лидерами являются полиэтилер (PE), полипропилен (PP) и поливинилхлорид (PVC). Указанные полимеры относятся к группе термопластичных. Они способны при нагревании переходить в пластично-вязкое состояние, а при охлаждении — отвердевать.

Первоначально трубы делали из полиэтилена. Такие трубы теряли прочность при нагреве до 50-60°С и быстро старели. Их можно было использовать только для подачи холодной воды. В 80-е годы научились связывать друг с другом линейные молекулы полиэтилена — "сшивать". Такой "сшитый" полиэтилен обладает повы-

шенной прочностью, теплостойкостью и стойкостью к УФ-облучению. По трубам из "сшитого" полиэтилена допустима транспортировка воды температурой до 95°С. А получив повышенную теплостойкость, "сшитый" полиэтилен потерял способность свариваться. В маркировке изделие из "сшитого" полиэтилена обозначается PE-X (буква X указывает на то, что полиэтилен "сшит"). Трубы из "сшитого" полиэтилена составляют более половины из общего выпуска полимерных труб.

Развитие систем водоснабжения и отопления в последнее десятилетие было отмечено внедрением принципиально нового материала — многослойных металлополимерных труб (МПТ), эксплутационные характеристики которых намного превосходят аналогичные параметры их металлических предшественников. Внутренний и внешний слои металлополимерных труб состоят из сшитого полиэтилена (PE-X).

Внутренний слой из "сшитого" полиэтилена обеспечивает высокую стойкость к воздействию агрессивных веществ, способствует равномерному продвижению потока в трубе, снижая тем самым гидравлические потери, полностью отвечает гигиеническим требованиям. Внешний слой, тоже из полиэтилена, предохраняет промежуточный металлический слой от коррозии. Вместе же они обеспечивают низкую теплопроводность, великолепную звукоизоляцию и облегчают вес трубы. Промежуточный слой из алюминия, в свою очередь, гарантирует высокую надежность в эксплуатации, низкий коэффициент линейного расширения и выполняет функцию антикислородного барьера. Высокая надежность, долговечность и широкий спектр применения — вот далеко не полный перечень тех характеристик, по которым можно оценивать эти материалы. Основными достоинствами металлопластиковой трубы являются:

— абсолютная кислородонепроницаемость, что позволяет замедлить процесс коррозии и износа оборудования;

— малый вес;

— низкий коэффициент линейного расширения, что

позволяет обходиться без компенсаторов и увеличивать расстояние между упорами при монтаже;

— высокая механическая прочность;

— стойкость к коррозии и отложению осадка на внутренней поверхности трубы;

— антистатичность;

— малое гидравлическое сопротивление.

Монтаж металлопластиковых труб производится с помощью прессовых или резьбовых соединений фланцев, муфт, угольников без сварки, нарезания или пайки, что позволяет снизить стоимость монтажных работ **(рис. 59)**. Системы водоснабжения выполняются скрытой прокладкой в стенах и полах. Трубы и соединения можно бетонировать или скрывать штукатуркой.

К недостаткам металлопластиковых труб относят:

— более низкую (по сравнению со стальными трубами) сопротивляемость воздействию высоких температур;

— подверженность механическим воздействиям;

— подверженность воздействию ультрафиолетового излучения, приводящего к преждевременному старению материала.

Полипропилен (PP) по использованию в производстве труб занимает второе место. Физико-механические и термические свойства этого полимера близки к "сшитому" полиэтилену, но в отличие от последнего он более жесткий. Поэтому полипропилен выпускают в виде мерных отрезков, что менее удобно при транспортировке и требует большого количества соединительных элементов при монтаже. Рынок предлагает несколько вариантов соединения полипропиленовых труб: низкотемпературной сваркой и с помощью металлических комплектующих.

Поливинилхлорид (PVC) — очень широко используемый в строительстве материал. Присутствие хлора в ПВХ вызывает настороженность у экологов и ограничивает применение данного вида труб в сетях водоснабжения. Поэтому останавливаться на трубах из поливинилхлорида мы не будем.

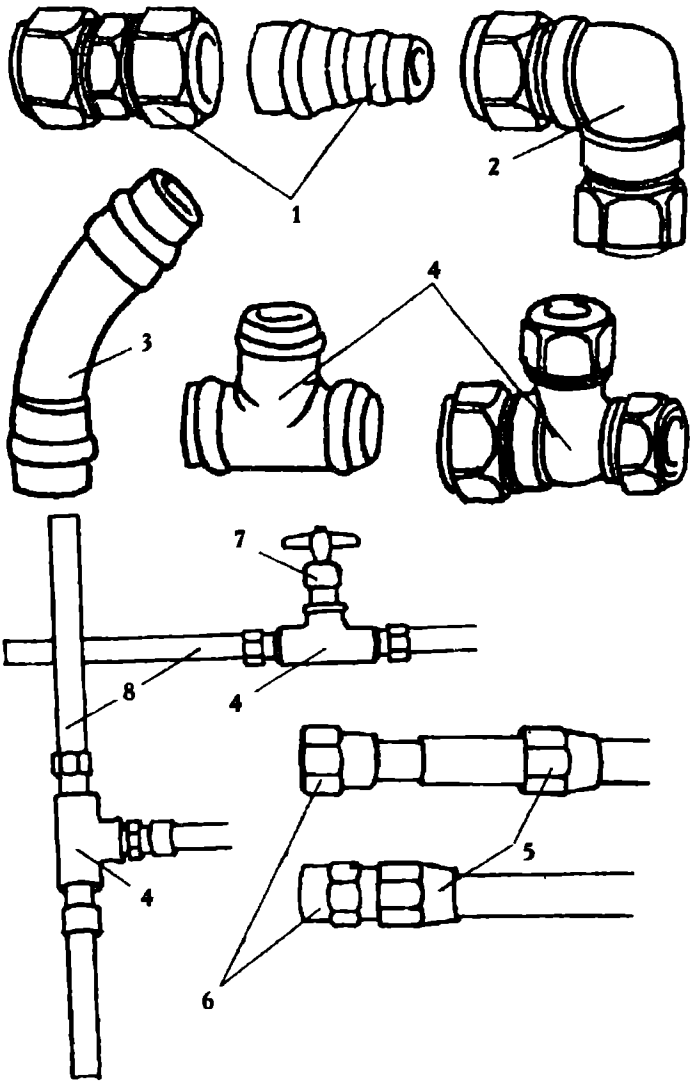


Рис. 59. Монтажные элементы металлопластиковых труб: 1 — переходник; 2 — угольник; 3 — локтевое соединение; 4 — тройник; 5 — накидная гайка; 6 — штуцер; 7 — вентиль; 8 — металлопластиковые трубы

Полибутен (РВ) — полимер из группы полиэфиров, но в отличие от поливинилхлорида он биологически безвреден. Полибутен характеризуется высокими прочностными показателями, стойкостью к УФ-облучению и повышенной теплостойкостью. По всем этим показателям полибутен приближается к "сшитому" полиэтилену. Трубы из полибутена хорошо зарекомендовали себя не только в системах холодного и горячего водоснабжения, но и в сетях отопления. При 70°С и рабочем давлении 0,3 МПа гарантируется 50-летний срок службы РВ— труб. Как и полипропиленовые, полибутеновые трубы можно сваривать, что облегчает и удешевляет монтаж систем водоснабжения. Хорошо зарекомендовали себя РВ-трубы и в системах внутренней разводки.

Гидравлические испытания, промывание и дезинфекция водопроводных сетей

Водопроводные сети после монтажа испытывают внутренним давлением на прочность и герметичность. Трубопроводы испытывают гидравлическим или пневматическим способом дважды. Для ликвидации неплотностей при чеканке или других соединениях и выявления свищей в трубах первый раз трубопровод испытывают до засыпки траншеи и установки арматуры. Второй раз трубопровод проходит окончательное испытание после засыпки траншеи и завершения всех работ на данном участке трубопровода.

Предварительное испытание водопроводных сетей нужно начинать после того, как стыки приобретут необходимую прочность. Испытания проводят после заполнения трубопровода водой (при гидравлическом испытании) или воздухом (при пневматическом испытании). Испытание трубопровода производится отдельными участками длиной не более 1 км. При испытании водой **(рис. 60)**, чтобы не возникло смещение труб, концы трубопровода закрывают глухими фланцами и закрепляют упорами. Затем трубопровод наполняют водой из

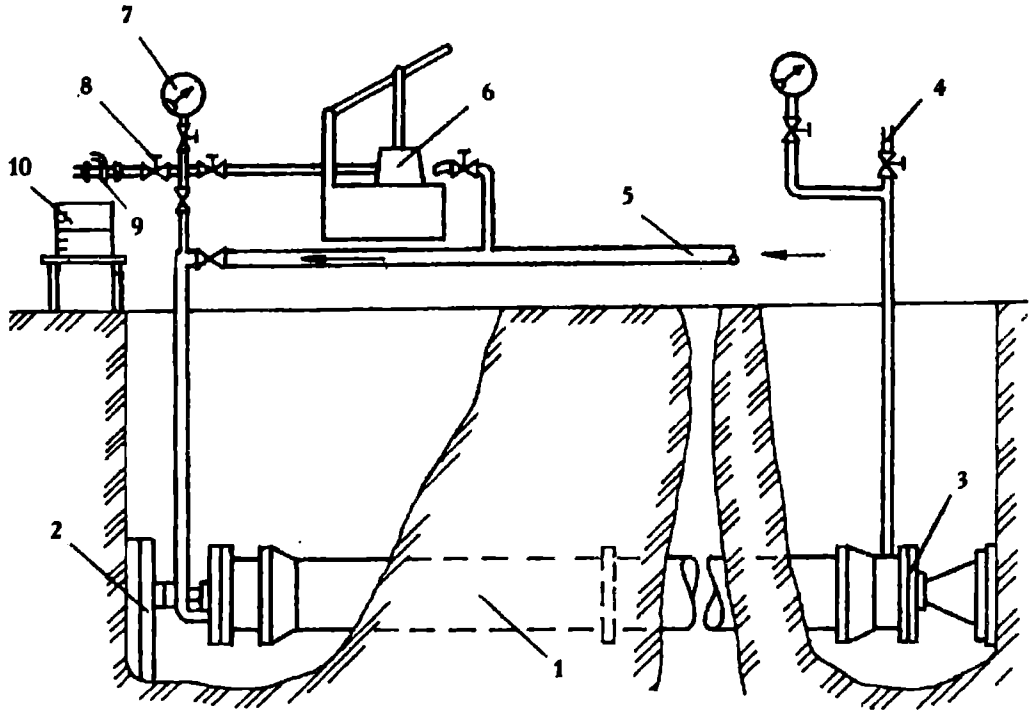


Рис. 60. Схема гидравлического испытания трубопроводов:

1 — испытуемый трубопровод;
2 — опоры;
3 — фланцы;
4 — кран выпуска воздуха;
5 — временная подводка воды;
6 — гидравлический пресс;
7 — манометр;
8 — регулирующий вентиль;
9 — пробочный кран;
10 — мерный бак

временного водопровода, следя за удалением воздуха из труб через кран, установленный в наивысшей точке участка трубопровода. При помощи поршневого насоса в трубопроводе создают нужное давление. При испытании трубопроводов следует считаться с возможностью разрыва труб и разбрасывания осколков, поэтому нужно принять все меры, чтобы не допустить травматизма людей.

Испытываемое давление принимают:

— для напорных стальных и чугунных трубопроводов — равным рабочему давлению, то есть установленному проектом, с коэффициентом 1,25. Причем увеличение испытываемого давления над рабочим давлением должно составлять не менее 5 кг/см², а величина испытуемого давления должна быть не менее 10 кг/см²;

— для напорных асбестоцементных водопроводов — больше от рабочего давления на 5 кг/см²;

— для полимерных трубопроводов — равным давлению, предусмотренному ГОСТом или ТУ для данного типа труб, но не менее рабочего.

Считается, что трубопровод выдержал предварительное испытание, если в нем не возникло разрывов труб и фасонных частей, а также не было нарушений чеканки стыковых соединений и не выявлено утечек воды. Во время предварительного испытания падение давления по манометру на протяжении 10 минут должно быть не более 0,5 кг/см² для нестальных трубопроводов. Для стальных трубопроводов падение давления вообще не допускается.

После гидравлического испытания трубопровод немедленно засыпают грунтом и сразу же выполняют окончательное испытание. Для этого трубопроводы промывают чистой водой, а испытуемые участки отключают от действующего водопровода заглушками или фланцами. Трубопроводы с муфтовыми и раструбными соединениями перед испытанием наполняют водой и выдерживают в течение 24 часов.

Окончательное испытание трубопровода осуществляют без гидрантов, предохранительных кранов и т.д.,

вместо которых устанавливают заглушки, а задвижки полностью открывают, предварительно проверив сальниковую набивку. Использование задвижек для отключения испытуемого участка водопровода от действующих сетей не разрешается.

Водопровод может быть принят в эксплуатацию, если во время гидравлического испытания в нем не будет выявлено разрывов труб, фасонных частей или стыковых соединений и если фактические утечки воды не будут превышать допустимые. Окончательное испытание водопровода часто совмещают со сдачей трубопроводов в эксплуатацию.

Перед вводом в эксплуатацию трубопровод необходимо продезинфицировать, для чего его наполняют на сутки водой, состав которой содержит 20-30 мг/л активного хлора. Затем трубопровод промывают и только после удовлетворительного бактериологического анализа разрешается пользоваться водой для хозяйственно-питьевых нужд. Продолжительность последнего промывания должна равняться времени, необходимому для десятикратной смены объема воды в трубопроводе. Во время пробной эксплуатации, которая может длиться несколько дней, тщательно проверяют работу всей арматуры, установленной на трубопроводе.

Арматура водопроводных сетей

Водопроводные сети комплектуют различной арматурой: запорной и регулировочной (задвижки и регуляторы давления), предохранительной и водоразборной (гасители, вантузы и т.п.).

Задвижки — устанавливают на трубах внешних водопроводных сетей для прекращения подачи воды или отключения отдельных участков сети. Меняя площадь сечения отверстия задвижки, регулируют расход воды в трубе.

На **рис. 61** показана дисковая задвижка, которая применяется чаще всего. Шпиндель во время поворачивания не выходит наружу, а поднимает или опускает

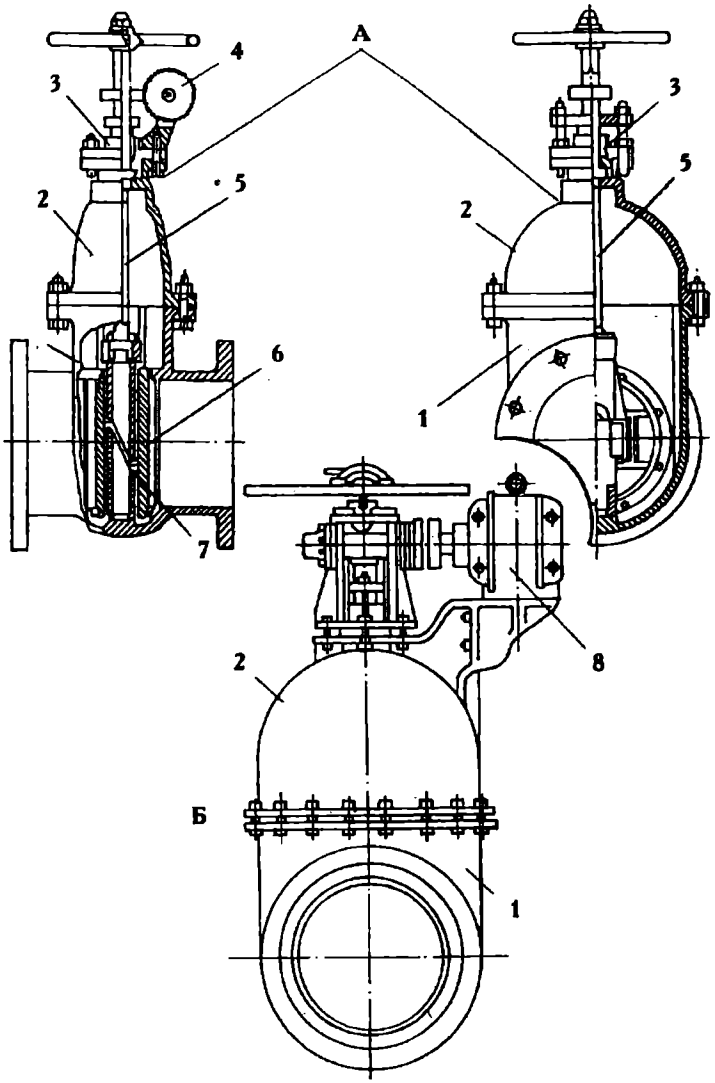


Рис. 61. Задвижки:
А — дисковая задвижка; Б — клинкетная с электроприводом;
1 — корпус; 2 — крышка; 3 — сальник; 4 — указатель положения задвижки; 5 — шпиндель; 6 — диск; 7 — клинья;
8 — электропривод

диски, которые открывают или закрывают трубу. Клинья, размещенные между дисками, во время поворота шпинделя прижимают диски к гнездам. Задвижки производят диаметром D — от 50 до 1000 мм и высотой H — от 280 до 2325 мм. На открывание и закрывание больших задвижек вручную затрачивается много времени и усилий. Поэтому часто применяют задвижки с электромеханическим приводом, который устанавливают на корпусе задвижки. Управление такими задвижками возможно на расстоянии с центрального диспетчерского пункта или из других мест, где установлены управляющие пускатели. Допускается бесколодцевая установка задвижек, вариант которой показан на **рис. 62**.

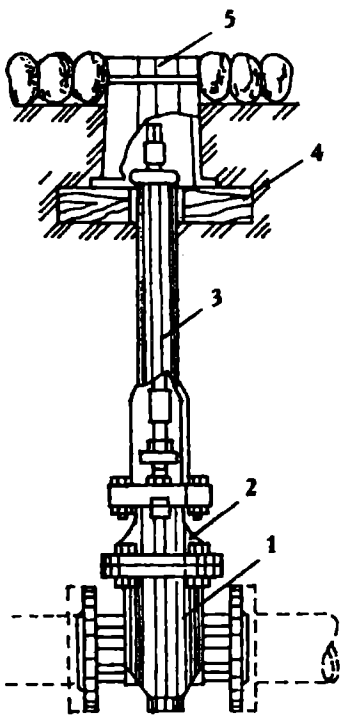


Рис. 62. Бесколодцевая установка задвижек:
1 — задвижка; 2 — разъединительный кожух; 3 — чугунная (асбоцементная) труба; 4 — подушка; 5 — чугунный люк

Регуляторы давления или редукционные клапаны служат для снижения давления на отдельных участках или зонах водопроводной сети **(рис. 63)**.

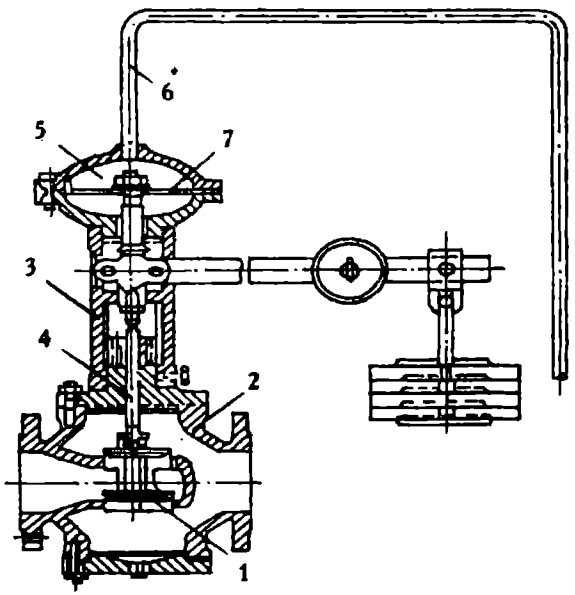


Рис. 63. Регулятор давления:
1 — клапан; 2 — корпус; 3 — колонка; 4 — шпиндель; 5 — камера; 6 — импульсная водопроводная труба; 7 — резиновая диафрагма

К предохранительной арматуре относятся гасители гидравлических ударов, обратные клапаны, воздушные вантузы и т.д. Автоматический гаситель гидравлических ударов устанавливают на водопроводах с давлением до 25 кг/см^2. Этот прибор прост в изготовлении и надежен в эксплуатации. Гасители смягчают действие гидравлического удара, предохраняя трубы от разрыва. Принципиальная схема установки автоматического гасителя гидравлических ударов показана на **рис. 64**.

Обратные клапаны устанавливают в местах, где недопустимо движение воды в обратном направлении. Клапаны пропускают воду лишь в одном направлении

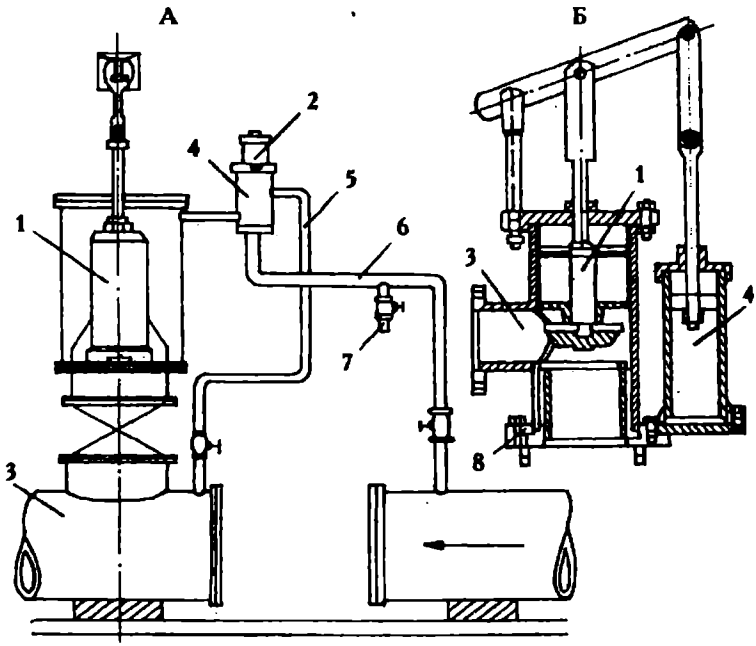


Рис. 64. Автоматический гаситель гидроударов: А — схема установки; Б — гаситель; 1 — гаситель; 2 — гидротормов; 3 — водовод; 4 — распределитель; 5 — трубка ∅ 20 мм для подключения к водоводу после обратного клапана; 6 — трубка ∅ 40 мм для подключения к водоводу перед обратным клапаном; 7 — выпускной клапан; 8 — фундамент

и автоматически закрываются при обратном движении воды. Обратные клапаны обычно устанавливают после насосов на случай их остановки из-за неисправности или прекращения подачи электроэнергии. На **рис. 65** показана конструкция наиболее распространенного обратного клапана с диском, который устанавливается на трубах большого диаметра.

Воздушные клапаны — вантузы **(рис. 66)** устанавливают для автоматического удаления воздуха, который сосредотачивается в самых высоких точках водопроводной сети, а также для впуска (спуска) воздуха при

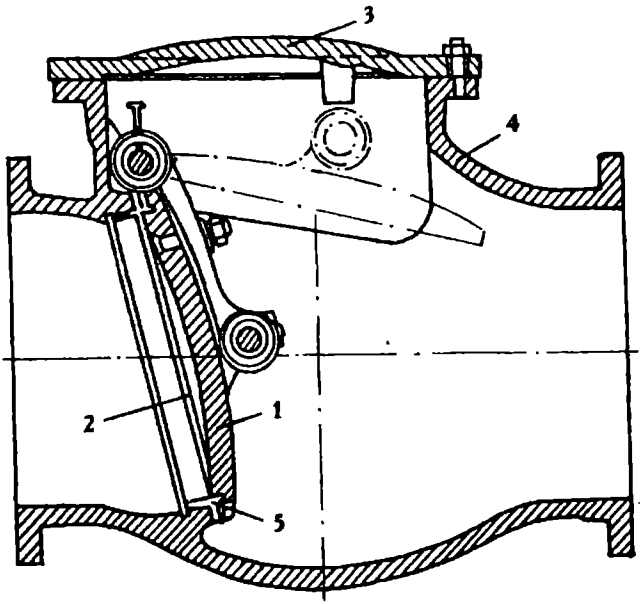


Рис. 65. Конструкция обратного клапана:
1 — клапан; 2 — кожаная прокладка; 3 — крышка; 4 — корпус;
5 — гнездо

сливе воды из трубопровода или при его наполнении. На стальных водопроводах больших диаметров, где создание вакуума может привести к деформации трубопровода, устанавливают импульсные вантузы с одним или двумя шариками.

Сооружения на водопроводной сети

На водопроводной сети могут сооружаться колодцы, упоры, дюкеры, переходы и т.п. сооружения.

Водопроводные колодцы предназначены для размещения в них арматуры (задвижек, вантузов, выпусков пожарных гидрантов и т.д.). Типы и размеры колодцев зависят от количества и размеров фасонных частей и арматуры, которая в них располагается. Глубина коло-

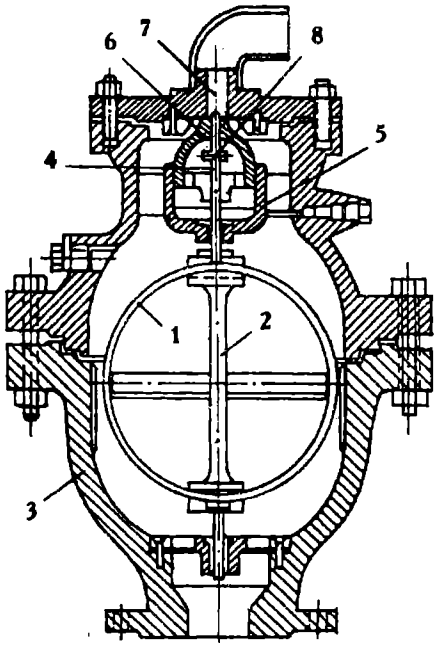


Рис. 66. Вантуз импульсный с одним шаром:
1 — шар; 2 — шток; 3 — корпус; 4 — шпиндель; 5 — неподвижная головка; 6 — подвижная крышка плунжера основного клапана; 7 — отверстие; 8 — импульсный клапан

дца определяется в зависимости от установленной глу бины заложения труб. Колодцы сооружают из сборных железобетонных элементов или из кирпича.

Колодец из фундаментных блоков **(рис. 67)** соору жают для стальных или чугунных трубопроводов диамо тром выше 100 мм. Фундаментные блоки укладывают на песчаную или гравийную подсыпку толщиной 100 550 мм. Железобетонные блоки устанавливают на це ментном растворе М 50 с закладкой арматуры для за моноличивания углов. Монтаж блоков ведут с установ кой временных креплений. Для спуска в колодец долж на быть предусмотрена лестница.

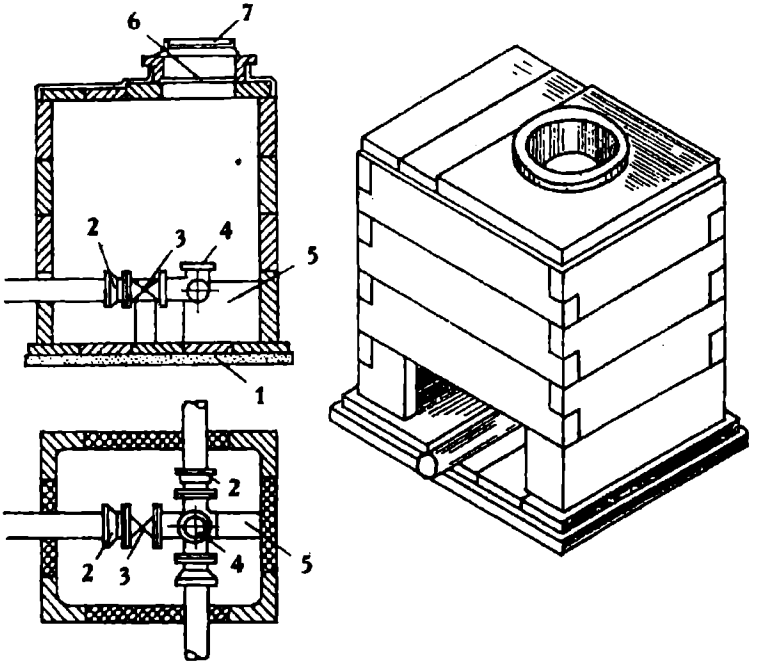


Рис. 67. Водопроводный колодец:
1 — песчаная или гравийная подсыпка; 2 — переходник;
3 — задвижка; 4 — подставка для пожарного гидранта; 5 — упор;
6 — внутренняя крышка; 7 — люк

Внешнюю сторону фундаментных блоков покрывают гидроизолирующим слоем битума. Расстояние от пола колодца до низа закладываемых труб должно составлять около 40 см. Минимальное расстояние перекрытия от поверхности грунта должна быть 46 см и более. Это расстояние может быть увеличено до планировочных отметок при укладке железобетонных колец диаметром 80 см. Кольца дают возможность сформировать горловину колодца любой высоты. Железобетонное перекрытие колодца заканчивается чугунным люком с крышкой.

Круглые колодцы **(рис. 68)** собирают из типовых железобетонных колец диаметром 100, 125, 150 см. Ниж-

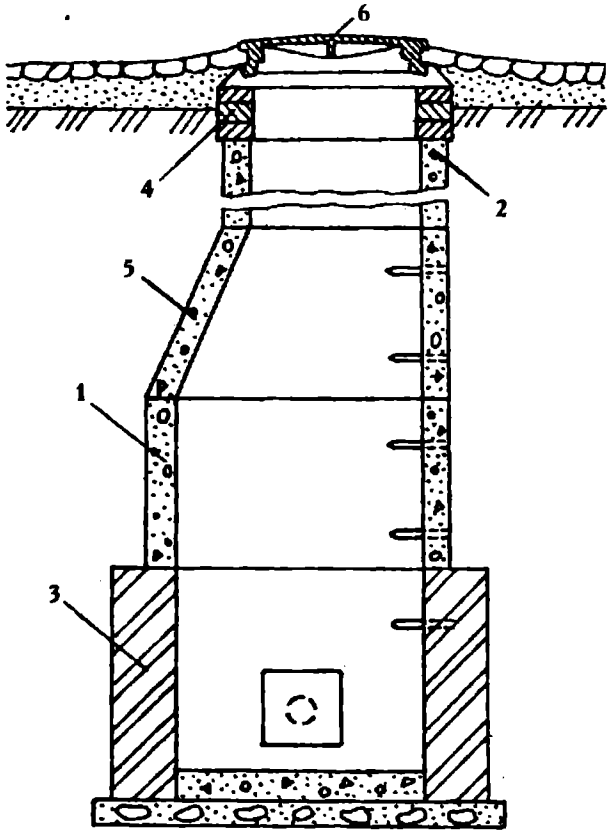


Рис. 68. Колодец из бетонных колец:
1, 2 — кольца бетонные; 3,4 — кирпичная кладка; 5 — конус;
6 — люк с крышкой

нюю часть колодца сооружают из круглых железобетонных элементов или из кирпича с отверстиями для прокладки труб. В верхней части колодца устанавливают кольцо конической формы, которое служит переходом от нижней цилиндрической части к верхнему цилиндрическому кольцу под люком диаметром 70 см. Часть колодца под люком выкладывается кирпичом.

В водопроводных линиях под дорогами с твердым покрытием люки колодцев должны возвышаться над

уровнем проезжей части не более как на 2 см, под незамощенными проездами — на 5 см, с устройством отмостки шириной 1 м вокруг люка. С внешней стороны колодца устраивают глиняный замок. Для спуска в колодец в стены закладывают стальные скобы в шахматном порядке на расстоянии по вертикали 35 см и по горизонтали между осями скоб 30-35 см.

Наиболее слабым местом в трубопроводах являются раструбные и муфтовые соединения, которые не могут препятствовать продольным подвижкам труб. Для компенсации этих усилий на трубопроводах в местах поворотов, ответвлений и на концах тупиковых веток необходимо сооружать упоры **(рис. 69)**. Размеры и конструкции упоров определяют расчетом. Во временных водопроводах допускается сооружение упоров из древесины.

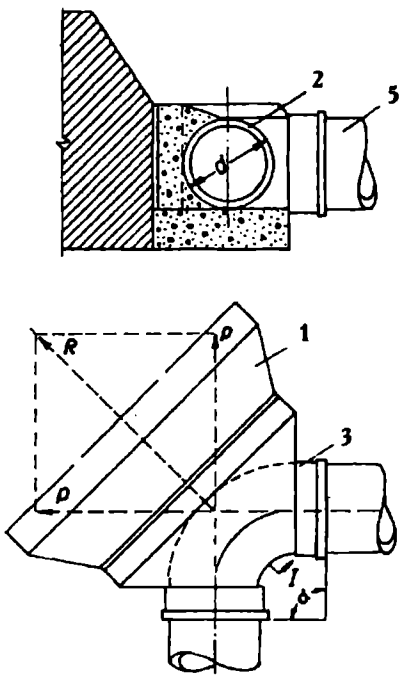


Рис. 69. Упор:
1 — упор; 2 — слои толя и рубероида; 3 — колено

Современные методы прокладки инженерных сетей

Городские дороги от пригородных дорог отличаются тем, что под конструктивными слоями дорожной одежды на городских улицах и дорогах располагается достаточно большое количество подземных инженерных сетей и сооружений. Очень часто жители городов не понимают, что ровность городских дорог резко отличается по своим показателям от ровности пригородных автомобильных дорог. Надо признать, что действительно в большинстве случаев пригородные дороги лучше городских. И в первую очередь потому, что городские дороги и улицы после восстановления траншей и шурфов, выполненного после ремонта подземных коммуникаций, не соответствуют требованиям ГОСТ Р 50597-93 по предельным значениям показателей эксплуатационного состояния. Это обстоятельство является основной причиной плохого состояния городских дорог и тротуаров.

По данным Дорожно-мостового управления Комитета по благоустройству и дорожному хозяйству Администрации Санкт-Петербурга количество зарегистрированных вскрытий в пределах красных линий с полной разборкой дорожной одежды, связанных с необходимостью ремонта либо прокладки новых подземных инженерных сетей, за 2000 год составило 4070, а за 2001 год по состоянию на 6 декабря — 4127. Тенденция роста ремонтных работ на подземных коммуникациях наших городов продолжает увеличиваться с каждым годом. Причем, аварийные вскрытия городских дорог составляют ежегодно около 70%, т. е. более чем в 2 раза выше плановых.

При этом следует отметить, что разрытие в пределах дорожных покрытий и зеленых насаждений на магистральных улицах городского значения, туристических и правительственных трассах может быть разрешено только Правительством города. Разумеется, что такие

жесткие правила не распространяются на аварийные вскрытия городских дорог и тротуаров, т. к. ликвидацию аварий, особенно на тепловых сетях зимой, газопроводах, линиях связи и пр., необходимо осуществлять в кратчайшие сроки. Как правило, все аварийные вскрытия городских дорог производятся открытым способом.

Особо следует отметить низкую культуру производства работ, связанных со вскрытием городских дорог и последующим их восстановлением. Зачастую при ремонте подземных сетей в пределах проезжей части стенки грунта и конструктивных слоев дорожной одежды не закрепляются, и происходит их разрушение порой значительно больших размеров, чем размеры шурфов или траншей.

Не менее важным обстоятельством является и то, что на вскрытых участках дорог и тротуаров нарушается однородность показателей физико-механических свойств грунта и конструктивных слоев дорожной одежды. В результате этого через определенный промежуток времени после восстановления дорожного покрытия появляются просадки грунта, которые ухудшают качество дорог.

В настоящее время существует целый ряд новых технологий, позволяющих закрытым способом, без вскрытия дорог, ремонтировать инженерные подземные сети и коммуникации.

Подземное хозяйство многих городов не только выросло до огромных размеров и продолжает расти, но и успело значительно состариться. Подземные коммуникации требуют замены, ремонта и реконструкции. По официальным данным из 700 тыс. км действующих в России трубопроводов более половины поражены внутренней коррозией и другими дефектами, а 50 тыс. км коммуникаций находятся в предаварийном состоянии. Наиболее характерные причины повреждения подземных трубопроводов показаны на **рис. 70**. А на **рис. 71** показан метод ремонта трубопровода путем

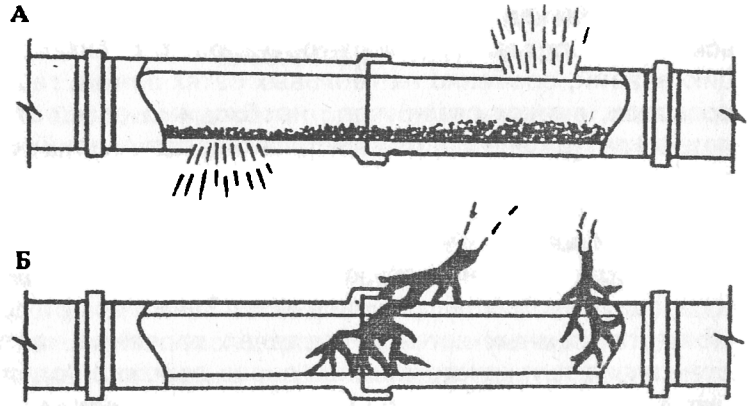


Рис. 70. Характерные повреждения подземных трубопроводов:
А — коррозия (абразивный износ) труб;
Б — повреждения корнями деревьев

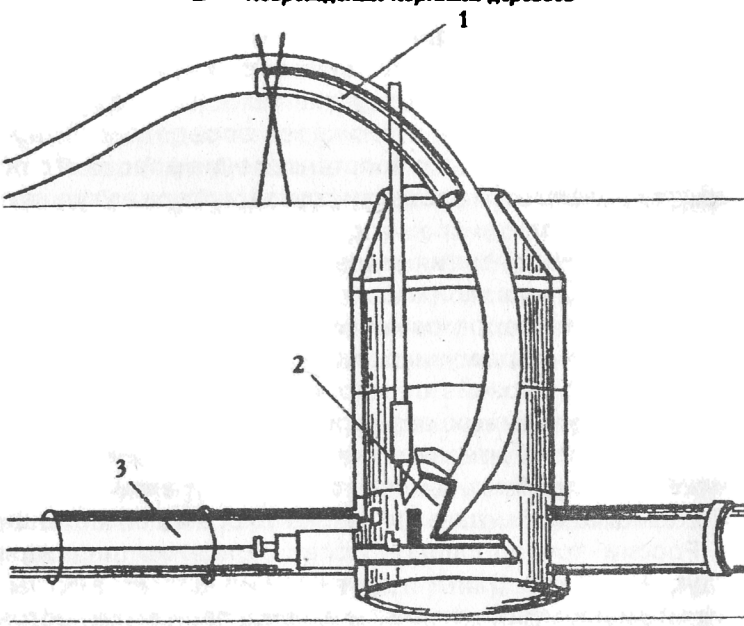


Рис. 71. Ремонт трубопровода путем санации внутренней поверхности полимерным футляром:
1 — полимерный футляр; 2 — приспособление для втаскивания футляра; 3 — трубопровод

санации его внутренней поверхности полимерным футляром.

Часто перед владельцем подземных трубопроводов встает вопрос: как отремонтировать или проложить новые коммуникации в условиях плотной городской застройки, не нарушая красоту города и создавая минимум неудобств пешеходам и движению автотранспорта?

Существуют бестраншейные методы восстановления и прокладки новых подземных коммуникаций. Основные бестраншейные методы, которые получили наибольшее распространение в России за последнее 10-летие, следующие:

— горизонтальное направленное бурение (ГНБ);

— продавливание и микротоннелирование (МТ);

— управляемый прокол;

— безлюдная инспекция внутренней поверхности трубопроводов с помощью телекамер;

— местный ремонт трубопроводов с помощью робототехники, включая установку бандажей;

— перекладка трубопроводов методом "взламывания" (технология "pipebursting");

— безлюдная очистка и зачистка трубопроводов путем нанесения на их внутренние поверхности покрытия из специальных растворов.

Горизонтальное направленное бурение (ГНБ)— технология бестраншейной прокладки трубопроводов и кабелей любого назначения с возможностью изменять направление бурения, обходя препятствия.

ГНБ — это бестраншейная прокладка трубопроводов и кабелей в стесненных городских условиях:

— без разрушения дорожного полотна,

— без разрушения железнодорожных и трамвайных путей,

— без разрушения ландшафтов в садах, скверах, площадях,

— прокладка инженерных коммуникаций под дном водоемов,

— прокладка коммуникаций над, под или между

другими трубопроводами и кабелями без вскрытия пересекаемых сетей,

— прокладка трубопроводов под сооружениями ниже их фундамента,

— бурение из колодца в колодец.

Для экономичного использования технологии бестраншейной прокладки трубопроводов решающее значение имеет детальное изучение свойств и состава грунта. Геофизические исследования позволяют провести послойное вертикальное или горизонтальное изучение грунтов на предмет выявления "препятствий", таких как трубопроводы, трубы, шахты и т.д.

Технология ГНБ позволяет бурить в горизонтальной и вертикальной плоскостях прямолинейные и криволинейные скважины нужной конфигурации для стальных и полиэтиленовых труб. Таким образом можно достичь желаемого результата, не прекращая движения транспорта и пешеходов, не уродуя прекрасного облика города и не разводя привычной строительной грязи.

За минувшие 30 лет использование ГНБ из перспективного метода превратилось в широко используемую технологию. На сегодняшний день более 70% инженерных коммуникаций в городах всего мира прокладывается именно методом горизонтально направленного бурения.

Технология использования горизонтального направленного бурения (ГНБ) состоит в следующем. Перед началом работ особо тщательно изучаются свойства и состав грунта, расположение существующих коммуникаций, оформляются соответствующие разрешения и согласования на производство подземных работ. Применяется шурфление особо сложных пересечений участков трассы бурения с существующими коммуникациями. Затем производится бурение пилотной скважины по заданной проектом траектории. Бурение — особо ответственный этап работы, от которого зависит конечный результат. Современные локационные системы позволяют осуществлять пилотное бурение с большой точностью. На мониторе локатора отображается

информация о местоположении, уклоне и азимуте бурового инструмента. Строительство пилотной скважины завершается выходом бурового инструмента в заданной проектом точке (допустимые отклонения не превышают 10 см).

После пилотного бурения осуществляется последовательное расширение скважины. При этом буровая головка отсоединяется от буровых штанг и меняется на расширитель обратного действия. С помощью тягового усилия и одновременного вращения расширитель протягивается через скважину в направлении буровой установки, тем самым расширяя пилотную скважину до необходимого диаметра. Заключительный этап — протягивание трубопровода. Протягивание трубопроводов в пробуренную скважину возможно в количестве от одной до шести труб. Буровая установка затягивает с определенным усилием в скважину плеть трубопровода по ранее пробуренной траектории. Способ горизонтального направленного бурения позволяет в пять-восемь раз снизить временные затраты на прокладку и ремонт трубопроводов, в восемь-десять раз повысить производительность труда, и при монтаже труб из полимерных материалов в десять-пятнадцать раз увеличить срок их службы.

Внутренние водопроводные сети

Внутренний водопровод служит для подачи воды из наружной сети водопровода к местам водозабора. Внутренний водопровод состоит из ввода с водомером, внутренней сети магистральных и распределительных трубопроводов и ответвлений к точкам водоразбора, водозаборной и регулировочной арматуры.

Схемы внутренних сетей

В зависимости от напора воды во внешней водопроводной сети внутренний водопровод может иметь или не иметь в своей схеме устройства, повышающие дав-

ление воды. К таким устройствам относят водонапорные башни (резервуары, баки) или нагнетающие насосы, которые позволяют подавать воду на большую высоту, включая последние этажи многоэтажных зданий.

Системы с водонапорными резервуарами используют в случаях, когда напор воды в наружной сети недостаточен для водоснабжения самых высоких точек водоразбора. Схемы внутренних водопроводов зависят от планировки домов. Поэтому, проектируя дом, следует помнить о необходимости рационального проектирования санитарно-технического оборудования. Наиболее рациональны санитарные узлы, которые расположены по этажам один над другим.

По системам разводки магистральных трубопроводов различают схемы сетей с нижней разводкой и верхней. Они могут быть тупиковыми или кольцевыми. В жилых зданиях чаще всего применяют внутренние водопроводные сети с нижней разводкой. Схемы водопроводов с верхней разводкой применяют в зданиях промышленного и производственно-коммунального назначения. Наиболее рациональны тупиковые схемы водопроводов. Кольцевые схемы используют там, где не допускается даже временное прекращение водоснабжения, например, в домах с противопожарными водопроводами. При сооружении кольцевых сетей бесперебойное водоснабжение водоразборных точек обеспечивается двумя и более водопроводными вводами.

Монтаж внутренних сетей

Монтаж внутренних сетей водопровода начинают с установки водопроводных вводов **(рис. 72)**. Водопроводным вводом называют водопроводную линию, которая соединяет наружную и внутреннюю магистральные сети. Соединение к наружной магистральной линии целесообразно выполнять в колодцах, расположенных ближе к зданию. Глубину заложения водопроводного ввода принимают равную глубине заложения наружного магистрального водопровода. Чтобы обес-

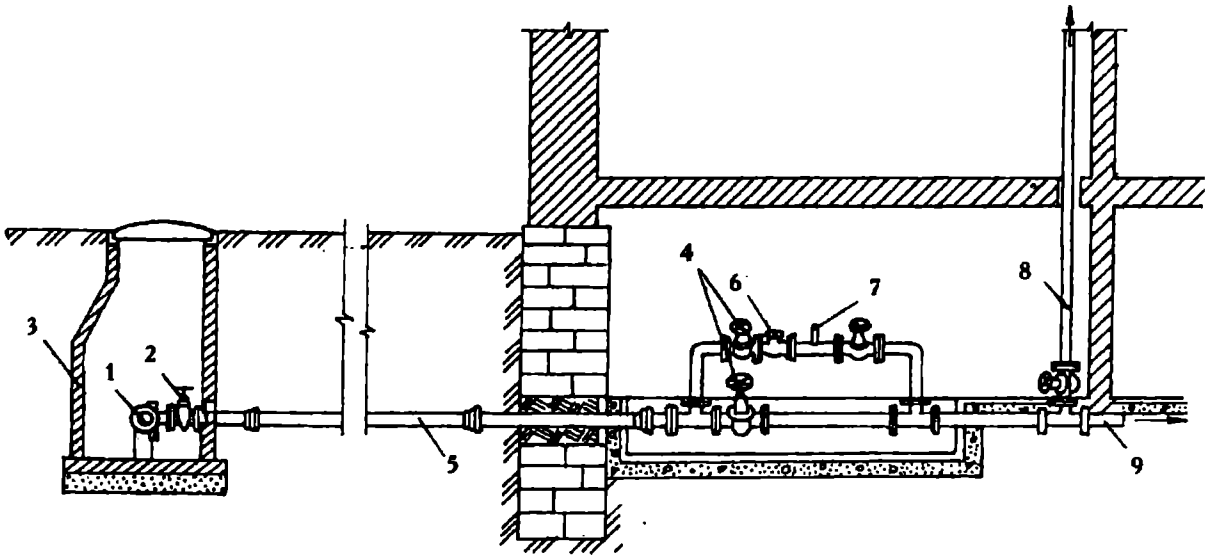


Рис. 72. Монтаж водопроводного ввода:
1 — наружный водопровод; 2 — задвижка; 3 — колодец; 4 — вентили; 5 — дворовая сеть; 6 — водомер; 7 — контрольный патрубок со сливом; 8 — стояк; 9 — распределительная сеть

печить слив воды из трубопровода водопроводного ввода, его прокладывают с уклоном 0,003 см/м пог. в сторону внешних сетей по кратчайшему пути в направлении, перпендикулярном фундаменту здания. В месте пересечения с фундаментом предусматривают возможные осадки здания без нарушения герметичности и целостности трубопровода.

Узел места соединения состоит из тройника, задвижки (вентиля) и патрубка. Такой узел хорошо помещается в стандартном бетонном колодце диаметром 1,0 м. При врезке в магистраль, проложенную асбестоцементными трубами, тройник врезают, установив специальную седловину.

Водомерный узел предназначен для учета количества расхода воды. Их оборудуют, по возможности, в сухих местах с температурой окружающего воздуха не ниже +2°С. Чаще всего водомерные узлы устанавливают в подвальных помещениях. Простой водомерный узел имеет запорный вентиль, спускной кран и водомерное устройство. Задвижки и вентили дают возможность снимать водомер для ремонта и отключения внутренних сетей от водоснабжения.

Водомер служит для учета расхода воды на вводах в дом, на ответвлениях, которые отводят воду крупным потребителям. Существует несколько конструкций водомеров, среди которых в системах внутренних водопроводов наиболее распространены скоростные водомеры. Принцип действия их основан на пропорциональности между скоростью движения и расходом воды. При небольшом расходе воды (до 10 л/час) чаще всего используют водомеры с крыльчаткой калибром 15, 20, 30 и 40 мм **(рис. 73)**. В зависимости от того, как размещен счетный механизм (в гидроизолированной камере или в водной среде), водомеры бывают сухоходные и мокроходные. Водомеры с крыльчаткой нужно устанавливать только горизонтально. Погрешности водомера не должны превышать ±5%.

Для внутренних водопроводных сетей применяют стальные, нержавеющие, медные или полимерные тру-

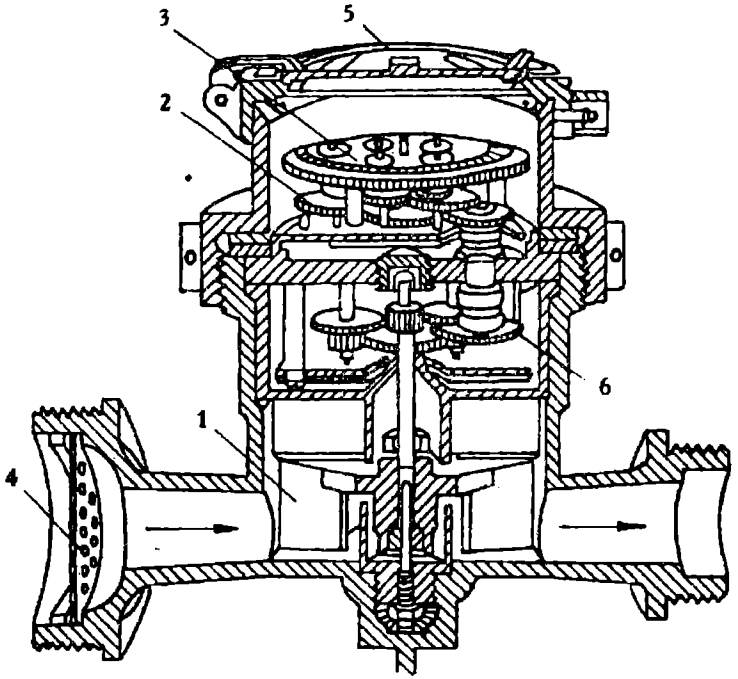


Рис. 73. Водомер с крыльчаткой:
1 — вертушка крыльчатки; 2 — счетный механизм;
3 — циферблат; 4 — сетка; 5 — крышка; 6 — передаточный механизм

бы. Водо-газопроводные трубы малых диаметров, предназначенные для внутренних сетей, бывают черными и оцинкованными. Трубы с цинковым покрытием более долговечны, поэтому предпочтительнее, особенно для питьевых водопроводов. Концы труб могут быть гладкими, предназначенными для сваривания, или иметь цилиндрическую или коническую нарезку.

Обычные системы внутренних водопроводов, имеющие рабочее давление до 6 кг/см², для удобства ремонта монтируют разъемными. Для соединения водо-газопроводных труб применяют соединительные и фасонные части (фитинги) с внутренней цилиндрической резьбой, которые изготавливают из ковкого чугуна,

стали или латуни. Уплотнение резьбовых стыков выполняют льняным волокном на краске или специальными уплотнительными лентами. Если рабочее давление в сети превышает 6 кг/см², то соединения должны выполняться конической резьбой.

Прокладка трубопроводов систем горячего и холодного водоснабжения с использованием металлополимерных труб регламентируется Сводом правил СП 40-103-98, разработанных Государственным комитетом РФ по строительству и жилищно-коммунальному комплексу. При проектировании внутреннего водопровода рекомендуется применять трубы для стояков более 20 мм. Поэтажное присоединение к стоякам следует выполнять, как правило, из труб наружным диаметром 14 и 16 мм через распределительные коллекторы. Распределительный коллектор может иметь два и более отводящих штуцера для одной квартиры на ответвлении стояка из стальных или металлополимерных труб. Соединение металлополимерных труб со стальными трубами, запорно-регулирующей и водоразборной арматурой выполняется на резьбе с помощью специальных соединительных деталей.

Монтаж трубопроводов должен осуществляться строго по проекту. Работы по монтажу труб должны выполняться специально обученным техническим персоналом, имеющим соответствующие удостоверения и владеющим особенностью технологией обработки металлополлимерных труб. Монтаж трубопроводов должен осуществляться при температуре окружающей среды не менее 5°С. Бухты труб, хранившихся или транспортировавшиеся на монтаж при температуре ниже 0°С, должны быть перед раскаткой выдержаны в течение 24 часов при температуре не ниже 10°С. В процессе размотки бухт и монтажа трубопроводов необходимо следить, чтобы маркировка на трубах находилась на одной образующей поверхности трубы.

Прокладку трубы следует вести без натяга, свободные концы закрывать заглушками во избежание попадания грязи и мусора в трубу. Для прохода через стро-

ительные конструкции следует предусматривать футляры, выполненные из пластмассовых труб **(рис. 74)**.

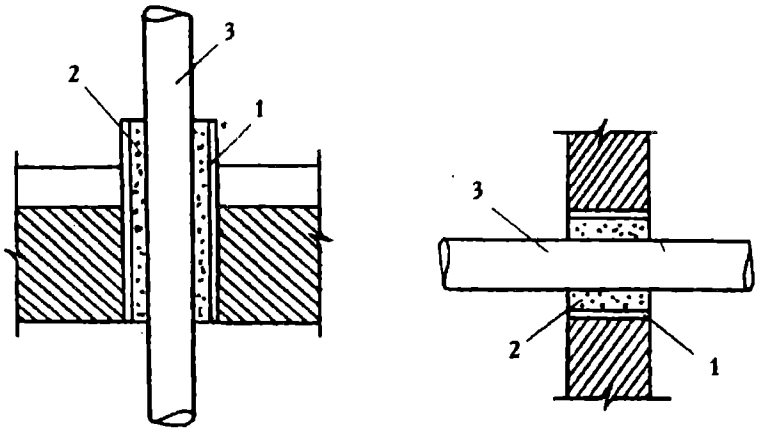


Рис. 74. Установка футляров для прохода через строительные конструкции:
1 — футляр; 2 — набивка; 3 — труба

Внутренний диаметр футляра должен быть на 5-10 мм больше наружного диаметра прокладываемой трубы. Зазор между трубой и футляром заделывают мягким водонепроницаемым материалом, допускающим перемещение трубы вдоль продольной оси. Расстояние между металлополимерными трубами горячей и холодной воды должно быть не менее 25 мм (с учетом толщины теплоизоляции). При пересечении трубопроводов расстояние между ними должно быть не менее 30 мм. Трубопроводы холодной воды следует прокладывать ниже трубопроводов горячей воды. Повороты трубопроводов следует осуществлять с применением стандартных угольников и специальных деталей. Если поворот металлополимерной трубы осуществляется методом изгиба, то радиус изгиба должен быть не менее пяти наружных диаметров трубы. При изгибах следует пользоваться дорном, представляющим собой специальную пружину. При изгибе трубы не допускаются ее сплющивание и заломы. Овальность трубы должна быть не более 10%.

При проектировании внутренней водопроводной сети необходимо предусматривать рациональную прокладку трубопроводов с тем, чтобы они не портили интерьер. Длина внутренних сетей должна быть минимальной. В практике монтажа внутренних водопроводных сетей применяется два способа прокладки труб: открытый и закрытый.

При открытом способе прокладки трубопроводы навешиваются на стены, колонны и на другие конструктивные элементы здания. Этот способ удобен в монтаже и эксплуатации, но он отрицательно сказывается на интерьере помещений и ухудшает их гигиеническое состояние. Закрытая прокладка трубопроводов производится в каналах, бороздах, внутри каркасов стен. Несмотря на то, что закрытая проводка ухудшает условия монтажа и эксплуатации, но зато она не сказывается на интерьере помещений и их санитарном состоянии. Средства крепления должны иметь поверхность, исключающую возможность механического повреждения труб. Крепления не должны иметь острых кромок и зауенцев. Размеры хомутов должны соответстовать диаметрам труб. Металлические крепления должны иметь мягкие прокладки и антикоррозийное покрытие. Варианты крепления металлополимерных труб к поверхностям строительных конструкций показаны на **рис. 75**.

Арматура внутренних водопроводов

Арматура, которую используют для внутренних водопроводов, подразделяется по назначению на водоразборную, запорную, регулировочную, предохранительную и специальную.

Водоразборная арматура служит для отбора воды из водопроводной сети. К этой группе арматуры относятся водоразборные, пожарные, туалетные и т.п. краны и смесители. В местах, где необходим быстрый водоразбор, устанавливают краны пробкового типа. Гидравлические удары, которые возникают при закрывании этих кранов, гасятся в запасных резервуарах воды.

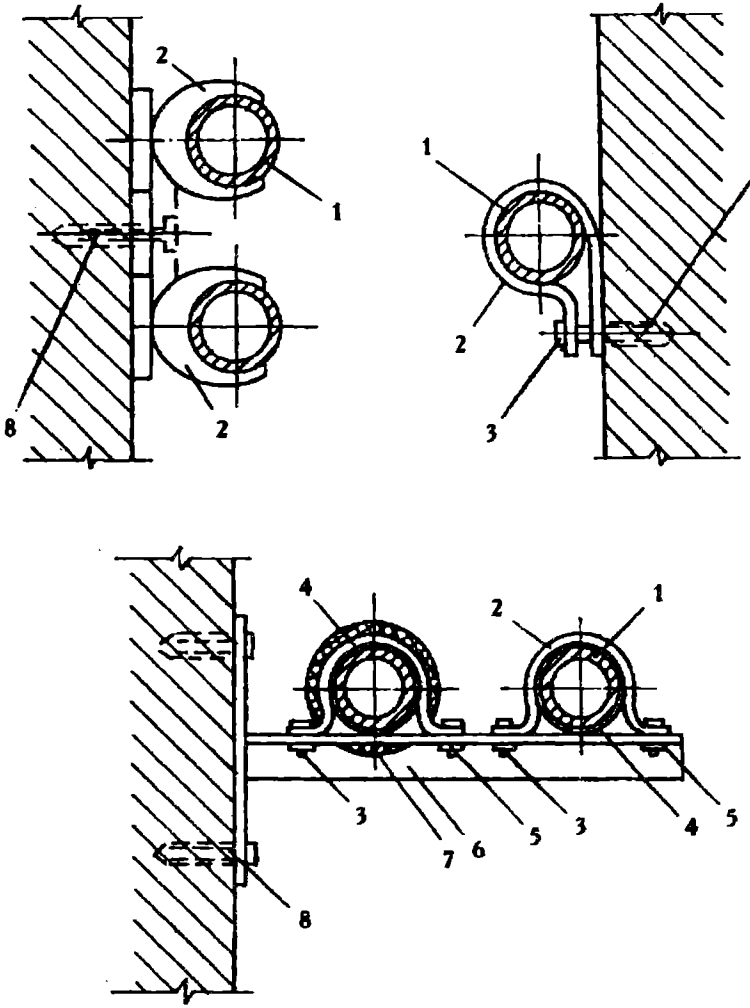


Рис. 75. Варианты крепления металлополимерных труб к строительным конструкциям:
1 — металлополимерная труба; 2 — металлический хомут; 3 — болт; 4 — прокладка резиновая; 5 — гайка; 6 — кронштейн; 7 — теплоизоляция; 8 — строительный дюбель

Чтобы избежать гидравлических ударов при больших давлениях воды, применяют краны с постепенным открыванием (вентильного типа). Традиционные водоразборные краны, которыми россияне пользуются на протяжении многоих десятилетий, показаны на **рис. 76, 77**. Для бытового пользования часто применяются туалетные краны-смесители с поворотным носи-

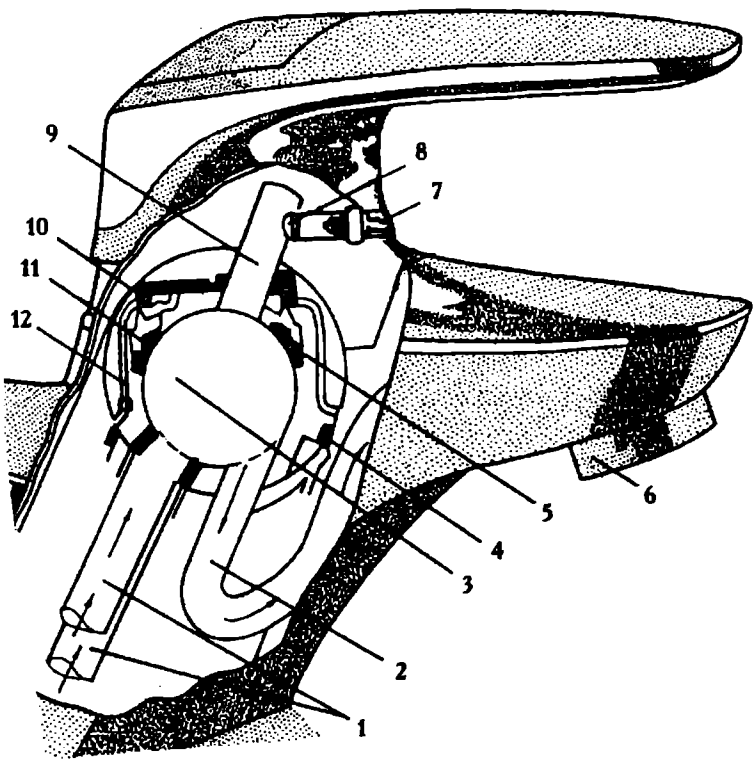


Рис. 76. Однорычажный кран-смеситель с шаровым механизмом: 1 — поступление холодной и горячей воды; 2 — выход смешанной воды; 3 — полый шар; 4 — регулирующая манжета; 5 — шаровая манжета; 6 — аэратор; 7 — заглушка; 8 — винт; 9 — регулирующий шток; 10 — юстировочное кольцо; 11 — резиновое седло; 12 — шаровая гильза

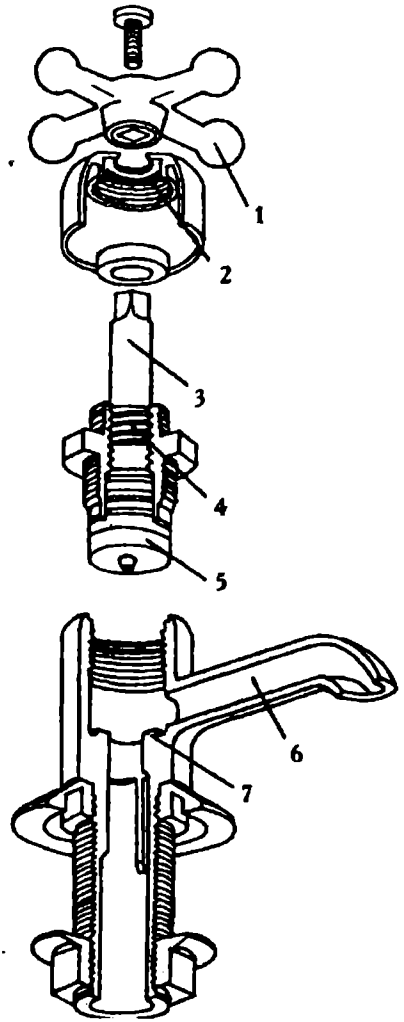


Рис. 77. Водоразборный кран с керамическим вентилем:
1 — маховик; 2 — резьба декоративного колпачка; 3 — шпиндель;
4 — резьба шпинделя; 5 — керамические диски; 6 — излив;
7 — седло

ком настольного и настенного типа **(рис. 78)**. Для смешивания холодной и горячей воды применяют смесители различного типа. Водоразборные краны и смесители, постоянно текущие из-за срыва головки или прохудившейся прокладки, уходят в прошлое безвозвратно. Современный дизайн, прекрасные эксплуатационные качества являются отличительной чертой смесителей нового поколения. Рынок сантехнических приборов предлагает однорычажные, термостатические смесители и электронные модули многих отечественных и зарубежных производителей. О конструктивных особенностях смесителей нового поколения можно рассказывать много, но это вряд ли будет целесообразно, так как продукция данного вида постоянно обновляется. Некоторые конструкции смесителей имеют электронную систему, которая после получения от датчика управляющего сигнала открывает или закрывает поступление воды. Эта технология позволяет пользоваться смесителем, не касаясь его руками. Достаточно приблизить руки под слив, и вода подается, а после того, как руки будут убраны, смеситель автоматически перекрывает воду. Смесители некоторых фирм могут поддерживать требуемую температуру воды, обеспечивая этот процесс регулировкой либо с помощью интерактивного блока, либо с помощью рукоятки на корпусе. В душевых кабинах подача воды начинается тогда, когда человек заходит под душ или подносит руку к датчику. Во избежание ожогов в смесителе могут предусматриваться ограничители температуры воды или ограничители силы ее потока.

Запорная арматура служит для отключения отдельных участков сети. Во внутренних водоразборных сетях используют вентили раличного типа, которые устанавливают в нижней части водопроводных стояков. Конструкция традиционного типового вентиля показана на **рис. 79, 80**. Запорные вентили в традиционном исполнении доставляют немало хлопот владельцам квартир. Установленные для отсечения водоразборных кранов от систем водоснабжения, они редко используются,

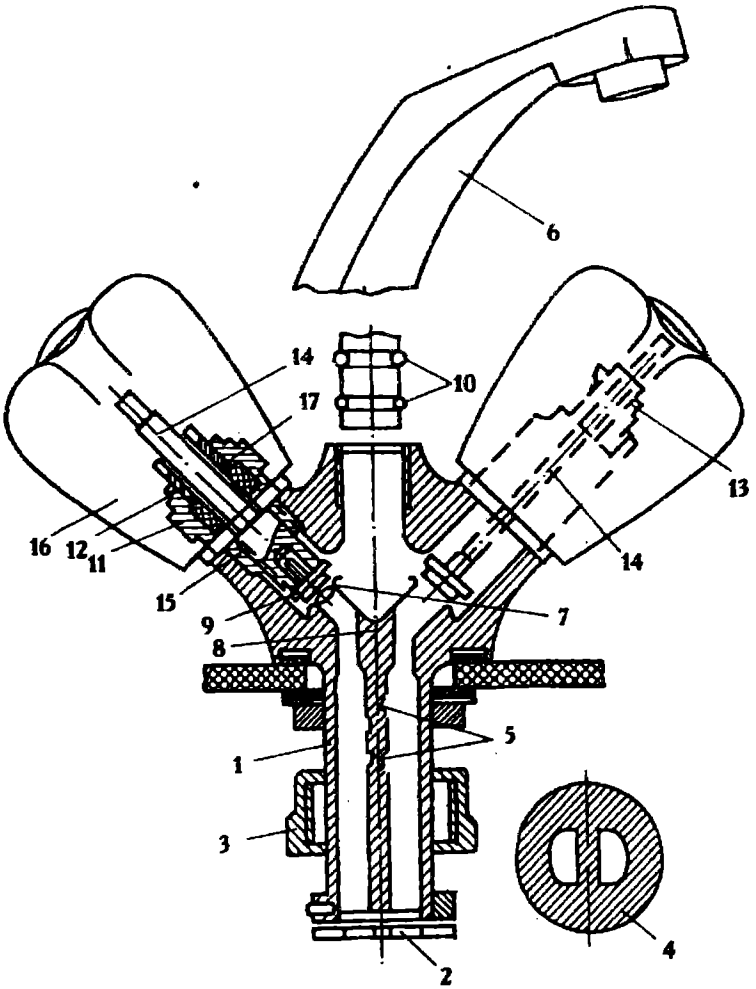


Рис. 78. Смеситель с поворотным носиком:
1 — корпус; 2 — вход; 3 — гайка накидная; 4 — фигурная резиновая прокладка; 5 — возможные дефекты перегородки; 6 — поворотный носик (излив); 7 — седло; 8 — перегородка; 9 — клапан; 10 — прокладка; 11 — гайка крана горячей воды; 12 — гайка сальника горячей воды; 13 — гайка сальника холодной воды; 14 — шпиндель; 15 — резьба шпинделя; 16 — маховичок; 17 — сальник

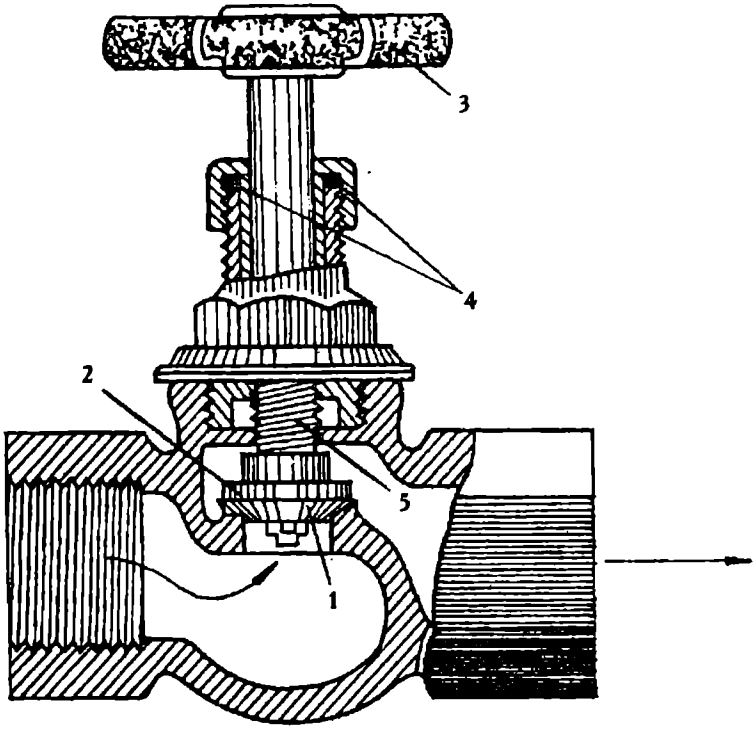


Рис. 79. Запорный вентиль:
1 — прокладка; 2 — золотник; 3 — маховик; 4 — сальник;
5 — шток

а если запорными вентилями долго не пользоваться, то они закипают, и сдвинуть с места маховик становится невозможно. Кроме того, обыкновенные вентили имеют "привычку" пропускать воду вдоль штока, так как система уплотнения у них несовершенна. Всех этих недостатков можно избежать, установив шаровый кран, применяемый во всем мире в системах холодного и горячего водоснабжения. Шаровый кран — это запорная арматура, использующая преимущественно положения "открыто — закрыто". Запирающим элементом служит шар с цилиндрическим отверстием, вращение которого осуществляется рукояткой в форме рычага. Принци-

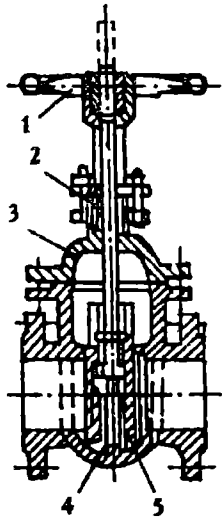


Рис. 80. Запорный клапан (задвижка):
1 — маховик; 2 — сальник; 3 — корпус; 4 — клин;
5 — диски затвора

пиальное отличие конструкции шарового крана от вентиля состоит в том, что у вентиля шток с затвором перемещается возвратно-поступательно, а у шарового крана — вращается вокруг своей оси. Важный элемент шарового крана — сальник, который может быть разборным или неразборным. Среди сантехников бытует мнение, что якобы шаровый кран с разборным сальником (так называемый полуремонтируемый) лучше, чем неразборный (неремонтируемый). Видимо, это связано с тем, что наши сантехники чаще имеют дело с российскими вентилями и кранами, сальники которых можно было разобрать и уплотнить во время протечек. Соответственно, вполне понятна и объяснима любовь сантехников к разборным сальникам — этим поднимается их престиж и заработок. Ведущие производители шаровых кранов придерживаются обратной точки зрения и отдают предпочтение неразборным конструкциям, повышая их надежность и долговечность. Неразборный

сальник абсолютно герметичен, что исключает его раскручивание и выдавливание штока в процессе эксплуатации, что возможно в разборной конструкции.

Еще одно преимущество шарового крана перед традиционными вентилями заключается в том, что пропускная способность вентиля меньше, чем у шарового крана, так как в последнем случае не происходит снижения давления воды в системе водоснабжения.

Обратные клапаны **(рис. 81)** устанавливают в тех местах, где движение воды допускается только в одном направлении. Выделяют 2 группы обратных клапанов, которые имеют свои особенности строения:

— обратные подъемные;

— обратные поворотные однодисковые.

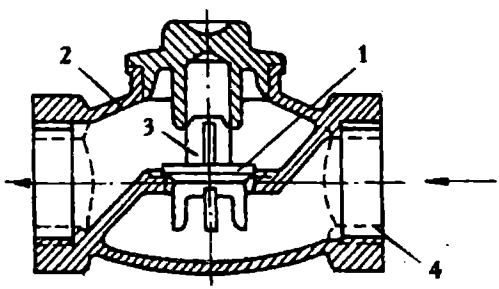


Рис. 81. Обратный клапан с золотником:
1 — золотник; 2 — корпус; 3 — шток;
4 — резьбовое соединение входа

Обратный подъемный клапан сильно напоминает обычный вентиль, только без маховика и с укороченным штоком. Шток не выходит за пределы клапана, однако им можно управлять через отверстие в крышке клапана. На конце штока укреплен затворный клапан. Когда вода течет под ним, она своим напором приподнимает клапан и продолжает свой путь. Когда же она начинает поступать в обратном направлении, то лишь давит на клапан сверху, закрывая им проходное отверстие тем сильнее, чем больше ее напор.

Устанавливается обратный подъемный клапан строго вертикально на горизонтальных участках трубопровода.

Поворотный однодисковый клапан вместо запорного клапана имеет подвижно закрепленный диск (серьгу). При движении воды в одном направлении диск приподнимается и пропускает воду, при движении в обратном — лишь сильнее прижимается к седлу. Этот клапан устанавливается и на горизонтальных, и на вертикальных трубах.

Определение расчетных потерь

При расчете внутренней водопроводной сети определяют ее диаметр и потери напора, для чего необходимо знать максимальный расход воды через водоразборную арматуру за единицу времени. Расчет расхода воды в хозяйственно-бытовом водопроводе выполняют по количеству санитарных приборов, установленных в доме, и количеству воды, которая через них протекает. Практикой установлено, что расход воды через разные санитарные приборы неодинаков и зависит от режима водопотребления. Для простоты расчетов при определении расхода за расчетную единицу расхода воды принимают эквивалент (N=1), который в числовом выражении представляет собой расход воды 0,2 л/сек. Он соответствует расходу в водоразборном кране диаметром 15 мм. К этому эквиваленту приводят расход воды во всех остальных санитарных приборах **(таблица 10)**.

После того как выполнена трассировка внутренней водопроводной сети, ее делят на участки и по расходу воды на этих участках определяют расчетный расход воды, диаметры труб на участках и потери напора всей системы. При определении диаметров труб расчетная скорость движения воды принимается в соответствующих трубопроводах не более 1,5-1,75 м/сек, а в пожарных водопроводах — до 2,5 м/сек. Хозяйственно-противопожарную сеть рассчитывают для двух случаев:

1) определяют расход в сети при хозяйственно-питьевом водоразборе;

Таблица 10. Расход воды водоразборными кранами

Приборы	Расчетный расход воды, л/сек	Эквиваленты	Диаметр подводки, мм	Расчетный напор воды перед прибором, м
Водоразборный кран возле раковины	0,20	1,0	15	2
Туалетный кран возле умывальника	0,07	0,33	10 — 15	2
Кран-смеситель возле умывальника	0,10	0,50	15	2
Кран-смеситель возле ванны с местным нагревом	0,20	1,0	15	6 (при нагреве газовой колонкой)
Кран-смеситель возле ванны с централизованным горячим водоснабжением	0,30	1,5	15	3
Кран-смеситель возле мойки	0,20 — 0,30	1,0 — 1,5	15 — 20	2
Кран смывной возле унитаза	1,20 — 1,40	6 — 7	25 — 32	5

2) определяют дополнительный расход на нужды внутреннего пожаротушения.

Ориентировочно диаметры труб можно назначать в зависимости от числа приборов потребления **(таблица 11)**.

Потери напора на трение в трубах внутренних водопроводных сетей рекомендуется определять по табли-

Таблица 11. Ориентировочные диаметры трубопроводов в зависимости от числа эквивалентных приборов

Диаметр трубопровода, мм	10	15	20	25	32	40	50	70	80
Число санитарных приборов, выраженных в эквивалентах	1	3	6	12	20	30	50	75	100

цам гидравлического расчета стальных труб, а также по формуле $I = Ag^2$,

где I — потери напора на трение на 1 пог.м в минуту;

A — сопротивление трубы данного диаметра, которое определяется по **таблице 12** при скорости движения воды в трубах 1,2 м/сек и более.

Таблица 12. Величина сопротивления в трубах A (л/сек)

Диаметр условного прохода для труб, мм	A	Диаметр условного прохода для труб, мм	A	Диаметр условного прохода для труб, мм	A
10	32,95	32	0,09386	80	0,001168
15	8,809	40	0,04453	100	0,0002674
20	1,643	50	0,01108	125	0,00008623
25	0,4367	70	0,002823	150	0,00003395

При скоростях меньше 1,2 м/сек величина A принимается с коэффициентом K, приведенным в **таблице 13**.

Таблица 13. Величина коэффициента K

Скорость, м/сек	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
Величина K	1,41	1,28	1,20	1,15	1,115	1,085	1,06	1,04	1,035	1,015	1

При расчете внутренних водопроводных сетей по таблицам Водгео, величину потерь напора на местные сопротивления принимают в процентах от величины потерь напора на трение по длине трубопровода:

— сети хозяйственно-питьевого водопровода — 30,

— в сети объединенного хозяйственно-питьевого и противопожарного водопровода — 20,

— в сети противопожарного водопровода — 10.

Расчет ведут на участке от места присоединения к внешней водопроводной сети до наиболее отдаленной и высоко расположенной точки водоразбора во внутренних сетях. Водопроводные сети, которые питаются от нескольких водопроводных вводов, рассчитывают исходя из предположения, что один из вводов выключен на ремонт. Если расчетом установлено, что необходимый напор во внутренней водопроводной сети больше свободного напора в точке присоединения, то проектируют насосную установку с напорным резервуаром.

РАЗДЕЛ VII. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ

Водоснабжение — это не только скважина и насос, а целый комплекс, в который входит большой перечень инженерных сооружений и водоподъёмного оборудования. Для того чтобы подать воду в водопроводную сеть, необходимо выполнить следующее:

— построить павильон;

— произвести монтаж башни Рожновского или смонтировать гидробак (для водоснабжения одного дома);

— выполнить установку и наладку автоматического управления погружным насосом с помощью датчиков уровня (устанавливаются в рабочей части башни) или электроконтактного манометра (устанавливается в павильоне) и станции управления;

— построить колодцы переключения, выполнить монтаж запорной арматуры, осуществить соединение скважины с башней и подачу воды потребителю.

После завершения бурения скважины на воду, следует правильно выбрать параметры и типы необходимого для конкретного случая оборудования. Для этого надо подобрать элементы системы, обеспечивающей на современном техническом уровне автоматическую подачу требуемого объема воды. Такая система будет состоять из:

— погружного скважинного насоса;

— мембранного напорного бака (гидроаккумулятора);

— устройства автоматики и защиты;

— водоподъемных труб и соединений;
— подводящего электрокабеля;
— страховочного троса;
— установки фильтрации.

Насосы

Насос — это устройство (гидравлическая машина, аппарат или прибор), предназначенное для напорного перемещения (всасывания и нагнетания) главным образом капельной жидкости в результате сообщения ей внешней энергии (потенциальной и кинетической). Устройства для безнапорного перемещения жидкости обычно насосами не называют и относят их к водоподъёмным машинам. Насос изобрели еще в глубокой древности. Первый насос для тушения пожаров, созданный древнегреческим механиком Ктесибием, был описан в I в. до н.э. учёным Героном из Александрии в сочинении "Pneumatica", а затем М. Витрувием в труде "De Architectura". Простейшие деревянные насосы с проходным поршнем для подъёма воды из колодцев, вероятно, применялись ещё раньше. До начала XVIII в. поршневые насосы по сравнению с водоподъёмными машинами использовались редко. В дальнейшем в связи с ростом потребностей в воде и необходимостью увеличения высоты её подачи, особенно после появления паровой машины, насосы постепенно стали вытеснять водоподъёмные машины. Требования к насосам и условия их применения становились всё более разнообразными, поэтому наряду с поршневыми стали создавать вращательные насосы, а также различные устройства для напорной подачи жидкостей. Таким образом, исторически наметились три направления дальнейшего развития насосов: создание поршневых насосов и вращательных насосов, а также гидравлических устройств без движущихся рабочих органов.

Названия большинства устройств, применяемых для всасывания и нагнетания жидкостей, состоят из слова "насос" и соответствующего определения, характери

зующего, как правило, либо принцип его действия (например, центробежный, электромагнитный), либо особенности конструкции (горизонтальный, зубчатый, шиберный), либо подаваемую среду (например, грунтовой насос). Иногда определительное слово фиксирует назначение или область применения насосов (например, лабораторный, дозировочный), тип привода (ручной, с электроприводом), а также автора конструкции (например, насос Гемфри) или название фирмы (насос СИХИ — по первым буквам слов Simen Hinsch; насос Фарко — по имени владельца завода). Некоторые из рассматриваемых устройств получили особые названия, например: газлифт, одна из конструкций которого называется маммут-насос, или насос Маммута; вытеснители, к которым относится монжус, называемый также насосом Монтежю, или пневматический насос; гидроэлеватор, инжектор и эжектор, являющиеся разновидностями струйного насоса. Под названием насос известны также устройства совершенно иного назначения, например: вакуумный насос, предназначенный для удаления газов из замкнутых объёмов; тепловой насос — установка для передачи теплоты из окружающей среды (воздуха или воды), имеющей низкую температуру, к объекту с более высокой температурой; насос магнитного потока, осуществляющий периодические изменения магнитного потока в замкнутой цепи, и др.

Устройства для напорного перемещения жидкостей разделяют на виды и разновидности по различным признакам, например, по принципу действия и конструкции. Такой признак положен в основу классификации, представленной в Государственном стандарте (ГОСТ 17389-72). Насосы можно также условно разделить на 2 группы: насосы-машины, приводимые в действие от двигателей, и насосы-аппараты, которые действуют за счёт иных источников энергии и не имеют движущихся рабочих органов.

Насосы-машины бывают лопастные (центробежные, осевые, вихревые), поршневые, роторные (шестерённые, коловратные, пластинчатые, винтовые и др.).

К насосам-аппаратам относятся струйные (жидкостно-жидкостные и газожидкостные), газлифты (в том числе эрлифты), вытеснители (в том числе паровые и газовые), гидравлические тараны, магнитогидродинамические насосы и др.

В водоприемном оборудовании насосы являются наиболее распространенным видом машин. По принципу действия насосы делят на такие основные группы:

— центробежные лопастные насосы, в которых подача жидкости осуществляется за счет центробежной силы, которая возникает при быстром вращении рабочего колеса. Самовсасывающие центробежные вихревые насосы ICЦВ, ВС, "Оазис— 1" и т.д. применяют для подачи воды из колодцев и скважин. Самовсасывание обеспечивается тем, что всасывающий коллектор расположен выше оси насоса, поэтому его рабочая часть всегда наполнена водой. Для включения насоса в работу после остановки его всасывающий коллектор не надо заливать водой;

— осевые (пропеллерные) насосы, в которых перемещение жидкости осуществляется под действием лопаток рабочего колеса пропеллерного типа. Жидкость движется параллельно оси поворота колеса;

— поршневые насосы, в которых перемещение жидкости осуществляется при помощи поршня с возвратно-поступательным движением в цилиндре;

— воздушные водоприемники (эрлифты), в которых для подъема жидкости используется энергия сжатого газа;

— струйные насосы, в которых для подачи жидкости используется сила потока жидкости, газа или пара;

— объемно-инерционные насосы работают по принципу использования колебаний, передаваемых клапану-плавнику. Эти насосы не имеют трущихся поверхностей, вращающихся деталей и не требуют смазки. К таким насосам относят: "Малыш", "Малютка", "Родничок" и др. Их используют для подъема пресной воды из колодцев и трубчатых скважин, диаметр которых более 100 мм с глубины более 40 м. Температура

перекачиваемой воды должна быть не более 35°С. При работе насос должен быть полностью погружен в воду, чтобы он не соприкасался со стенками и дном колодца. Электронасосы включают в работу сразу же после погружения в воду без предварительной заливки. Перемещать или поднимать насос можно только после его отключения от электросети. Режим работы насоса длительный, однако время непрерывной работы не должно превышать 2 часа с последующим отключением на 15-20 минут. Пользоваться насосом можно не более 12 часов в сутки;

— тараны, в которых для подъема жидкости используют энергию гидравлического удара.

Среди отечественных производителей насосной техники на рынке лидируют: ЗАО "Сантехкомплект", ООО "Веста трейдинг", ООО "Гидроджет", ООО "Гидроланс", ЗАО "Евроклимат", ООО СП "Немен", "Термоинжиниринг" и некоторые другие. Хорошо зарекомендовала себя на рынке компания "ПРОМЭЛЕКТРО", которая выпускает большую номенклатуру насосов. На данный момент предприятие, изменяя только конструкцию насосной части, приводящейся в действие высококачественным современным двигателем, предлагает потребителю бытовые погружные центробежные электронасосы (БЦПЭ). Первый вид бытовых погружных центробежных электронасосов с модернизированной насосной частью на едином валу (БЦПЭ ЕВРО-1 Водолей), с производительностью 0,5-1,0 л/с (2,0-3,5 м^3/ч).

Насос бытовой центробежный погружной многоступенчатый БЦПЭ "Водолей" предназначен для подачи воды в бытовых условиях из скважин внутренним диаметром от 110 мм и более и может использоваться также для подачи воды из шахтных колодцев, резервуаров и открытых водоемов для полива садов и огородов. Объемная подача электронасоса зависит от глубины залегания воды, длины и диаметра используемого шланга, дальности свободной струи при поливе, мойке и т. д.

Предприятие "ПРОМЭЛЕКТРО" производит винтовые погружные насосы (НВП) производительностью 0,32-0,5 л/с (1,2-1,8 м³/ч). Особенностью электронасосов НВП является то, что они могут работать в воде с повышенным содержанием песка. Все электронасосы серии НВП выпускаются в нержавеющем корпусе, имеют европейский дизайн, высокое качество и надежность на уровне требований международного стандарта ISO.

Насосы винтовые погружные бытовые НВП 0,32-32, НВП 0,32-63 предназначены для подачи воды в бытовых условиях из скважины с внутренним диаметром 100 мм и более и могут использоваться также для подачи воды из шахтных колодцев, резервуаров, а также открытых водоемов для полива садов и огородов.

К зарубежным поставщикам можно отнести компании: Wabtrol, Ebara, Astra, Speroni и т.д.

Основные характеристики водяных насосов сведены в сравнительную **таблицу 14**.

Основным фактором, ограничивающим выбор скважинного насоса, является дебит скважины. Ни в коем случае нельзя выбирать насос, производительность которого превышает дебит скважины. Кроме того, стенки скважины защищаются трубами, диаметр которых варьируется, как правило, от 108 до 159 мм. Это также играет не последнюю роль при выборе той или иной модели скважинного насоса, так как он должен опускаться в скважину свободно и без зацеплений.

Особенности конструкций центробежных насосов

Идея использования центробежной силы для подачи жидкостей возникла в XI в. ещё у Леонардо да Винчи и, по-видимому, независимо от него была реализована в начале XVII в. французским инженером Бланкано, построившим простейший центробежный насос для подачи воды, рабочим органом которого служило открытое вращающееся колесо. Один из первых центробеж-

Таблица 14. Характеристики водяных насосов

Марка насоса	Высота всасывания, м	Температура перекачиваемой жидкости, °С	Допустимые примеси	Примечание
БН2-40 Агидель-4	До 7	До +35	Нет	Центробежный, моноблочный с асинхронным электродвигателем
Кама-10 Агидель				Центробежный, моноблочный с асинхронным электродвигателем
Палессе	До 7	До +35	Нет	
Бурун	До 5	До +35	До 2 мм при 5% по массе	Винтовой, самовсасывающий
Мини-гном	До 7	До +40	Нет	Центробежный погружной
Ручеек Боска Струмок				Вибрационные с полным погружением в воду в вертикальном положении
Малыш	До 7	До +35	Нет	
БЦП	До 60	До +35	Нет	Многоступенчатые, погружные
РВН	До 80	До +25	До 0,01%	Роторно-вихревые, погружные, одно- и многоступенчатые
SCM DXIL-4	До 100	До +40	Не более 40 г/м^3	Центробежные погружные скважинные
Subinox AUT	До 15	До +40	Нет	Погружные, центробежные для колодцев с диаметром более 500 мм
Buona	До 8	До +110	Нет	Центробежные моноблочные одноступенчатые
Bella	До 7	До +40	Нет	Вихревые моноблочные несамовсасывающие

ных насосов со спиральным корпусом и четырёхлопастным рабочим колесом был предложен французским учёным Д. Папеном, который усовершенствовал конструкцию ранее известной воздуходувки "Hessians".

В конце XIX в., когда появились быстроходные тепловые, а затем электрические двигатели, центробежные насосы получили более широкое применение. В 1838 году русский инженер А. А. Саблуков на основе созданного им ранее вентилятора построил одноступенчатый центробежный насос, а в 1846 году американский инженер Джонсон предложил многоступенчатый горизонтальный насос. В 1851 году аналогичный насос был создан в Великобритании по патенту Гуинна (насос Гуинна), а в 1899 году русский инженер В. А. Пушечников разработал вертикальный многоступенчатый насос для буровых скважин глубиной до 250 м. Этот насос, построенный в Париже на заводе Фарко (насос Фарко), был предназначен для водоснабжения Москвы, имел подачу 200 м³/ч, КПД до 70%. В России первые центробежные насосы начали изготовлять в 1880 году на заводе Г. Листа в Москве.

Центробежные насосы, которые используют в системах водоснабжения, бывают следующих типов:

— водопроводные и канализационные;

— горизонтальные и вертикальные (в зависимости от размещения рабочего вала);

— одноколесные и многоколесные;

— приводные и непосредственно соединенные с валом электродвигателя;

— низконапорные (20 м), средненапорные (20-60 м) и высоконапорные (более 60 м);

— низкооборотные и высокооборотные;

— с односторонним и двусторонним впуском воды.

Конструкция и принцип действия центробежного насоса показаны на **рис. 82**. Основным элементом центробежного насоса является рабочее колесо с лопаткой, расположенное на валу внутри спирального корпуса. Корпус имеет два патрубка, к которым присоединяют всасывающий и напорный трубопроводы.

Во время быстрого вращения рабочего колеса развивается центробежная сила, под действием которой вода перемещается в направлении от центра колеса к периферии и выбрасывается в спиральную камеру,

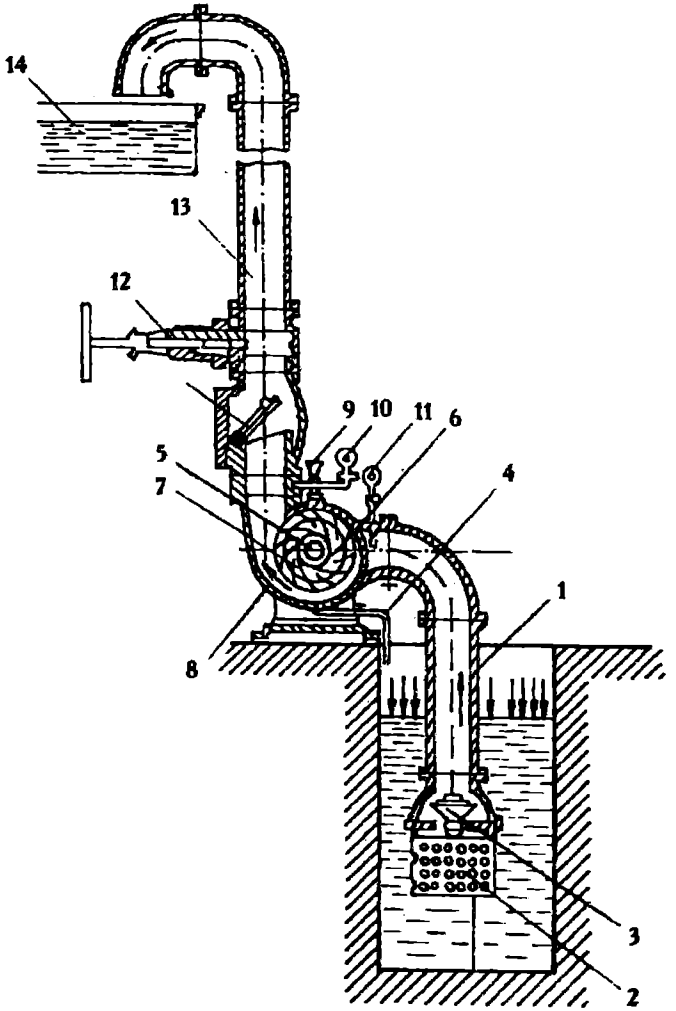


Рис. 82. Центробежный насос (схема):
1 — всасывающая труба; 2 — сетка-фильтр; 3 — приемный клапан; 4 — труба с краном для выпуска воды; 5 — вал насоса; 6 — рабочее колесо; 7 — лопасти; 8 — корпус насоса; 9 — кран для выпуска воздуха; 10 — манометр; 11 — вакуумметр; 12 — задвижка; 13 — напорная труба; 14 — уровень воды в реверзуаре

а затем поступает по напорному трубопроводу в резервуар. При выбрасывании воды с колеса в его центральной части создается пониженное давление (вакуум). Вода, которая выходит из насоса, замещается новой под действием атмосферного давления. Так создается беспрерывное и равномерное движение воды в резервуаре от всасывающего трубопровода к напорному.

Перед пуском насоса всасывающий трубопровод и корпус заливают водой. Чтобы вода при этом не вытекала, на конце всасывающего трубопровода устанавливают приемный (обратный) клапан. Если насос установлен ниже уровня воды , заполнение всасывающего трубопровода и корпуса водой происходит автоматически после открытия задвижки, установленной перед насосом.

Для подъема воды из трубчатых колодцев используют артезианские центробежные насосы. В глубоких скважинах применяют вертикальный артезианский центробежный насос, у которого и двигатель и насос расположены непосредственно в скважине **(рис. 83)**. Погружной насос имеет классическую конструкцию: гидравлическая часть расположена над двигателем и соединена с ним переходным фланцем. Тепловая защита встроена в статор электродвигателя. Насос комплектуется электрокабелем и пусковой панелью с конденсатором. Расположение электродвигателя над насосной частью позволяет вывести кабель электропитания из верхней крышки насоса, что уменьшает общий габарит и позволяет монтировать насос в скважину с обсадной трубой меньшего диаметра, а значит, и более дешевую.

Электродвигатель насоса надежно защищен от перегрева потоком омывающей его воды, которая проходит по кольцевому зазору между оболочкой статора и корпусом насоса. Расположение уплотнения в верхней точке гидравлической части насоса предохраняет его от попадания песка, следовательно, значительно увеличивает срок службы. Компоновка насоса позволяет использовать его в частично погруженном положении, например, в открытых мелких водоемах. Примене-

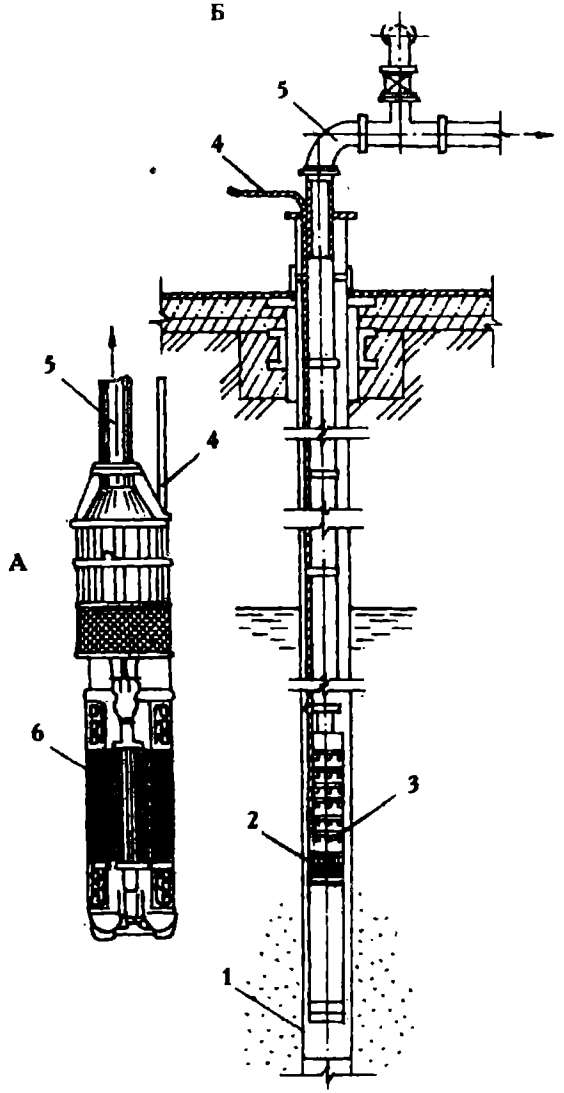


Рис. 83. Вертикальный погружной насос:
А — общий вид; Б — схема монтажа; 1 — обсадная труба;
2 — сетка-фильтр; 3 — центробежный насос; 4 — бронированный кабель; 5 — напорная труба; 6 — электродвигатель

ние сетчатого (1,5х1,5 мм) фильтра вместо щелевого лучше препятствует проникновению в насос длинномерных частиц, способных засорить насос. Использование в конструкциях коррозионностойкой стали и современных стеклонаполненных полимеров обеспечивают высокое качество, надежность и долговечность насоса.

Центробежный насос должен иметь следующую арматуру, измерительные приборы и запорные приспособления:

— *приемный (обратный)* клапан с сеткой, предназначенный для удержания воды во всасывающем трубопроводе. Сетка служит для задержания крупных взвешенных частиц. Обратный клапан создает большие потери давления, поэтому вместо него часто устанавливают вакуум-насос для отсасывания воздуха из корпуса центробежного насоса;

— *задвижка*, которую устанавливают возле насоса на всасывающем трубопроводе, если он соединен со всасывающими трубопроводами других насосов или если насос находится "под заливом", то есть ниже уровня воды в источнике;

— *кран* для выпуска воздуха и залива насоса водой, если насос находится выше уровня воды;

— *обратный клапан* на напорном трубопроводе, предназначенный для недопущения обратного движения воды из трубопровода или из другого насоса во время их параллельной работы;

— *задвижку*, которую устанавливают на напорном трубопроводе как можно ближе к насосу. Задвижка предназначена для отключения насоса от напорного трубопровода;

— *вакуумметр*, который присоединен к всасывающему патрубку насоса. Вакуумметр служит для определения степени разрежения во всасывающем патрубке насоса;

— *манометр* с трехходовым краном, который присоединяют к напорному патрубку насоса. Он служит для определения напора, который создает насос.

При выборе насоса будем исходить из следующих норм водопотребления для сантехнических приборов:

— умывальник — 60 л/ч;
— смывной бачок унитаза — 83 л/ч;
— кухонная мойка — 500 л/ч;
— душ — 500 л/ч;
— ванная — 300 л/ч;
— поливочный кран — 1080 л/ч;
— полив газонов и цветников требует 3-6 м^3 воды на один м^2, расход при этом зависит также от способа орошения и интенсивности полива;
— сауна или баня потребуют около 1000 л/ч.

Для расчета требуемого напора используется формула:

$$H_{тр} = H_{гео} + S + H_{своб},$$

где $H_{гео}$ — высота ввода трубопровода в здание относительно динамического уровня воды в скважине (числовое выражение динамического уровня должно обязательно присутствовать в паспорте скважины);

S — сумма потерь напора на трение в трубопроводе и местные сопротивления (арматура, фасонные детали, фильтры и т.д.);

$H_{своб}$ — напор, который необходимо создать на вводе в здание, с расчетом обеспечения на самой удаленной и высоко расположенной водоразборной точке давления 0,5 атм.

Параметры скважины принципиально важны для пользователя, так как используются при расчете требуемого напора и рабочей характеристики выбираемого насоса. В паспорте скважины должны быть указаны такие параметры, как статический уровень, динамический уровень, дебит скважины. Эти данные экспериментально определяются организацией, которая выполняла буровые работы. Очевидно, что результаты расчета окажутся неверными, если при определении динамического уровня скважины использовался насос заведомо меньшей мощности, чем это потребуется для водоснабжения объекта в соответствии с запросами потре-

бителя. И хотя на быстрое получение официального паспорта артезианской скважины пользователю рассчитывать сложно (это государственный документ, требующий множества разрешений и согласований), необходимо требовать предоставления вместе с актом проведенных работ подробные данные по скважине. Здесь же должны быть представлены сведения о мощности насоса, которым проводилась откачка воды при определении динамического уровня. Заключая договор на буровые работы, следует обращать внимание на наличие лицензии у подрядчика. Только серьезные фирмы всегда по окончании работ дают клиенту гарантию и подробный паспорт скважины, где четко прописаны все упомянутые характеристики, а также диаметр обсадной колонны, перечень пройденных грунтов, сведения о пробной прокачке скважины и т.д. — вплоть до рекомендованной марки насоса и глубины его установки.

Параметры требуемых характеристик для дополнительного оборудования (джакузи, моечная машина, разбрызгиватели, "дождевалки" и т.д.) указываются производителями. При установке водоочистных фильтров учитываются потери напора (обычно около 2 атм) и расход воды на их промывку. Для бассейна указывается только время его наполнения.

Примеры расчетов

Исходные данные:

Требуется обеспечить водоснабжение загородного участка с двухэтажным коттеджем (кухня, два санузла и душ с гидромассажем требуют расхода 1 м^3/ч и напора 4-5 атм.), гаражом, домом для обслуживающего персонала (содержит санузел), баней, бассейном на 45 м^3, поливом территории, системой водоочистки. На участке постоянно проживает семья из четырех человек и два человека из числа персонала.

Для водоснабжения участка пробурена скважина глубиной 80 м ; диаметр обсадной колонны — 150 мм ; статический уровень — 46 м ; динамический уровень –

50 м ; расход, измеренный при откачке — 3,5 м³/ч.

Расчет: С учетом норм расхода воды (см. стр. 231) получаем суммарный расход и требуемое давление:

$Q_{сум}$ = 500 + 3 ґ (60 + 83 + 500) + 1000 + 1000 + 2 ґ 1060 = 6500 л/ч = 6,5 м³/ч

$H^{тр}$ = 50 + 8 + 20 + 2 + 30 = 110 м

В связи с невозможностью и нецелесообразностью использования всех водоразборных точек сразу, можно определить требуемый расход как 5 м³/ч.

Расчетным данным удовлетворяет насос SP 5A-33 (Q = 5 м³/ч, H = 120 м); этим обеспечивается достаточный расход для кухни, одного санузла и полива. (Подразумевается, что хозяева не будут одновременно с поливом территории из обоих кранов пользоваться баней и принимать ванную, мыться в душе и наполнять бассейн).

Для обеспечения давления на поливочные установки и гидромассаж дешевле использовать отдельные насосы, что позволит не держать под высоким давлением весь водопровод и сделает работу погружного насоса более стабильной, а систему — гибкой и независимой (с помощью дополнительного насоса всегда можно получить высокое давление в любой точке разбора). Бассейн будет наполняться ночью. При этом с помощью задвижки на оголовке следует "задросселировать" насос (создать дополнительное сопротивление), чтобы при работе по заполнению бассейна подача не превышала допустимой — 6,5 м³/ч.

Самостоятельный выбор насоса заказчиком, предъявляющим завышенные требования по расходу и напору, часто приводит к выбору насоса слишком большой мощности. В случае с рассмотренными выше исходными данными таким насосом может быть SP14A-25. Как уже говорилось, при установке модели завышенной мощности возможны осложнения.

Во-первых, так как при подобном выборе номинальная подача значительно превышает средние потребно-

сти по воде, насос будет работать в режиме частых включений (отключений). Фирмы-изготовители допускают до 30 включений насоса в час, но только в течение одного часа в сутки, при общем ограничении — 60 циклов за день. В любом случае частые включения негативно сказываются на ресурсе работы электродвигателя и пусковой автоматики. Во избежание этого потребуется установка мембранного бака большого объема.

Во-вторых, при завышенной мощности насоса, как следствие, будет завышено и давление воды на вводе в дом. В момент пуска такого насоса неминуемо будут возникать сильные гидравлические удары. Некоторые виды арматуры могут быть просто не рассчитаны на такое давление (посудомоечные и стиральные машины, смесители), потребуется дополнительная установка редукторов давления для снижения напора.

В-третьих, во время наполнения бассейна, насос будет работать на "открытую трубу", не создавая при этом давления. В таких условиях наблюдается большой расход воды при минимальном давлении. Мощность на валу будет максимальной, и при длительной работе в таком режиме двигатель выйдет из строя.

Следствием применения насоса с завышенной мощностью будет общее удорожание всей системы, вызванное применением более мощной электротехнической аппаратуры, материалов и арматуры с большим допустимым рабочим давлением, увеличением диаметров трубопровода и скважины, а также удорожанием водоочистки. Если номинальная подача насоса превышает дебит скважины, необходима установка дополнительной защиты по "сухому ходу". Дросселирование и настройка насоса приведут к перерасходу электроэнергии.

Иначе говоря, обеспечивая одновременное использование всех водоразборных точек посредством установки насоса завышенной мощности, увеличиваем стоимость системы водоснабжения. При этом реальное водопотребление будет значительно меньшим. Поэтому, хотя конечный выбор всегда останется за заказчи-

ком, дешевле и правильнее выбирать насос с учетом реальных потребностей и при помощи специалистов.

Для системы водоснабжения из рассмотренного выше примера может быть выбран насос SP 8A-25. В зоне возможных подач (от 4 до 8 м³/ч) у этой модели кривая зависимости напора от расхода имеет пологий вид, то есть при малых расходах воды не происходт слишком большого повышения напора. В то же время некоторый допустимый запас при расчете водопотребления исключит возможность нехватки воды.

Насос подбирается по двум основным параметрам: производительность (расход) — сколько литров в минуту или кубометров воды в час может перекачать насос, и напор — на какую высоту в метрах насос может доставить эту воду. Для нормального комфортного существования обычно достаточно 1000 литров воды в сутки на человека (если даже дважды принимать ванну). Поэтому легко получить необходимое количество воды: умножить количество людей, постоянно проживающих в этом доме, на 1000 литров (1 м³) в сутки. Например, для трех человек вполне достаточно 3000 литров. Дополнительный показатель — максимальный расход. Он определяется возможностью одновременного пользования несколькими точками потребления воды. Например, если в доме три человека могут одновременно пользоваться душем (ванной) — 8-10 литров в минуту, краном в кухне — 6 литров в минуту, туалетом — 6 литров в минуту ,то максимальный расход воды составит 22 литра в минуту. Опыт показывает, что для семьи из 4-5 человек вполне достаточно, если максимальный расход составляет 30 литров в минуту (1800 л = 1,8 м³ в час), и общее суточное потребление равно 3000 л = 3 м³ воды в сутки. Отдельно надо рассмотреть случай выбора насоса, если он используется и для полива огорода. Здесь все определяется размерами хозяйства и погодой. Обычно 2000 л в сутки для этого случая вполне достаточно.

Для определения минимально необходимой напорной характеристики насоса нужно взять высоту дома

в метрах и добавить 6 метров. Затем умножить это число на 1,15 (коэффициент потерь напора в трубопроводе). Например, дом имеет высоту 10 м, тогда минимально необходимая напорная характеристика насоса равна (10+6)х1,15=18,4 м. Если для водоснабжения сооружен колодец, то необходим насос с напором 18,4 м, обеспечивающий расход при этом напоре 1800 литров в час (30 литров в минуту). Если участок оборудован скважиной, то к этому напору надо добавить глубину скважины. А точнее, расстояние от поверхности земли до зеркала воды в скважине. Например, если это расстояние равно 30 метрам, то для рассматриваемой системы водоснабжения необходим насос с напором 30+18,4=48,4 метров и расходом при этом напоре 1800 литров в час. Если источник водоснабжения удален от дома, то надо учесть, что на 10 метрах длины горизонтального трубопровода теряется примерно 1 метр напора насоса. В реальности более важно правильно определить напорную характеристику, а расход вполне достаточно принять, исходя из величины в 800-1000 литров в час, так как одновременное пользование всеми точками потребления воды бывает очень редко, и обеспечить максимальный расход в этом случае можно с помощью гидроаккумулятора, напорного бака или водонапорной башни.

В любом случае, какой бы насос не был выбран, при монтаже необходимо выверить его рабочую точку во всех возможных режимах работы. При вводе в эксплуатацию следует замерить подаваемый расход (определяется по скорости заполнения любой емкости известного объема, например, бочки), создаваемое давление (по показанию манометра на оголовке) и потребляемый при этом ток (замеряется токовыми щипцами).

Полученные характеристики сверяются с паспортными данными насоса по каталогу. При превышении рабочих параметров (как правило, некоторый запас мощности предусматривается, например, для последующей установки фильтров) необходимо прикрыть задвижку на выходе из скважины, создать дополнитель

ное местное сопротивление, достаточное для установления правильной рабочей точки.

Автоматизация подачи воды

Схема подачи питьевой воды с помощью насосов предусматривает наличие накопительной емкости, установленной на высоте **(рис. 84)**. Водонапорные резервуары или башни создают в сети необходимое дав-

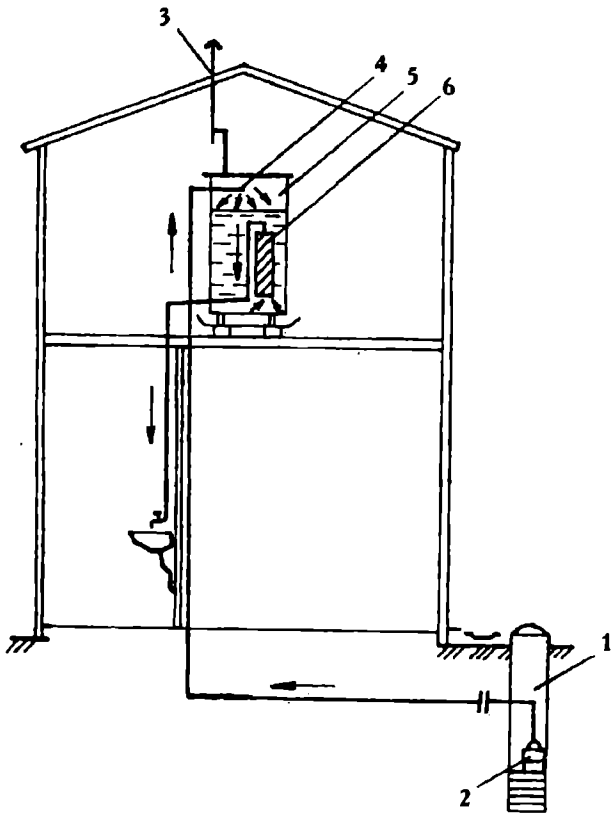


Рис. 84. Установка накопительной емкости:
1 — скважина; 2 — насос; 3 — вытяжная труба;
4 — разбрызгиватель; 5 — накопительный бак; 6 — фильтр

ление и запас воды для регулирования работы насосов. Водонапорные баки **(рис. 85)** устанавливают для водоснабжения группы домов, так как для водоснабжения одного дома такое решение экономически нецелесообразно.

Водонапорная башня состоит из резервуара (бака) для воды, ствола башни, укрытия и трубопроводов, которые подают и отводят воду.

Ствол башни сооружают из монолитного и сборного железобетона, кирпича, металла, древесины. В настоящее время очень распространены башни индустриального производства (башни Рожновского), которые полностью состоят из металла. Устанавливают их на бетонный или железобетонный фундамент.

Баки делают металлическими (обычно круглыми в плане). Емкость бака зависит от характера и режима водопотребления и работы насосной установки. Емкость бака должна быть достаточной, чтобы в часы малого разбора собрать излишек воды, которая подается насосами, а в часы наибольшего разбора, когда он превышает подачу воды насосами, пополнить недостачу воды.

Укрытие башни предназначено для защиты от атмосферного воздействия. Обычно укрытие делают облегченной конструкции в каркасном исполнении. Укрытие должно защитить воду в баке от замерзания в зимний период.

Гидроколонна представляет собой металлический пустотелый цилиндр из листовой стали, скрепленной косынками жесткости. Цилиндр заполняется водой, причем верхняя часть является регулировочной емкостью обычного напорного резервуара, а нижняя — поддерживающим стволом, который выполняет функции запасного резервуара.

Водонапорные баки устанавливаются на специальные несущие конструкции, позволяющие выдерживать расчетные нагрузки. Пример установки водонапорного бака приведен на **рис. 86**. Несмотря на свою простоту, такое техническое решение несколько устарело, так как

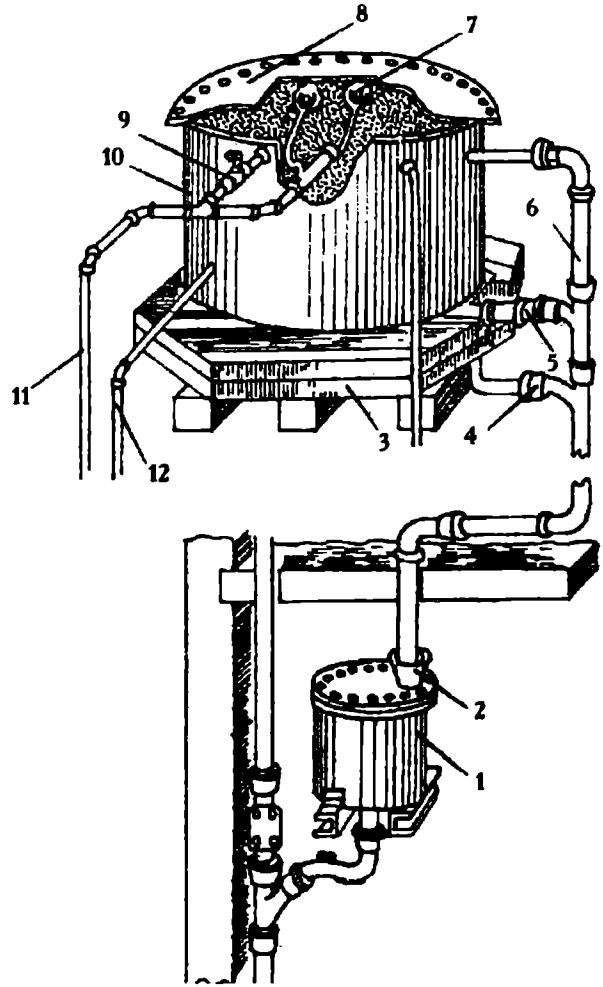


Рис. 85. Водонапорный бак:
1 — приемный бак; 2 — воронка; 3 — поддон; 4 — труба для отвода грязи; 5 — спускная труба; 6 — переливная труба; 7 — поплавковый клапан; 8 — крышка; 9 — вентиль; 10 — водонапорный бак; 11 — подающая труба; 12 — расходная труба

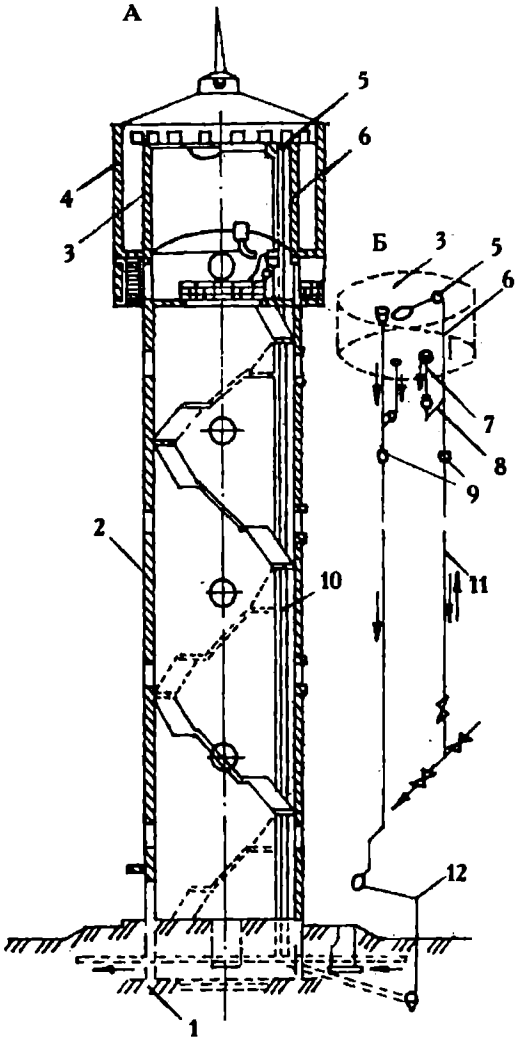


Рис. 86. Водонапорная башня:
А — вид в разрезе; Б — схема; 1 — фундамент башни; 2 — конструкция несущая; 3 — водонапорный бак; 4 — кожух бака; 5 — поплавковый клапан; 6 — напорная труба; 7 — подающая труба; 8 — обратный клапан; 9 — компенсаторы; 10 — переливная труба; 11 — напорная труба; 12 — внешний водосток

накопление воды в емкостях предусматривает периодическую их чистку и обеззараживание. Кроме того, наличие на чердаке дома накопительной емкости увеличивает нагрузку на конструктивные элементы. Строительство для индивидуального дома водонапорной башни экономически нецелесообразно. Современные технологии предусматривают несколько другой вариант, когда система водоснабжения индивидуальных домов **(рис. 87)** комплектуется следующим оборудованием:

— насос (погружной или самовсасывающий);
— автоматика управления;
— бак-аккумулятор;
— предохранительная автоматика;
— системы очистки воды.

Самовсасывающие насосы, как правило, идут в комплекте с баками-аккумуляторами и автоматикой управления. Бак-аккумулятор представляет собой стальной сосуд, внутри которого находится мембрана, разделяющая сосуд на две части. Работает он следующим образом: после монтажа системы и подключения к электросети насос включается и начинает закачивать воду в водяную камеру. Объем воздуха, находящегося в воздушной камере, уменьшается пропорционально поступающему объему воды, а давление в бак-аккумуляторе возрастает. После того как давление в бак-аккумуляторе превысит давление отключения насоса, установленное на реле давления, насос отключается и находится в отключенном состоянии до тех пор, пока давление в системе не упадет из-за разбора воды (она поступает потребителю непосредственно из бака-аккумулятора). Тогда насос снова включается и т.д. Для того чтобы срок службы насоса и бака-аккумулятора был продолжительным, следует руководствоваться следующим правилом: на 1 кубометр в час производительности насоса емкость бака-аккумулятора должна равняться 50 л. Основное достоинство бака-аккумулятора — возможность его установки практически в любом месте: от колодца до чердака, в отличие от накопительных ёмкостей, которые надо обязательно располагать на наибольшей высоте,

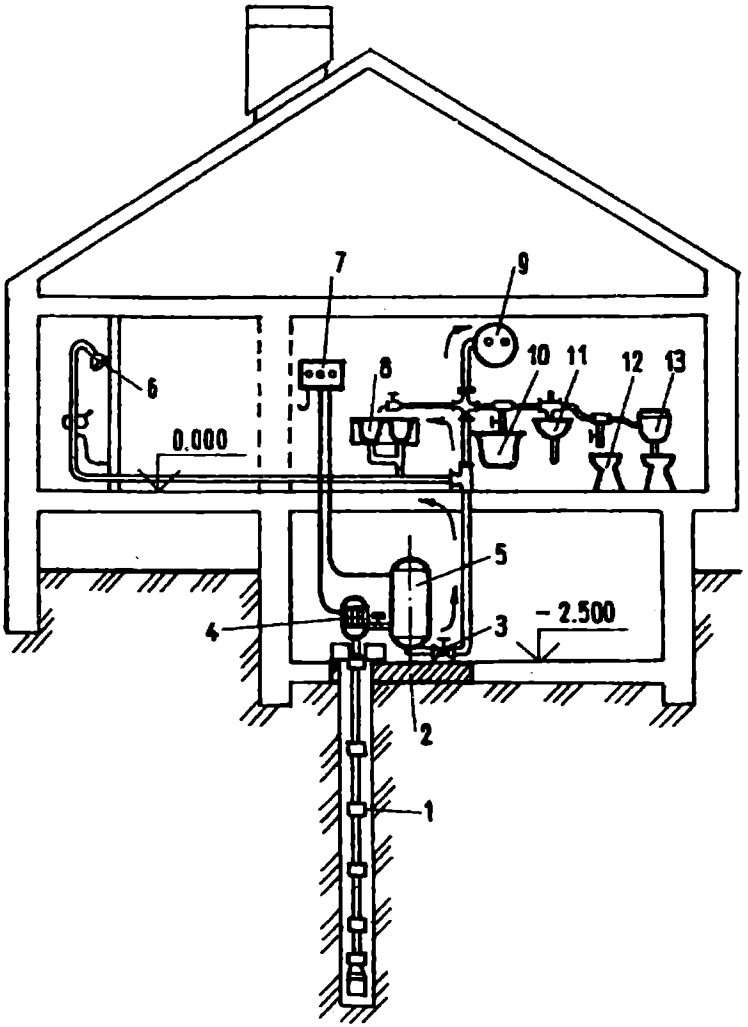


Рис. 87. Система водоснабжения индивидуального дома:
1 — скважина; 2 — фундамент; 3 — вентиль; 4 — насос; 5 — бак-аккумулятор; 6 — душ; 7 — автоматика управления; 8 — мойка; 9 — бойлер; 10 — ванна; 11 — умывальник; 12 — биде; 13 — туалет

да и размеры баков не так велики: например, 100-литровый имеет 50 см в диаметре и высоту около метра.

Такие насосные станции устанавливаются на поверхности, как правило, в помещении, а всасывающий трубопровод с обратным клапаном помещается в водоисточник. Обычно они используются для водозабора из колодцев или неглубоких скважин. Автоматика давления управляет насосом, включая и выключая его при наличии или отсутствии водоразбора. Предохранительная автоматика служит для защиты насоса от работы "в сухую", скачков напряжения и т.д.

Давление воды, установленное с помощью управляющего прибора поддерживается автоматически встроенным частотным преобразователем. Такая установка создаст максимум удобств, так как при необходимости водоразбора отпадает потребность включения насоса. Среди россиян хорошей популярностью пользуется оборудование немецкой фирмы GRUNDFOS представляющее собой систему водоснабжения с применением насосного оборудования различной производительности на любые источники воды. После монтажа установки достаточно открыть водоразборный кран и забыть о постоянной экономии накачанной воды. Станция дает водоснабжение по типу централизованного, без всякого вмешательства потребителя.

К услугам владельцев домов и коттеджей на российском рынке появились уникальные станции водоснабжения MG, представляющие собой самовсасывающий насос, мембранный напорный бак, устройства управления и защиты, объединенные в один компактный агрегат. Основное назначение станции — водоснабжение индивидуального дома, но такая станция может использоваться везде, где необходимо перекачивать воду с помощью компактной и легко монтируемой установки. MG идеально подходит для создания дополнительного давления при перекачке воды из накопительных емкостей или водопроводной сети. Станция изготовлена из коррозийностойких материалов и может находиться, если это необходимо, на открытом воздухе. MG

включает в себя все необходимое для автоматической работы, поэтому отпадает нужда в подборе отдельных комплектующих (мембранного бака, устройства защиты и управления и т.п.). Достаточно только открыть кран, а насос включается и выключается автоматически. При этом поддерживается постоянное давление в напорной магистрали. Встроенный обратный клапан препятствует оттоку воды. Режимы работы станции показываются с помощью светодиодов на удобной контрольной панели. Станция не занимает много места, легко и быстро монтируется.

На современном рынке сейчас преобладает три ценовых типа водоподъемного оборудования: "Эконом", "Стандарт" и "Премиум".

Насосное оборудование класса "Эконом" обеспечивает нормальную работу системы водоснабжения при минимальных затратах. Для подачи воды из скважины в этом комплекте оборудования используются хорошо зарекомендовавшие себя насосы фирмы Pedrollo (Италия). Система индивидуального водоснабжения, оборудованная насосом и автоматикой ценового класса "Эконом", позволяет полностью удовлетворить потребности в воде как в случае сезонного проживания в доме (летний садовый дом), так и в случае постоянного проживания при умеренном водопотреблении. К сожалению, оснащение системы водоснабжения скважинным насосом ценового класса "Эконом" возможно не для всех конструкций скважины.

Насосное оборудование класса"Стандарт" предлагает расширенные функции автоматики и более дорогой немецкий насос GRUNDFOS серии SQ. Насосы GRUNDFOS SQ имеют встроенную защиту от "сухого хода" и систему плавного пуска, что обеспечивает его бесперебойную работу в течение длительного срока эксплуатации.

Хорошо зарекомендовало себя на российском рынке скважинное оборудование класса "Премиум". Скважинные насосы и водоподъёмное оборудование класса "Премиум" обеспечивают наиболее комфортное водо-

снабжение частных домов благодаря полностью автоматизированной системе. Основные преимущества системы водоснабжения, созданной на основе насосного оборудования ценового класса "Премиум", обеспечивает применение насоса GRUNDFOS SQE с процессорным управлением. Благодаря этому:

— в системе водоснабжения поддерживается постоянное давление;

— отсутствует пульсация, обеспечен ровный поток воды во всех точках водопотребления;

— при пользовании нагревателями воды обеспечена постоянная температура на выходе смесителей;

— более эффективная система управления и контроля скважинного насоса обеспечивает длительный ресурс его работы.

Защита насосных установок от "сухого хода"

Это очень серьезная инженерная задача. Достаточно сказать, что в системах водоснабжения около 25% поломок происходит из-за работы насосных установок "всухую". Поэтому поставщики насосных установок изготавливают специальные устройства, позволяющие защитить насос от включения при отсутствии воды в трубопроводах. Примером такой установки может служить устройство LigTec, изготовленное уже известной нам компанией GRUNDFOS, на принципиально новой схеме. Для этого в верхней части корпуса насоса монтируется специальный датчик, чувствительный элемент которого реагирует на состояние перекачиваемой жидкости и при ее исчезновении подает сигнал на отключение насоса через 10-12 секунд. Датчик предназначен для работы в любой среде, где применяются насосы и практически не подвержен износу. Температурный диапазон его работы от- 30 до +120°С, а срок службы сопоставим со сроком службы насоса. В системе также необходимы пускозащитные устройства для защиты насоса и двигателя от перепадов сетевого напря-

жения, от превышения максимально допустимых значений токов. Особенно незаменимы эти устройства в трехфазных электрических сетях, где всегда есть опасность выпадения или перекоса фаз.

Еще до выбора и приобретения насоса необходимо получить точные сведения о напряжении электропитания на объекте. Это особенно важно при выборе импортного насоса. Все поставляемое из-за рубежа оборудование соответствует в первую очередь промышленным нормам страны-производителя. Так, для всех немецких насосов допустимое отклонение напряжения в электрической сети от номинала составляет от +6 до— 10%. Несмотря на все встроенные защиты, насос не предназначен для работы от сети с напряжением ниже 200 В. Все возможные просадки и скачки напряжения негативно скажутся на ресурсе работы электродвигателя. Здесь следует предусмотреть регулируемую защиту по напряжению в составе шкафа управления. Для трехфазных насосов, кроме всего прочего, следует предусматривать защиту от неполнофазных режимов работы. Не рекомендуется устанавливать мощные однофазные насосы. Пусковой ток двигателя мощностью 2,2 кВт может превышать номинальный в 4,4 раза. Для стабилизации напряжения в пределах рабочего диапазона при таких скачках потребуется стабилизатор с пятикратным запасом мощности (точнее выбор проведут производители стабилизаторов). Иногда дешевле обходится пользователю электропитание в 380 В, чем корректная работа однофазного насоса.

По статистике, около 85% отказов происходит именно с электрической частью насоса. Основной причиной является межвитковое замыкание обмоток статора вследствие перегрева из-за гидравлической перегрузки либо при работе на пониженном или скачкообразно изменяющемся напряжении. И того, и другого можно избежать, установив надлежащую токовую защиту. Обычный пускатель с токовой защитой вполне справляется с этой задачей, однако некоторые монтажники забывают сделать настройку на требуемое значение по

току. Итог такой халатности несложно подсчитать: придется заплатить за подъем насоса из скважины, его ремонт (цена нового двигателя), за повторное опускание насоса и его ввод в эксплуатацию. Сумма может превысить стоимость нового насоса.

При выборе электрокабеля предпочтителен специальный подводный кабель, изоляция которого отвечает санитарно-гигиеническим нормам для использования в питьевой воде. Сечение и количество жил кабеля выбирается исходя из мощности электродвигателя и напряжения питания. Страховочный трос, получается лучше, когда он, изготовливается из нержавеющей стали. В отличие от стального, стального в полиэтиленовой оплетке или стального оцинкованного, срок надежной службы такого троса не ограничен.

РАЗДЕЛ VIII. ВОДОПРИЕМНИКИ ДЛЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Характеристика подземных вод

По условиям залегания и питания водоносных горизонтов различают следующие подземные воды: верховодки, грунтовые воды со свободной поверхностью, безнапорные межпластовые, артезианские (напорные). Кроме того, по условиям движения в водоносных слоях различают подземные воды, циркулирующие в рыхлых (песчаных, гравийных и галечниковых) слоях и в трещиноватых скальных породах. Водоносные горизонты всегда залегают на водоупорных или весьма слабопроницаемых для воды горных породах. Подошвой водоносного горизонта чаще всего является верхняя поверхность горных пород. Обычно подошва водоносного горизонта бывает водоупорной.

Верховодкой называют подземные воды, которые находятся на незначительной глубине (2-3 м) над водоупорными слоями, имеющими небольшое распространение на площади. В местах, где водоупорные слои кончаются, верховодка также исчезает, стекая в нижележащий, более мощный водоносный горизонт. Запасы верховодки незначительны и непостоянны и зависят от количества выпадающих осадков. В засушливые периоды и зимой верховодка обычно исчезает. Верховодка легко загрязняется с поверхности земли, поэтому для водоснабжения ее не используют. При бурении скважин для

водоснабжения верховодку необходимо тщательно изолировать обсадными трубами, чтобы избежать загрязнения расположенного ниже водоносного горизонта.

Горизонты грунтовых вод со свободной поверхностью залегают в ближайшем от поверхности земли водоупорном слое. Они могут создаваться вследствие просачивания атмосферных осадков через грунт до встречи их с пластами водонепроницаемых пород. Место питания источника грунтовых вод совпадает с местом их распространения **(рис. 88)**. Водоносные слои, содержащие грунтовые воды, сложены рыхлыми зернистыми или скальными трещиноватыми породами. Под-

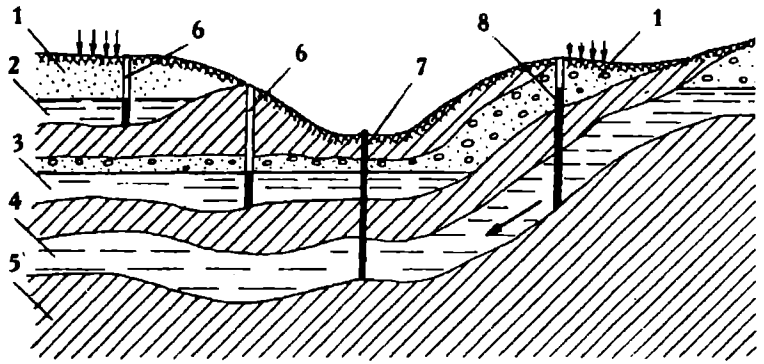


Рис. 88. Залегание подземных вод:
1 — слои подпитки подземных вод; 2 — грунтовые воды; 3 — горизонт безнапорных межпластовых вод; 4 — горизонт артезианских вод; 5 — водонепроницаемые породы; 6 — безнапорные скважины; 7 — артезианская скважина; 8 — напорная скважина

земные воды этого типа могут питаться за счет инфильтрации (просачивания) в глубину по всей площади распространения водоносного горизонта. Они могут легко загрязняться стоком из выгребных ям, животноводческих ферм и т.п. Поэтому при использовании таких грунтовых вод для водоснабжения необходимо обеспечить надежную санитарную проверку и охрану участка водозабора. Грунтовые воды сверху не перекрываются во-

донепроницаемыми слоями, они находятся под нормальным атмосферным давлением и подвержены климатическому влиянию.

Уровень грунтовых вод устанавливается в скважине на той глубине, на которой они были вскрыты. Если среди водоносного слоя имеются водоупорные слои в виде линз, то после проходки их в скважине может наблюдаться местный, обычно небольшой напор.

Подземные воды, циркулирующие в водоносных породах и расположенные между двумя водоупорными слоями, бывают безнапорными или же обладают определенным напором. В последнем случае они называются артезианскими.

Грунтовые безнапорные межпластовые воды соединяются с поверхностью земли водопроницаемыми слоями лишь на отдельных участках своего распространения; на всей остальной площади они хорошо защищены от загрязнения с поверхности верхним водоупорным слоем.

Артезианские водоносные горизонты также залегают между двумя водоупорными слоями и надежно защищены от поверхностного загрязнения. В отличие от грунтовых вод они часто имеют отдаленную область питания — за несколько километров и даже за десятки и сотни километров. Уровень воды в скважинах устанавливается или чуть-чуть выше водоупорной кровли водоносного слоя, или на границе верхнего водоупора и водоносного слоя. Иногда артезианская вода сама выливаются из скважины (фонтанирует). На тех участках, где артезианские воды получают питание, они приобретают характер или грунтовых со свободной поверхностью, или межпластовых грунтовых вод.

Подземные воды всех перечисленных видов могут циркулировать в пустотах рыхлых зернистых или в трещинах скальных пород. В последнем случае подземные воды, относящиеся к любому из перечисленных видов, получают дополнительное название трещинных.

Движение воды в водоносном горизонте, или так называемая фильтрация, происходит по порам и мелким

трещинам горных пород. Отдельные струи движутся равномерно, без разрыва сплошного потока, с небольшими скоростями параллельно одна другой. Такое движение подземной воды преобладает в природных условиях и называется ламинарным. Закон ламинарного движения формулируется следующим образом. Расход (или количество) воды, фильтрующейся через определенную площадь (поперечное сечение) горной породы, пропорционален этой площади, напору и обратно пропорционален длине пути фильтрации на данном участке потока. Отклонения от закона ламинарного движения происходят при действительной скорости движения подземной воды свыше 1000 м/сутки, что наблюдается лишь в карстовых районах и в породах, имеющих большие трещины. Движение воды переходит в вихреобразное или турбулентное, при котором струи воды уже не движутся параллельно.

Требования к источникам водоснабжения

При выборе источника водоснабжения загородного дома необходимо выяснить, есть ли возможность подключения к магистральному или поселковому водопроводу. Если такая возможность существует, необходимо проанализировать следующие данные:

— стоимость подключения, стоимость получаемой из водопровода воды, дополнительные сборы на содержание водопровода;

— режим работы водопровода. Например, поселковый водопровод, работающий только в летнее время;

— качество водопроводной воды (химический и бактериологический анализ воды), максимальный объем отпускаемой воды;

Если водопровод отсутствует или затраты на подключение и отпуск воды высоки, а водопроводная вода при этом плохого качества и ее количества не хватает для водоснабжения дома, стоит задуматься об индивидуальном источнике водоснабжения, который, впро-

чем, можно использовать и в совокупности с централизованным.

Источники индивидуального водоснабжения должны удовлетворять следующим требованиям:

1) обеспечивать бесперебойное снабжение водой объекта водоснабжения;

2) давать воду, которая в наибольшей степени отвечает требованиям качества или позволяет достичь его путем очистки;

3) обеспечивать подачу воды с минимальными затратами для потребителя;

4) обладать такой мощностью, чтобы отбор воды не нарушал сложившуюся природную систему.

Горизонтальные водозаборы следует предусматривать, как правило, на глубине до 8 м в безнапорных водоносных пластах, преимущественно вблизи поверхностных водотоков. Они могут проектироваться в виде каменно-щебеночной дрены, трубчатой дрены, водосборной галереи или водосборной штольни.

Водозаборы в виде каменно-щебенчатой дрены рекомендуется проектировать для систем временного водоснабжения. Трубчатые дрены надлежит проектировать на глубине до 5-8 м для водозаборов II-III категорий. Для водозаборов I и II категорий должны приниматься, как правило, водосборные галереи. Водозаборы в виде штольни следует применять в соответствующих орографических условиях.

Колодцы рекомендуется устраивать на наиболее высоком месте участка. Вода в колодцах может быть верховодка (глубиной залегания до 4-х м), почвенная (до 10-и м), грунтовая (40 м). Часто наши колодцы питаются грунтовыми водами, залегающими на глубине 10-20 м в толще гравийно-песчаных пород. Место для колодца надо выбирать не ближе чем 20-25 м от источников загрязнения: свалок, уборных и т. п. Приток воды в колодец происходит через донный гравийный фильтр. Дно колодца покрывается слоем гравия толщиной 200-300 мм. Оголовок колодца возвышается на 0,6-0,8 м над уровнем земли.

Чтобы подвести воду в дом, монтируют специальный насос для колодцев, прокладывают трубопровод от колодца к дому на глубине промерзания, устанавливают автоматику управления насосом и расширительный бак. В принципе, прокладывать водопровод в дом совсем не обязательно. При необходимости, в нужное время, можно опускать в колодец насос "Малыш", который подаст воду на грядки с небольшой глубины. На оголовке колодца можно установить домик, в котором будет находиться ведро на цепи для подъема воды в случае отключения электроэнергии.

Грунтовые воды, поступающие в колодец, могут питаться за счет инфильтрации атмосферных осадков, от поверхностных водоемов в период высокого стояния воды, а иногда и за счет подземных вод. К основным недостаткам использования колодцев для водоснабжения можно отнести тот факт, что верховодка и грунтовые воды, которые часто наполняют колодец, отличаются большим содержанием органических и взвешенных веществ, железа в комплексных соединениях и кремнекислоты. Их химический состав может значительно колебаться в течение года. Перед использованием воды из колодца для хозяйственно-бытовых нужд, приготовления пищи и питья ее необходимо подвергать **очистке и бактерицидной обработке**. Жарким летом некоторые колодцы могут пересыхать или их дебит значительно уменьшается. Во избежание недостатка воды рекомендуем иметь резервный источник водоснабжения (например, поселковый водопровод).

Артезианские воды с точки зрения водоснабжения предпочтительнее, но и они часто обладают повышенной минерализацией. Эти воды являются наилучшим источником питьевого водоснабжения. Они залегают на обширных территориях, поэтому количество воды в таких источниках обычно большое. Напорные артезианские воды добывают с глубины от 10 до 300 м и более. Чаще всего они встречаются на глубине 50-120 м, а добыча таких вод связана с бурением скважин и большими затратами. Иногда подземные воды вытекают на

поверхность в виде ключа, что значительно облегчает их использование.

Высокая себестоимость водоснабжения из артезианских источников не всегда гарантируют надлежащее качество получаемой воды даже с глубины в сотню-другую метров. Природа уже не так чиста, как была даже двадцать лет назад. Каждое лето мы вынуждены констатировать замусоренность наших лесов, озер и рек. Когда весной тают снега, с полей и ферм смываются сельскохозяйственные отходы. Круглый год мы имеем дело с промышленными загрязнениями, со свалками без специальной защиты водоносных слоев. А раз нет защиты, все попадает в воду: в колодцы, в неглубокие скважины.

Используя чистую и прозрачную на вид воду, существует очень высокая вероятность того, что в чайнике образуется слой накипи, что указывает на наличие в глубинных слоях водоносных слоев солей кальция и магния — так называемой "жесткости". При другом варианте, когда поступает мягкая вода, то нет отложений ни в трубах, ни в чайнике, но на вкус вода соленая — очевидный признак наличия большого количества гидрокарбонатов, хлоридов и натрия

Очень часто показатель содержания солей кальция, магния, натрия, хлоридов, железа, сероводорода и многих других элементов превышает **ПДК** (предельно-допустимую концентрацию) от нескольких единиц до десятков раз, что помимо крайне неприятных вкусовых ощущений оказывает негативное влияние на здоровье.

Наличие в воде опасных веществ: тяжелых металлов, сероводорода и некоторых других химических соединений может привести к необратимым и даже летальным исходам. Не только внутреннее употребление, но и внешние воздействия воды из скважины на кожу, волосы, ногти приносят значительные неприятности. Кроме того, отложения труднорастворимых солей в водонагревательных приборах и дорогой сантехнике, когда оборудование может быть безвозвратно испорчено.

Из всего вышесказанного нетрудно сделать вывод, что прозрачная и кристальная на внешний вид вода может быть опасна для человека и оборудования из-за содержания в ней невидимых на глаз химических веществ. Поэтому, прежде чем использовать воду для бытовых или производственных нужд, сначала необходимо провести ее анализ на химический состав и обеспечить установку специального оборудования для механической, химической и бактериологической обработки. Это относится к воде, поставляемой из скважины, колодца или водопровода, из рек, озер или болот, с крыши дома или из бутыли, получаемой от любого производителя.

Применение водоочистного оборудования для отопления и горячего водоснабжения гарантирует сохранность труб, котлов, водогрейных приборов. В этом случае проблема известкования и соответствующей закупорки нерастворимыми отложениями водных трубопроводов пропадает.

Водоприемники для поверхностных источников

Поверхностные водоприемные сооружения подразделяют на речные, озерные и морские. По способу забора воды они бывают:

— береговые, совмещенные с насосной станцией и отделенные от нее;

— с самовсасывающими и сифонными трубопроводами;

— ковшовые;

— инфильтрационные;

— передвижные и плавучие.

Большое распространение получили водоприемники первых трех типов. Место расположения водоприемников выбирают на участках с наибольшей глубиной водного родника, с учетом ряда условий, которые обеспечивают их бесперебойную работу. Водоприемники на реках для хозяйственно-питьевого и технического обеспечения размещают выше населенных пунктов

и промышленных предприятий в зоне, которая удовлетворяет санитарным условия. При этом в обязательном порядке предусматривается возможное расширение территории в будущем.

Место расположения водоприемника выбирают с учетом следующих факторов:

— благоприятного гидрогеологического режима речного потока на незатапливаемом участке достаточной глубины, что обеспечивает нужное заглубление водоприемника;

— постоянства речного русла на протяжении многолетнего периода;

— благоприятных ледовых условий;

— подмываемости берега реки и по возможности дальше от речных перекатов.

Чтобы избежать занесения водоприемников илом и отложениями во время паводков и ливней их не следует сооружать возле примыкания притоков, возле оврагов. Во избежание размыва берега, его укрепляют фашинами, бетонными плитами или вымащивают камнями.

Характер распределения стока воды рек отдельных регионов страны различен. Сток реки характеризуется количеством воды, которая протекает через определенный поперечный разрез реки за единицу времени и измеряется в $м^3$/сек. Сток реки отвечает определенному положению уровня воды. Наблюдать уровень воды в реке значительно проще, чем измерять количество воды, которая протекает. Поэтому за основу характера режима рек принимают положение уровней или горизонтов воды. При этом учитывают такие уровни воды в водоеме:

— летний и зимний — самый низкий;

— во время паводков и ледоходов — самый высокий;

— во время осеннего и весеннего ледостава — самый низкий и самый высокий.

Благоприятными в топографическом и гидрогеологическом смысле условиями для размещения водоприемника являются места, расположенные на коренном незатапливаемом берегу, к которому прижимается русло

реки с достаточно большими глубинами. Участки, которые выбирают для размещения водоприемников, обязательно согласовываются с органами санитарного надзора, а на судоходных и лесосплавных реках — с Министерством транспорта РФ. Во время выбора места для водоприемников необходимо учитывать позитивные качества и недостатки возможных будущих трасс водоводов к объектам водопотребления, рельеф местности, наличие оврагов и т.п. Водоприемники нельзя размещать на берегах, которые могут обваливаться.

Береговые водоприемники сооружают на глубоководных реках со стабильными стойкими берегами. Водоприемники берегового типа могут быть раздельными или совмещенными с насосными станциями.

Раздельный береговой водоприемник состоит из двух отдельных сооружений: собственно приемника и насосной станции **(рис. 89)**. Оба сооружения соединены между собой проходной галереей, в которой монтируют всасывающие трубы. Водоприемник представляет собой пустотелую береговую опору с двумя отделениями: приемным и всасывающим. По длине водоприемник разделен на две секции, которые могут работать независимо одна от другой.

Вода от источника поступает в приемное отделение колодца через размещенные по высоте в два ряда водоприемные отверстия, перекрытые снаружи грубыми решетками с вертикально расположенными металлическими стержнями. Расстояние между стержнями решетки составляет приблизительно 50 мм. В верхние отверстия вода поступает при высоком уровне (УВВ), а в нижние — при низком (УНВ). На случай ремонта водоприемника для закрытия отверстий в средине колодца устанавливают затворы дроссельного или шиберного типа. Эти затворы закрывают верхние или нижние окна. Чтобы избежать обмерзания, верх отверстий (для УВВ) должен быть на глубине 0,25 — 0,35 м от нижней кромки льда. Насосные станции сооружают вне зоны возможной просадки, иногда на большом расстоянии от приемника. Но нужно стараться не делать всасывающие линии очень длинными.

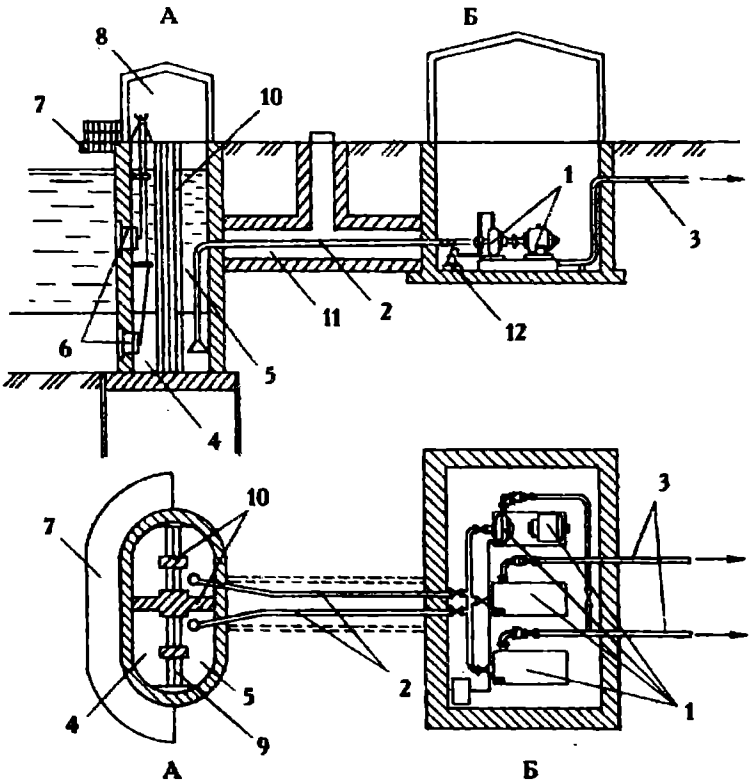


Рис. 89. Береговой водоприемник:
А — водоприемник; Б — насосная станция; 1 — насосы с электромоторами; 2 — всасывающие трубы; 3 — напорный водопровод; 4 — приемное отделение; 5 — всасывающее отделение; 6 — окна с решетками; 7 — выступ; 8 — площадка; 9 — металлические выдвижные сетки; 10 — разделительные стенки; 11 — проходная галерея; 12 — вакуум-насос для удаления воздуха из всасывающей трубы

Береговой водоприемник совмещенного типа сооружается в том случае, когда геологическая структура речного берега своей неравномерной осадкой не угрожает сооружениям приемника и насосной станции **(рис. 90)**. Обычно это делается тогда, когда местные

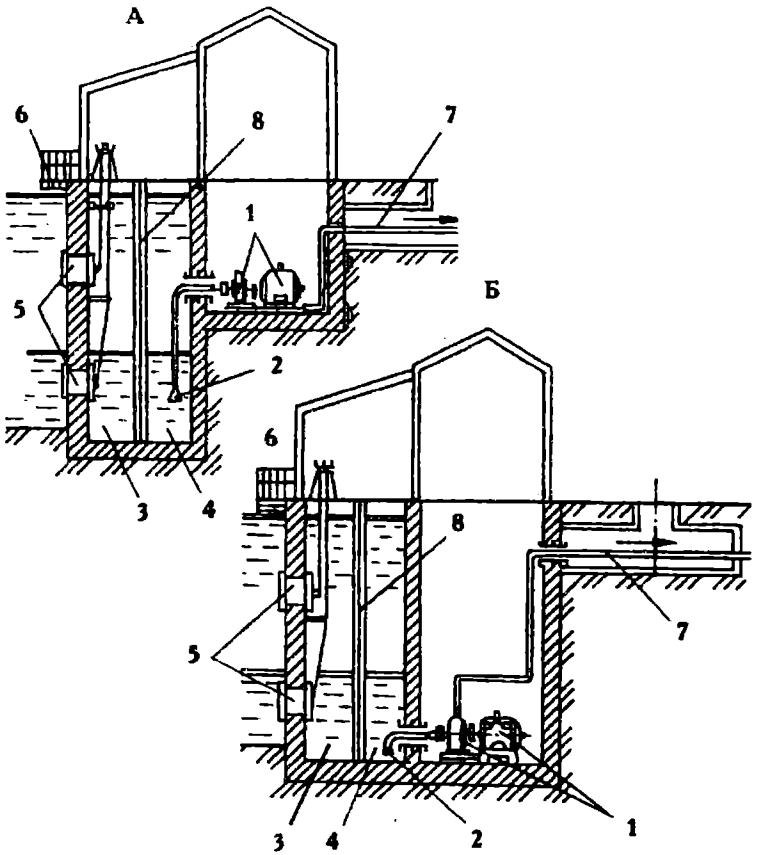


Рис. 90. Водоприемники совмещенного типа:
А — с неналивными насосами; Б — с насосами под наливом;
1 — насосы; 2 — всасывающие трубы; 3 — приемное отделение;
4 — всасывающее отделение; 5 — окна с решетками; 6 — выступ;
7 — напорная труба; 8 — перегородка

условия позволяют разместить насосную станцию рядом с водоприемником.

Совмещенный водоприемник компактный, удобный в эксплуатации и требует гораздо меньших строительных затрат. Для автоматизации управления работой на-

сосов их устанавливают под заливом. В этом случае пол станции делают на одной отметке с водоприемником. При установке горизонтальных насосов схема сооружения выходит громоздкой и дорогой, так как помещения насосной довольно большие и их нужно значительно заглублять. Поэтому вертикальные станции предпочтительнее горизонтальных.

Разделительные стенки между водоприемным и насосным отделениями делают водонепроницаемыми. Напорные трубы при выходе с насосной станции прокладывают в галерее, где размещается арматура, водомеры, обратные клапаны, задвижки и т.п. Благодаря этому размеры машинного отделения насосной станции можно значительно уменьшить.

Каптажные водозаборы

Выбор места размещения водозабора для захвата подземных вод определяют мощностью и глубиной залегания водоносного слоя, направлением течения подземного потока и санитарными условиями. Подземные воды, которые выходят на поверхность земли в виде родников, захватывают специальными приспособлениями — каптажными водозаборами, выполненными в виде водосборной камеры или неглубокого опускного колодца. Для оборудования каптажного водозабора источник расчищают, что облегчит выход родниковой воды на поверхность. Для этого снимают верхние слои грунта и устраивают ограждающие стенки, которые препятствуют загрязнению родниковой воды поверхностными стоками. Захват воды из восходящего родника осуществляют через дно каптажной камеры, из нисходящего — через отверстие в стене камеры.

Каптажный водозабор не должен создавать подпор воды в роднике в его природном состоянии, иначе родниковая вода найдет новый более легкий выход. Наоборот, снижение уровня воды в роднике может привести к увеличению его дебита. Дебитом родника называют

количество воды в м^3, которую получают в течение одного часа.

Каптажный водозабор для восходящих родников **(рис. 91)**, которые чаще всего встречаются на равнинной местности, — это круглая или прямоугольная шахта-колодец без дна. Сооружают такие колодцы из камня, кирпича, бетона или древесины, а их размеры зависят от площади, на которой есть родники. Над шахтой устраивают кровлю или перекрытие. Для того чтобы удобно было устраивать перекрытие, ширина прямоугольной шахты не должна превышать 4-5 м. Иногда шахту удобно сооружать опускным способом. Тогда оборудуют под стены металлический нож, а на нем беспрерывно ведут кладку. По мере того, как грунт в середине шахты выбирают, происходит заглубление шахты. Обычно колодец доводят к месту выхода родника из основных пород. Забор воды осуществляется через дно каптажной камеры, для чего в днище каптажной камеры проделывают круглые или щелевые отверстия. Защиту водозабора от загрязнения поверхностными стоками осуществляют глиняной подушкой. Чтобы избежать вымывания водой частиц грунта, водозаборы обсыпают фильтрующей песчано-гравийной засыпкой.

Для защиты камеры от затопления поверхностными водами предусматривают устройство водоотводных нагорных канав, отмостку, а на зимний период для защиты камеры от промерзания ее утепляют. В каптажной камере необходимо предусмотреть переливную трубу (∅ = 100 мм и более), рассчитанную на наибольший дебит родника, с установкой на конце клапана — захлопки, и вентиляционную трубу, выведенную выше поверхности земли не менее чем на 2 м. Верхнее отверстие трубы защищают колпаком с сеткой.

Для освобождения родника от взвеси каптажную камеру следует разделить переливной стенкой на два отделения: одно — для отстаивания воды с последующей очисткой от осадка, второе — для забора воды насосом. Если вблизи нисходящего родника имеется не-

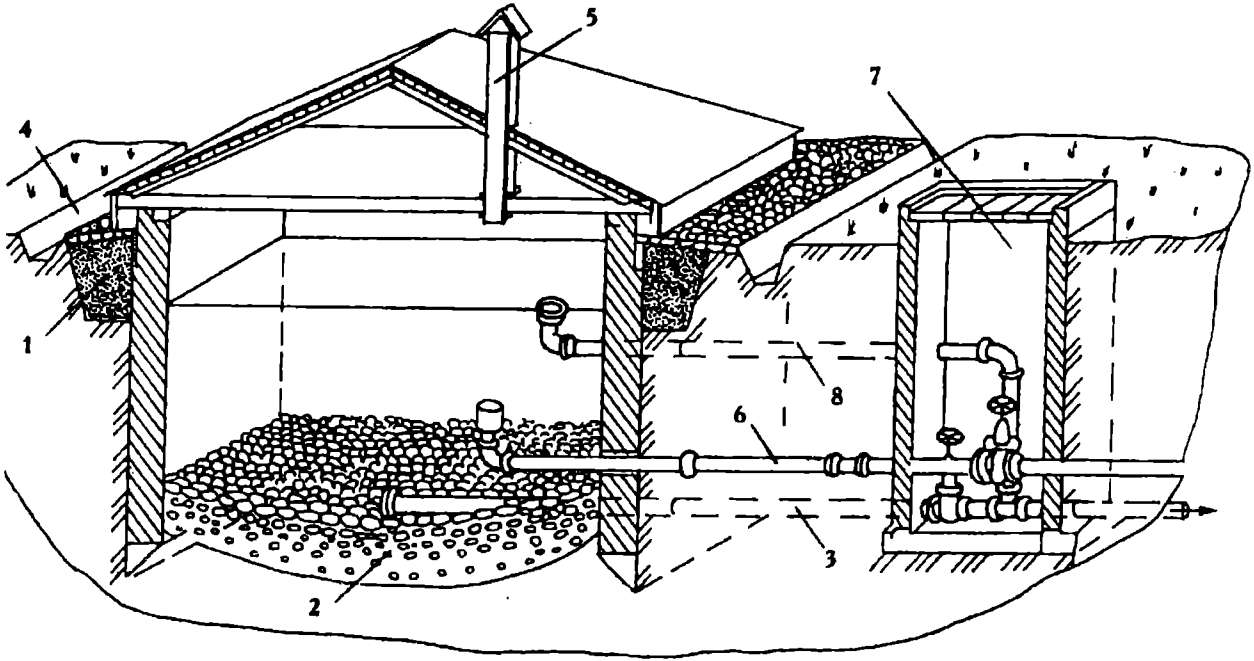


Рис. 91. Каптаж восходящего родника:
1 — глина; 2 — донный фильтр; 3 — гравевая труба; 4 — водоотводящая канава; 5 — вентиляционный стояк; 6 — водоотводящая труба; 7 — колодец размещения задвижек; 8 — переливная труба

сколько выходов, каптажная камера выполняется с открылками.

Забор воды из *нисходящего* ключа выполняется по тому же принципу, но отверстия устраивают не в днище, а в стенах каптажной камеры **(рис. 92)**. Каптажные камеры нисходящих родников должны иметь водонепроницаемые стены (за исключением стены со стороны водоносного горизонта) и дно, что достигается устройством глиняного замка из мятой и утрамбованной глины.

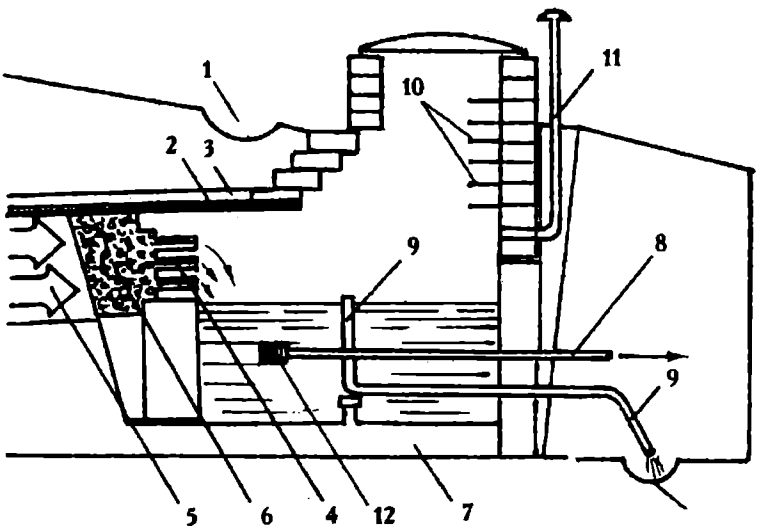


Рис. 92. Каптаж нисходящего родника:
1 — водоотводной желоб; 2 — гидроизоляция; 3 — плита перекрытия; 4 — дренаж; 5 — водоносный слой; 6 — гравийный фильтр; 7 — бетонное основание; 8 — водозаборная труба; 9 — переливная труба; 10 — скобы; 11 — вентиляционная труба; 12 — фильтр водозабора

Камеры восходящих родников оборудуют глиняным замком только по периметру стен. Материалом стен каптажных камер может служить бетон, железобетон, кирпич, камень, древесина (ель, сосна, дуб хорошего качества, без коры, червоточин и глубоких трещин,

без поражений грибком). Горловина камеры (люк) закрывается крышкой и возвышается над поверхностью земли не менее чем на 0,8 м. Камера помещается в будку либо павильон, а территория вокруг нее ограживается. Камера периодически должна осматриваться, очищаться и дезинфицироваться.

На водозаборной трубе устраивается кран с крючком для подвешивания ведра. Труба выводится на 1 — 1,5 м от каптажа, под краном устанавливают скамью для ведер, а для отвода излишка воды на земле у конца водозаборной и переливной труб оборудуют замощенный лоток.

В стене камеры должны быть вмонтированы ходовые скобы из чугуна или металлическая лестница. Вход в каптажную камеру устраивают не над водой, а в стороне, чтобы загрязнения с ног не попадали в воду. Люк должен быть достаточной высоты и размеров для обеспечения удобного проникновения в каптажную камеру.

Каптажные камеры обеспечивают накопление необходимых запасов воды для хозяйственно-питьевого водопотребления. Запасы подземных вод могут возобновляться за счет искусственного пополнения водами поверхностных источников (рек, озер и т.п.), но для этого необходимы специальные системы сооружений непрерывного или периодического действия.

Горизонтальные водозаборы

При сооружении горизонтальных водозаборов сначала выявляют направление движения потока грунтовых вод, а затем выкапывают траншею перпендикулярно направлению потока **(рис. 93)**. Дно траншеи доводят до водостойкого слоя, если он залегает неглубоко, чтобы перехватить весь грунтовый поток.

Работы по сооружению водозаборов в водонасыщенных грунтах проводят организованно и быстро, не допуская перерывов в работе. Иначе траншея заполнится водой и необходимо будет приложить большие

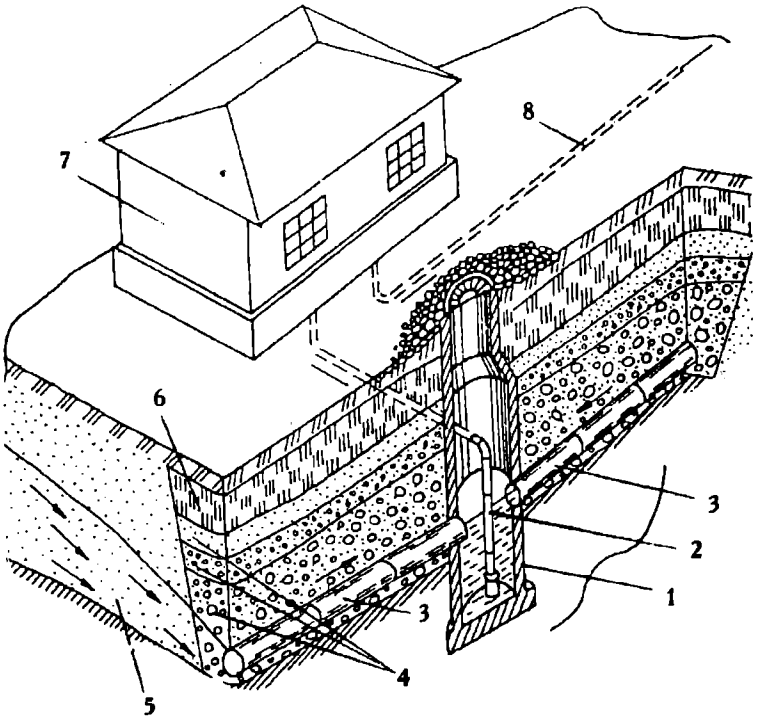


Рис. 93. Горизонтальный водозабор:
1 — колодец; 2 — всасывающий трубопровод; 3 — водосборная труба; 4 — слои гравия; 5 — водоносный грунт; 6 — глина; 7 — насосная станция; 8 — труба подачи воды на участок

усилия на водоотлив. На дно траншеи укладывают предварительно подготовленные пористобетонные, керамические или асбестоцементные трубы с внутренним диаметром 100-400 мм с отверстиями размером 2,5 мм или узкими щелями. Водосборные трубы с боков и сверху засыпают галькой или щебнем, а затем — крупнозернистым песком. Размер зерен засыпки в смежных слоях должен быть 1:2 — 1:3. Траншеи сверху перекрывают слоем глины, который защищает водосбор от поверхностных вод.

Воду собирают в сборный колодец с водонепроницаемыми стенками. Водосборным трубам придают уклон в сторону сборного колодца, откуда воду забирают насосами через всасывающую трубу. Водосборные галереи сооружают преимущественно из местных материалов, камня, бетонных и керамических блоков. Основу и перекрытие кирпичных каменных стен выполняют на цементном растворе или сооружают из готовых бетонных плит. Горизонтальные ряды боковых стенок кладут на растворе, а вертикальные — насухо. В боковых стенах водосборов оставляют отверстия. Под железобетонными звеньями галереи должно предусматриваться основание, исключающее осадку их относительно друг друга. С боков галереи в пределах ее водоприемной части следует предусматривать устройство обратного фильтра.

Если длина горизонтального водосбора превышает 30 м, тогда для периодической очистки и осмотра водозабора через каждые 30-50 м сооружают смотровые колодцы, которые представляют собой круглую или квадратную шахту диаметром не менее 1,0 м с водонепроницаемыми стенами. Как и водосборный колодец, их закрывают крышкой.

Стены колодцев сооружают на 0,5 м выше поверхности земли, чтобы избежать попадания в колодец поверхностных вод. При залегании водоносных пластов глубже 5-8 м горизонтальные водозаборы строить невыгодно. В таких случаях строят шахтные или трубчатые колодцы.

Чтобы исключить вынос частиц породы из водоносного пласта, при проектировании водоприемной части горизонтального водозабора предусматривается обратный фильтр из двух-трех слоев. Механический состав обратного фильтра определют расчетом. Толщина отдельных слоев фильтра должна быть не менее 15 см. Для водозабора в виде каменно-щебеночной дрены прием воды следует предусматривать через щебеночную призму размером 30х30 см, уложенную на дно траншеи, с устройством обратного фильтра. Каменно-

щебеночную дрену надо сооружать с уклоном 0,01-0,05 в сторону водосборного колодца.

Насосные станции горизонтальных водозаборов, как правило, совмещают с водосборным колодцем. Комбинированные горизонтальные водозаборы необходимо применять в двухпластовых системах с верхним безнапорным и нижним напорным водоносными пластами.

Шахтные водозаборы

Шахтные колодцы используют, как правило, в первых от поверхности безнапорных водоносных пластах, сложенных рыхлыми породами на глубине до 30 м. Шахтный водозабор представляет собой вертикальный колодец круглой или квадратной формы с мощным креплением стенок. Нижнюю водоприемную часть его врезают в водоносный слой грунта. Шахтный колодец является наиболее распространенным типом местного водозабора **(рис. 94)**. Он прост в эксплуатации и при грамотном сооружении и хорошем дебите подземных вод служит надежным и долговечным источником хозяйственной и питьевой воды.

Шахтный колодец **(рис. 95)** состоит из водоприемной части, ствола и перекрытия. Вода поступает в водоприемную часть колодца через донный фильтр или щели в стенках колодца. Из одиночных колодцев воду забирают непосредственно насосами, а из групповых — через сборный колодец.

Если высота (мощность) водоносного слоя незначительна (до 3 м), предусматривают шахтные колодцы совершенного типа, то есть водоприемную часть колодца делают на всю его толщину и даже заглубляют в водонепроницаемый слой. В этом случае воду принимают в колодец через отверстия в боковых стенках колодца, а в нижней его части оборудуют отстойник. Если высота и мощность водоносного слоя большие, то допускаются совершенные и несовершенные типы колодцев. В колодцах несовершенного типа водоприемную часть не доводят до водонепроницаемого слоя, а заглубляют

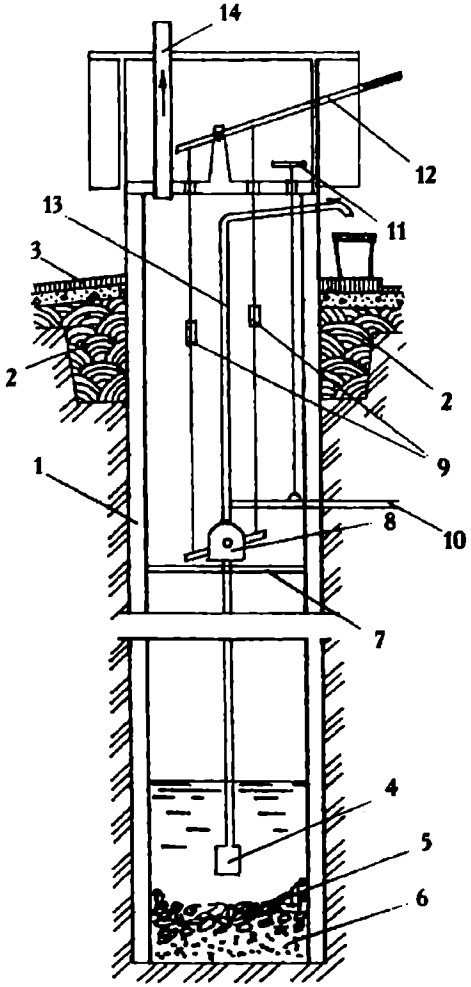


Рис. 94. Шахтный колодец с ручным насосом:
1 — шахта колодца; 2 — глиняные замки у основания колодца;
3 — отмостка; 4 — водозаборный фильтр; 5 — гравий (щебень);
6 — песок; 7 — площадка для установки насоса; 8 — насос;
9 — тяжи; 10 — подземный трубопровод; 11 — вороток для перекрытия подземного трубопровода; 12 — рычаг насоса;
13 — напорный трубопровод; 14 — вентиляционный стояк

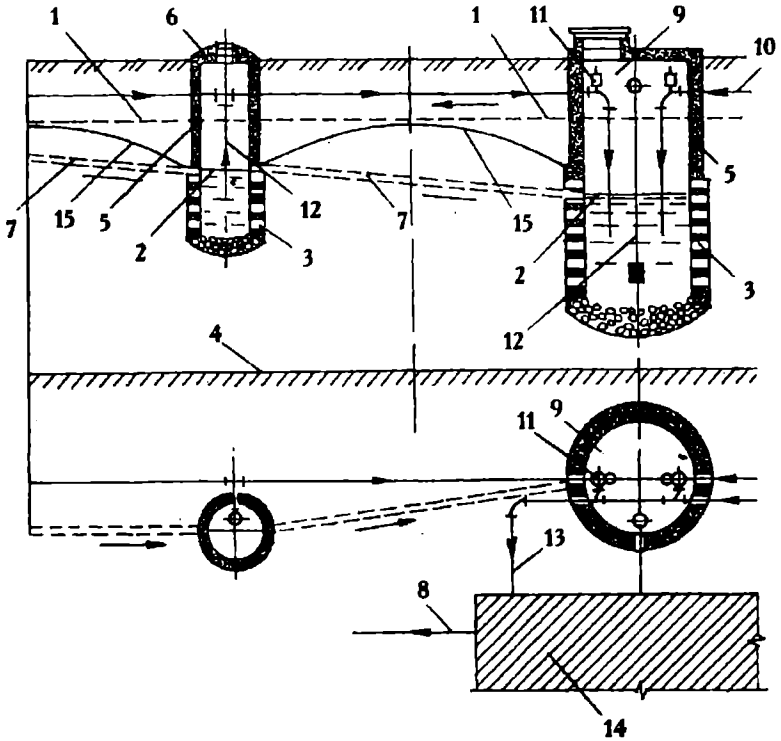


Рис. 95. Шахтные колодцы:
1 — статический уровень воды; 2 — динамический уровень воды; 3 — водоприемная часть колодцев; 4 — водостойкий слой; 5 — ствол колодца; 6 — перекрытие; 7 — самотечный трубопровод (в случае группового размещения); 8 — напорная линия к водопроводной сети; 9 — сборный колодец; 10 — сифонный трубопровод; 11 — воздушные колпаки; 12 — всасывающая труба; 13 — всасывающая труба (к насосной станции); 14 — насосная станция; 15 — кривая депрессии

так, чтобы обеспечить достаточное поступление воды в колодец через дно или одновременно через дно и отверстия в стенках. Стволы шахты делают деревянными, каменными, кирпичными, бетонными и железобетонными.

При расположении водоприемной части в песчаных грунтах на дне колодца необходимо устанавливать обратный песчаный фильтр или фильтр из пористого бетона, а в стенках водоприемной части колодцев — фильтры из пористого бетона или гравия. Обратный фильтр следует выполнять из нескольких слоев песка и гравия толщиной 0,4-0,6 м с укладкой в нижнюю часть мелкой фракции, а в верхнюю — крупных фракций.

Колодцы обычно сооружают опускным способом из готовых железобетонных блоков. В нижней части колодца устанавливают металлический нож, который врезается в грунт вследствие большого собственного веса колодца. Грунт из-под ножа выбирают, а по мере заглубления стенки колодца наращивают и выводят выше уровня земли на 0,5-1,0 м. Вокруг колодца на глубину до 2 м и ширину до 0,7 м устраивают глиняный замок, затем осуществляют подсыпку и мостят камнем, бетоном или асфальтом. Колодец закрывают крышкой или делают над ним навес.

Групповые водосборные колодцы размещают в одну линию перпендикулярно к направлению течения подземного потока. Колодцы соединяют сифонными трубопроводами со сборным колодцем, размещенным рядом с насосным помещением. Воздух из сифонного трубопровода удаляют вакуум-насосом при первом наполнении трубопровода. В дальнейшем сифон работает без принудительной откачки воздуха. Воду из сборного колодца перекачивают к потребителям по напорному трубопроводу.

Сифонный трубопровод представляет собой наклонно или горизонтально уложенную трубу с двумя вертикальными стояками, опущенными в колодец. В самой высокой точке трубопровода устанавливают воздушный колпак, в котором собирается воздух или газы, которые выделяются из воды. Чаще всего большое количество газов собирается когда незначительный подъем трубы сделан в сторону сборного колодца. При выкачивании воды из сборного колодца через всасывающий трубопровод уровень ее снизится и вода начнет посту-

пать из водоприемных колодцев через сифонные трубопроводы. В процессе откачивания воды уровень в сборном колодце будет ниже, чем в водоприемном на высоту h, величина которой зависит от гидравлического сопротивления в сифоне. Если уровень воды в колодцах находится на небольшой глубине от поверхности земли, вместо сифонных трубопроводов делают самотечные, которые проще в эксплуатации.

Уровень воды в колодце до откачки воды насосами называют **статическим**. Уровень воды, который устанавливается при равномерном откачивании определенного количества воды, называют **динамическим**. Динамический уровень соответствует равновесию, которое наступает между отбором воды откачивания и поступлением ее из окружающего водоносного слоя. Переход от статического уровня к динамическому осуществляется по плавной кривой, которую называют **кривой депрессии**. Кривая депрессии создает депрессийную воронку, глубина которой постепенно снижается по мере отдаления от колодца. Радиус депрессийной воронки называют **радиусом влияния депрессии**.

При откачивании воды из крупнозернистых водоносных грунтов кривая депрессии будет пологой, а радиус влияния — большой, и наоборот, в мелкозернистых грунтах, даже при кратковременном откачивании воды, может создаться крутая депрессия с малым радиусом влияния, что отразится на величине питомого дебита колодца.

Питомым дебитом называют количество воды в м^3/час, которую получают из скважины или колодца на 1 м снижения уровня воды в нем. Зная питомый дебит колодца, можно выяснить его продуктивность при определенном снижении уровня воды. Дебит колодца зависит от скорости поступления воды в водосборный колодец, а скорость — от крупности зерен водоносного грунта. Ориентировочный дебит шахтных колодцев зависит от водонасыщенности водоносного слоя и колеблется от 1 до 100 м^3/час. Для увеличения дебита колод-

цев, заложенных в водоносном слое, который состоит из мелких песков, водоприемную часть шахтных колодцев оборудуют гравийными и боковыми фильтрами или стенами из пористого бетона.

Трубчатые колодцы

Трубчатые колодцы бурят механическим ударно-канатным или роторным способом. Ударно-канатным способом бурят скважины на глубину до 100 м, скважины глубиной более 100 м бурят роторным способом.

При бурении скважины стенки закрепляют стальными обсадными трубами внутренним диаметром 168-426 мм, соединенными между собой при помощи муфт на резьбе. Такое закрепление необходимо для защиты стенок от обвалов грунта во время бурения и эксплуатации скважины. Кроме того, обсадные трубы придают скважине вертикальное направление и изолируют ее внутреннее пространство от водоносных пород с некачественной водой.

Во время бурения рыхлых пород силы трения между стенками обсадных труб и грунтом увеличиваются по мере заглубления бура и достигают такой величины, когда опускание труб прекращается. Тогда в готовую скважину опускают другую колонну труб меньшего диаметра и начинают бурить снова, пока не пройдут водоносный слой с качественной водой. Диаметр каждой следующей колонны меньше диаметра труб предыдущей колонны на 50-100 мм. После окончания бурения трубчатый колодец имеет телескопический вид. Количество колонн обсадных труб зависит от глубины и способа бурения.

Трубчатый колодец проектируют на основании данных о геологическом строении пород и гидрогеологических условиях местности. По результатам данных геологоразведки определяют: глубину скважины, начальный и конечный диаметры обсадных труб, типы и размеры водопроводного оборудования, способы бурения и закрепления скважины, типы и размеры фильтра, хи-

мический состав воды эксплуатируемого и проходного водоносных горизонтов. Глубину трубчатого колодца определяют глубиной залегания кровли и подошвы эксплуатационного водоносного горизонта, а в случае оборудования колодца эрлифтом необходимо учитывать глубину заглубления компрессорных труб. Эта глубина устанавливается специальным расчетом.

Водоприемной называют часть трубчатого колодца, заглубленную в водоносный слой и предназначенную для приема и накопления воды. В рыхлых и нестойких породах водоприемную часть, как правило, закрепляют фильтром. В скальных и полускальных стойких породах крепление стенок скважины и установка фильтра не требуются. Обсадные трубы после окончания бурения вынимают или немного поднимают.

При сооружении буровых колодцев должны использоваться материалы, разрешенные органами санэпиднадзора. Так, при устройстве фильтра его материал должен быть устойчив к химической коррозии, обладать механической прочностью и в процессе эксплуатации колодца не должен забиваться песком.

Фильтры защищают стенки скважины от обвалов, не допускают прохождения в колодец мелких частиц породы и обеспечивают свободный доступ воды. Тип фильтра и его конструкцию выбирают в зависимости от водоносной породы на участке. Если грунт представляет собой неустойчивую породу (полускальную, щебенистую, галечниковую) с преобладанием частиц от 2 до 10 см, то применяют трубчатые фильтры с круглой или щелевой перфорацией. При гравийном грунте, гравелистом и крупном песке с частицами от 1 до 10 мм водоприемная поверхность выполняется из проволочной обмотки из нержавеющей стали или из штампованного стального листа. В песчаных грунтах с размером частиц от 0,25 до 0,5 мм используют трубчатые фильтры из сетки гладкого или галунного плетения, а также с однослойной гравийной обсыпкой. Трубчатые стальные фильтры применяют при любой глубине скважины. Диаметр фильтра для трубчатого колодца устанавливают

в пределах от 75 до 300 мм. Наиболее распространенные фильтры имеют диаметр 100-200 мм.

После установки фильтра нижнюю колонну труб поднимают так, чтобы она перекрывала фильтр на высоту 1-2 м. Между обсадной трубой и фильтром набивают сальник. Верхнюю колонну труб откручивают или срезают внутренним труборезом. Кольцевой зазор между концами вырезанных труб и предварительной колонной обсадных труб на высоту не менее 3-5 м заполняют (тампонируют) цементным раствором или набивают сальник. Тампонаж не допускает поступления поверхностных загрязненных вод в скважину. Для хозяйственно-питьевого водопотребления верхнюю часть закрепляют двумя колоннами обсадных труб, а пространство между ними заполняют цементным раствором. В тех случаях, когда применяют одну колонну труб, делают затрубную цементацию.

Фильтры состоят из трех частей: рабочей (водоприемной), надфильтровой трубы с приспособлением для опускания и поднятия фильтра и отстойника. Надфильтровую часть трубы заводят в последнюю колонну обсадных труб на такую высоту, чтобы избежать попадания в фильтр песка через кольцевой запор и чтобы была возможность установить сальник. Вверху делают вырезы в виде перевернутой буквы "Г", которые служат замком для опускания фильтра в скважину.

Отстойник представляет собой неперфорированную трубу длиной 2,0 м с глухим дном, которая является нижней частью фильтра. Отстойник предназначен для оседания мелкого песка и ила, которые проникают через фильтр в начале его работы. Устанавливают его ниже каркаса фильтра и очищают от осадков желонкой.

Фильтры применяют самых разнообразных конструкций в зависимости от характера пород, которые составляют водоносные пласты: сетчатые и проволочные, дырчатые и щелевые, пористобетонные и гравийные, гравитационные и т.п. Рабочей частью фильтра является каркас, который состоит из перфорированной трубы с круглыми или прямоугольными отверстиями. На кар-

касе закреплены стержни из проволоки, а на них - фильтровальная сетка, для которой проволочные стержни служат опорой. Каркас фильтра должен иметь достаточную механическую прочность и стойкость против коррозии и эрозионного воздействия воды.

Широкое распространение получили каркасно-стержневые фильтры, у которых каркас состоит из стержней, закрепленных в опорных поясах. Для их изготовления на каркас навивают спирали из проволоки диаметром 1,5-2,0 мм. Каркасы фильтров, изготовленные из нержавеющей стали, устанавливают на любую глубину, а каркасно-стержневые — на глубину до 200 м. Каркасные фильтры, изготовленные из древесины, пластмассы, керамики и асбоцемента, устанавливают на глубину не более 100 м.

Каркасы из перфорированных труб покрывают сетками из латуни или нержавеющей стали квадратного или гладкого плетения, гофрированными сетками из пластмасс, тканями из стекловолокна и т.п. Медные луженные сетки на стальной трубе создают гальваническую пару: первая — катод, другая — анод. Вследствие этого стальная труба сильно корродирует.

Сетки укладывают на продольные прутья, а прутья — на подкладочную спираль из нержавеющей стали или винипласта. Размеры проходных отверстий принимают такими, чтобы они не пропускали частиц породы из водоносного горизонта в трубчатый колодец. Фильтрующие элементы (отверстия в трубах и сетках, поры в гравийной обсыпке) должны создавать минимальное препятствие поступлению воды и иметь высокую скважинность. Скважинностью фильтра называют отношение суммарной поверхности отверстий к боковой поверхности той части трубы, где эти отверстия размещены. Фильтры с высокой скважинностью значительно долговечнее. Скважинность каркаса дырчатых фильтров с сетками составляет 20-25%, щелевых — 40-45%, гравийных 30-40%. Самую высокую скважинность имеют каркасно-стержневые фильтры — до 60%.

Трудоемкие гравелистые фильтры часто заменяют

пористобетонными на каркасе из асбестоцементных труб **(рис. 96)**. Их скважинность составляет 35-40%, а стоимость в 2-3 раза меньше стальных. Пористобетонные фильтры представляют собой цилиндрические обоймы с пористыми стенками из гравия, равномерно

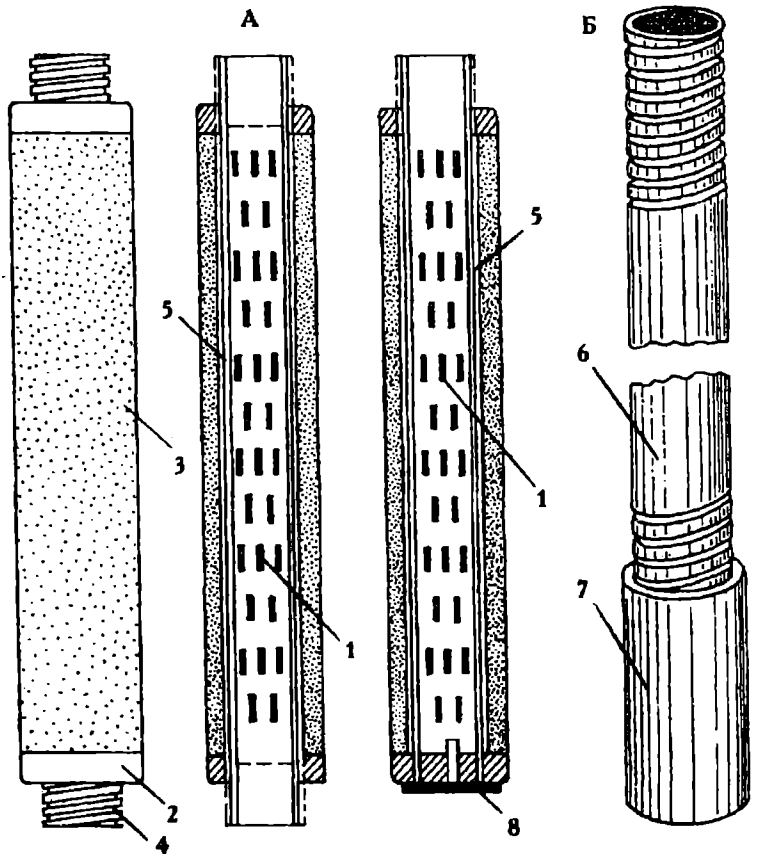


Рис. 96. Пористобетонные фильтры на каркасах из асбоцементных труб:

А — фильтры; Б — соединение асбоцементных труб;
1 — пористобетонный фильтр; 2 — пояс из щелевого бетона;
3 — пористобетонная обечайка; 4 — резьбовое соединение;
5 — каркас; 6 — асбоцементная труба; 7 — муфта;
8 — металлический поддон

уложенного и сцементированного тонкой пленкой цементного раствора. Наружный диаметр фильтра составляет 160-300 мм, толщина стенки 40 мм, а длина 0,65-1,0 м.

Горловину скважины закрывают оголовком, который служит для защиты трубчатого колодца от загрязнения и для монтажа водоприемного оборудования. Оголовок размещают в небольшом шахт-колодце. Стены шахты сооружают из камня, кирпича, бетона или древесины, а пол — из бетона.

Санитарные зоны

Источники водоснабжения как поверхностные, так и подземные могут загрязняться, если не принять специальные защитные меры. Поэтому одновременно с проектированием водоприемных сооружений разрабатывают проект санитарной зоны. В проекте устанавливают границы зоны мероприятий по ее оздоровлению и намечают план внедрения этих мероприятий. Согласно действующему положению, зона санитарной охраны состоит из пояса строгого режима, пояса ограничений и пояса наблюдений.

Пояс строгого режима (первый пояс зоны) охватывает территорию, на которой находится источник водоснабжения, в границах участков забора воды и размещения водопроводных сооружений. При поверхностных источниках водоснабжения в этом поясе находятся все горловины сооружения и окружающая территория на 100-200 м. При заборе воды из реки пояс простирается против течения на 0,5-1,0 км. При грунтовом водоснабжении из трубчатых колодцев пояс занимает территорию радиусом 20-30 м, для шахтных колодцев — радиусом 50-70 м. В этом поясе запрещается любое строительство, кроме водопроводных сооружений, а также запрещается проживание и пребывание лиц, не имеющих отношения к водопроводу.

Территория первого пояса зоны источника должна быть спланирована, ограждена и озеленена. Огражде-

ние площадок станций водоподготовки, насосных станций, резервуаров и водонапорных башен с зонами санитарной охраны первого пояса следует, как правило, выполнять глухим и высотой до 2,5 м. Допускается ограждение высотой до 2 м с наращиванием на 0,5 м колючей проволокой. При этом во всех случаях должна предусматриваться колючая проволока в 4-5 нитей на кронштейнах, расположенных с внутренней стороны ограждения. Примыкание к ограждению строений, кроме проходных и административных зданий не допускается.

Границы акватории первого пояса зоны обозначают предупредительными наземными знаками и буями. Над затопленными водоприемниками водозабора, расположенными в несудоходной части водоема, должны устраиваться буи с освещением. При расположении их в судоходной части буи устанавливают вне судового хода.

В поясе ограничений (второй пояс зоны) устанавливают особые санитарные правила, согласно которым не допускается устройство свалок, спуск сточных вод, водопой животных и т.п. Этот пояс охватывает территорию, которая окружает источник водоснабжения и его притоки. Если источником водоснабжения является река, то пояс включает вверх по течению до 50 км. Для подземных вод пояс определяется с учетом бассейнов питания и наличия связи этих источников с другими источниками и сооружениями. Строительство в этих районах допускается с разрешения органов санитарного надзора.

Во втором поясе зоны источника водоснабжения запрещается:

— загрязнение территории нечистотами, мусором, навозом, промышленными отходами и т.п.;

— размещение складов горючесмазочных материалов, ядохимикатов, минеральных удобрений и других объектов, которые могут вызвать химическое загрязнение источников водоснабжения;

— размещение кладбищ, скотомогильников, полей

ассенизации, полей фильтрации, земледельческих полей орошения, навозохранилищ, силосных траншей, птице- и животноводческих ферм;

— применение удобрений и ядохимикатов.

В поясе наблюдений (третий пояс зоны) органами санитарного надзора осуществляется учет водных инфекций, внедряются меры по их ликвидации и предупреждение заражения источников водоснабжения с обязательным эпидемиологическим исследованием каждого случая.

На территории третьего пояса зоны следует:

— регулировать отведение территорий для населенных пунктов, лечебно-профилактических и оздоровительных учреждений, а также возможные изменения в технологии промышленных предприятий, связанные с повышением степени опасности загрязнения источников водоснабжения сточными водами;

— благоустраивать промышленные, сельскохозяйственные и другие предприятия и отдельные здания, предусматривать организованное водоснабжение и удаление сточных вод, устройство водонепроницаемых выгребов и т.д.;

— производить только санитарные рубки леса.

Степень очистки бытовых, производственных и дождевых вод, сбрасываемых в водоемы, должна отвечать требованиям "Основ водного законодательства РФ".

РАЗДЕЛ IX.
СЕТИ КАНАЛИЗАЦИИ

Назначение канализации и виды сточных вод

В населенных пунктах и на территории промышленных предприятий могут накапливаться различные отходы минерального и органического происхождения, которые создаются в результате производственной и жизненной деятельности человека. Особую опасность в санитарном отношении представляют отходы органического происхождения. Они гниют, засоряют воздух вредными для здоровья газами, проникают в верхние слои грунта, загрязняют грунтовые воды и, наконец, попадая в водоемы, могут заражать их болезнетворными микробами, распространяя эпидемии среди населения и животных. Отходы промышленных предприятий могут быть причиной недопустимого загрязнения водоемов.

На практике применяются два основных вида или системы избавления от жидких и твердых отходов с территории населенных пунктов и промышленных предприятий: вывозная и сплавная системы. Первая предусматривает вывоз всех отходов, другая — сплав их жидкой части по трубам или специальным каналам и вывоз твердых отходов.

При вывозной системе нечистоты собирают в размещенных вблизи жилых домов водонепроницаемых контейнерах и периодически вывозят специальным транспортом на свалки. При правильной организации и нор-

мальной эксплуатации вывозная система в санитарном отношении может быть приемлема, но с экономической точки зрения нецелесообразна. Поэтому вывозная система применяется лишь в исключительных случаях, когда сплавную систему применить невозможно.

Сплавная система (канализация) стоков более рациональна и эффективна. Нечистоты и другие отходы, разбавленные большим количеством воды, создают сточные воды и отводятся канализационной системой подземных труб и каналов. Обезвреженные сточные воды выпускают в водоемы за пределами населенных пунктов.

В зависимости от качественной характеристики сточные воды можно разделить на три основные группы: бытовые или хозяйственно-фекальные, производственные и атмосферные. Производственные стоки могут быть загрязненными и условно чистыми. Загрязнение сточных вод может быть самым разнообразным, и в санитарном отношении они могут быть не только опасными, но и даже отравляющими.

Самотечный способ (канализация) отвода сточных вод по трубам и каналам имеет экономические, санитарные и технические преимущества перед другими способами. Удаление 1 м^3 нечистот канализационной сетью самотеком стоит приблизительно в 100 раз дешевле, чем при вывозной системе.

Современная канализационная система представляет собой комплекс инженерных сооружений и санитарных мер для организованного удаления по трубопроводам за черту населенного пункта загрязненных сточных вод и их обезвреживание. Поэтому современные канализационные системы являются одним из эффективных способов повышения благоустройства населенных пунктов.

Система сплавной канализации

Под системой сплавной канализации понимают способ удаления различных видов сточных вод в зависимо-

сти от местных условий и технико-экономической целесообразности. Системы канализации подразделяют на общесплавную и раздельную.

Общесплавными называют такие системы канализации, в которых все три категории сточных вод — атмосферные, бытовые и промышленные — транспортируются по одной общей системе труб и каналов. Каналы выводят собранные стоки за пределы городской территории на очистные сооружения.

Раздельной называют системы канализации, в которых атмосферные воды отводятся отдельной системой труб и каналов, а бытовые и производственные стоки — другой самостоятельной системой. Это делается для того, чтобы не перегружать очистные сооружения ливневыми стоками. Раздельная система может быть полной и неполной.

Полной раздельной системой называют канализации с двумя совершенно самостоятельными канализационными сетями: ливневой (водостоки), в которую отводятся только атмосферные воды, и производственно-бытовой, в которую отводятся только производственно-бытовые стоки.

Неполной раздельной системой канализации называют систему с одной трубной сетью для наиболее загрязненных и опасных производственных и бытовых стоков. Атмосферные воды при этой системе сбрасывают в водные протоки по открытым лоткам, канавам, ручьям и т.п.

Схемой канализации называют технически и экономически обоснованное проектное решение принятой системы канализации с учетом местных условий и перспектив развития.

Все канализационные сооружения любой системы канализации делятся на две группы:

— оборудование и сооружения, предназначенные для принятия и транспортирования сточных вод (внутренние канализационные сооружения, внешняя канализационная система, насосные станции и т.п.);

— сооружения для очистки, обеззараживания и ути-

лизации сточных вод и обработка осадка, выпуск очищенных вод в водоемы.

Придомовые (дворовые) канализационные сети **(рис. 97)** предназначены для принятия бытовых и производственных стоков в местах их создания и для отвода за пределы здания во внешнюю канализационную сеть **(рис. 98)**.

Сточные воды из приемников поступают в отводные трубы, а далее в стояк внутренней канализационной сети и через выпуск — в дворовую канализационную сеть. В месте присоединения каждого выпуска к дворовой канализационной сети устраивают смотровой колодец, предназначенный для наблюдения за работой сети и прочистки ее. Перед выпуском в уличную сеть устанавливают контрольный колодец.

Внешняя канализационная сеть — это уложенная с уклоном разветвленная подземная сеть трубопроводов и каналов, которые отводят сточные воды самотеком к насосной станции очистных сооружений. В зависимости от назначения, места укладки и размеров внешнюю канализационную сеть называют дворовой, внутриквартальной, уличной, коллектором и каналом.

Дворовая канализационная сеть объединяет выпуски из отдельных домов, внутриквартальная сеть объединяет выпуски группы домов, а уличная — принимает стоки дворовых и внутриквартальных сетей.

Системы внутренней канализации

В соответствии с видом сточной жидкости и системы внешней канализационной сети сооружают следующие схемы внутренней канализации:

— бытовую или хозяйственно-фекальную, предназначенную для отвода от зданий фекальных и хозяйственных сточных вод. В эту систему иногда спускают и производственные стоки, если их количество сравнительно невелико, а по качеству они отвечают условиям транспортировки по данным сетям;

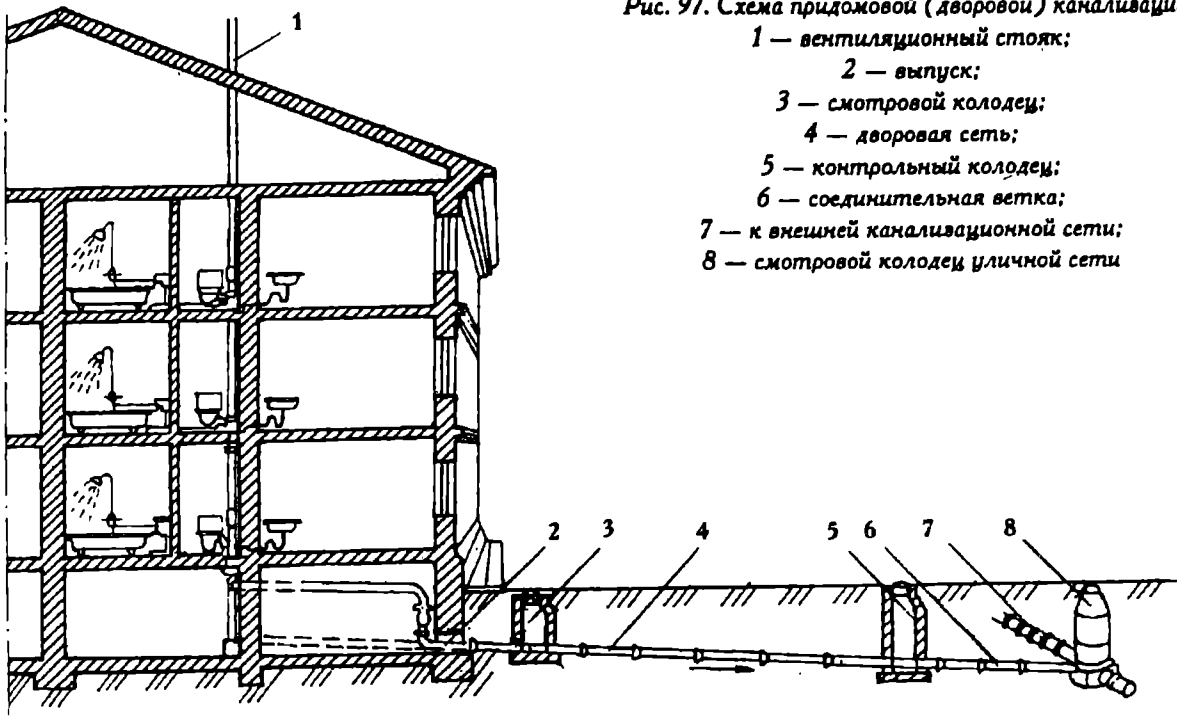


Рис. 97. Схема придомовой (дворовой) канализации:
1 — вентиляционный стояк;
2 — выпуск;
3 — смотровой колодец;
4 — дворовая сеть;
5 — контрольный колодец;
6 — соединительная ветка;
7 — к внешней канализационной сети;
8 — смотровой колодец уличной сети

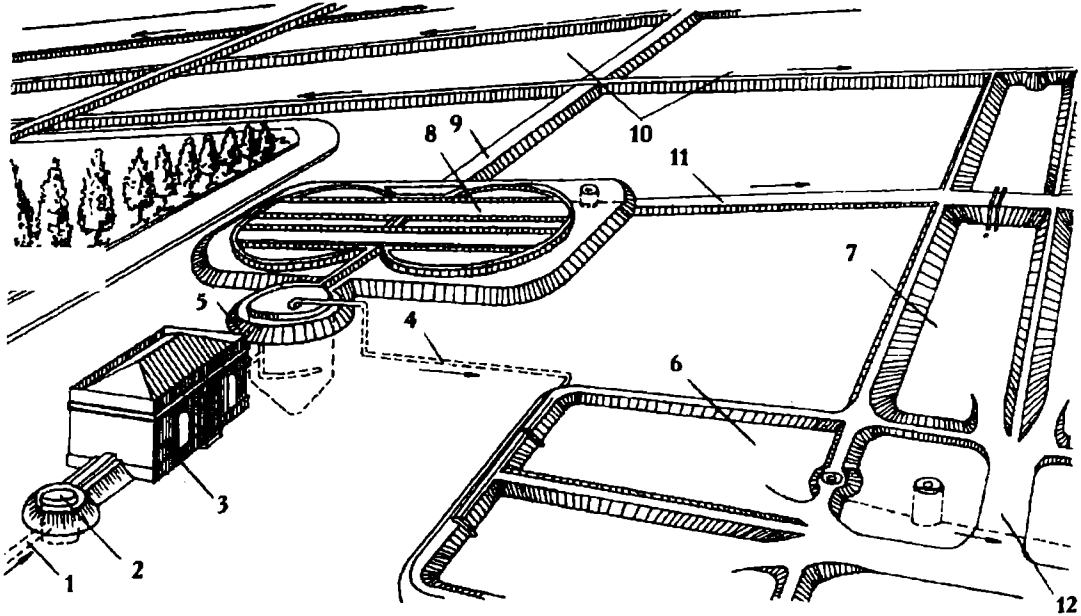


Рис. 98. Внешняя канализационная сеть:

1 — подающий трубопровод; 2 — приемная камера; 3 — помещение для решеток и дробилок; 4 — трубопровод для удаления песка; 5 — песколовка; 6 — площадки для песка; 7 — иловые площадки; 8 — двухъярусные отстойники; 9 — магистральный канал; 10 — поля фильтрации; 11 — канал для ила; 12 — дренажная сеть

— производственную, предназначенную для транспортировки жидких отходов производственной деятельности. Производственные сточные воды, которые в своем составе имеют горючие вещества, большое количество взвешенных частиц, жиров, масел, до выпуска их в канализационную сеть должны предварительно очищаться, а воды, в составе которых содержатся кислоты — нейтрализоваться;

— ливневую, предназначенную для отвода ливневых и талых вод с территории дворов жилых домов или производственных территорий.

Расчету внутренней канализации предшествует выбор типа и количество санитарных приборов, которые проектируются в здании. В санитарных узлах каждой квартиры устанавливают унитаз, умывальник, ванну или душевую кабину (часто и то и другое вместе), а на кухне раковину или мойку. Современная квартира может быть оборудована стиральной, посудомоечной машиной и другим оборудованием, которое подключают к сети внутренней канализации. В зданиях общественного назначения количество санитарных приборов устанавливают в зависимости от числа обслуживающего персонала, а также от назначения помещения. При разработке архитектурного проекта здания количество и тип санитарных приборов рекомендуется принимать по **таблице 15**.

После определения количества санитарных приборов проектируют их размещение в пределах здания. Расчетное количество сточных вод от отдельных приборов, а также диаметры и уклоны труб определяют, исходя из данных, приведенных в **таблице 16**.

Таблица 15. Количество санитарных приборов в бытовых и санитарных помещениях общественных зданий

Прибор	Количество приборов	Количество людей, которые пользуются санитарными приборами (не более)											
		В бытовых помещениях пром. предприятия		В зданиях гражданского назначения		В общежитиях		В зданиях общественного питания		В банях, саунах		В лечебных учреждениях	
		мужчин	женщин	мужчин	женщин	мужчин	женщин	мужчин	женщин	мужчин	женщин	мужчин	женщин
Унитазы	1	25	25	40	30	20	15	80	60	50	35	15	10
	2	40	40	80	60	45	35	160	120	100	70	30	20
	3	55	55	120	90	75	50	240	180	150	105	45	30
	4	70	70	160	120	120	90	320	240	200	140	60	40
	5	85	85	200	150	150	110	400	300	250	175	—	—
Умывальник	1	20	20	40	40	20	20	50	50	50	50	15	15
Душ	1	20	20	—	—	30	30	По проекту		15	15	По проекту	

Таблица 16. Нормы водоотведения от санитарных приборов

Прибор	Расчетное количество стоков	Эквивалент	Диаметр отводящей трубы	Наклон отводящей трубы	
				нормальный	минимальный
Раковина кухонная или слив	0,33	1	50	0,035	0,025
Мойка на одно отделение	0,67	2	50	0,035	0,025
То же на 2 отделения	1	3	50	0,035	0,025
Умывальник	0,17	0,5	40-50	0,035	0,02
Ванна с выпуском через сифон	0,67	2	50	0,035	0,025
Душевой поддон	0,2	0,6	50	0,035	0,025
Трап в полу диаметром 50 мм	0,5	1,5	50	0,035	0,025
То же диаметром 100 мм	1	3	100	0,02	0,012
Унитаз	2	6	100	0,02	0,012
То же со смывным краном	1,2	3,6	100	0,02	0,012
Стиральная машина	3	6	50	0,035	0,025
Посудомоечная машина	3	6	50	0,035	0,025

Суммарный расчетный отвод сточных вод определяется по количеству одновременно работающих санитарных приборов так же, как и для водопроводов, по сумме эквивалентных единиц. При этом за эквивалентную единицу принимают средний проход стоков от одной раковины, который равняется 0,33 л/сек. Эквивалент расхода для канализации больше эквивалента расхода водопровода в 1,65 раза.

Комфортабельность жилища определяется не только расположением и состоянием жилых комнат, но и рациональным размещением санитарно-технического оборудования и планировкой кухни и туалетных комнат. Планировка санитарных узлов квартиры должна отвечать санитарно-гигиеническим и экономическим требованиям, быть простой в монтаже и эксплуатации. Для этого в первую очередь, санитарный узел следует размещать так, чтобы можно было присоединить все санитарные приборы к одному канализационному и водопроводному стоякам при минимальной длине трубопроводов.

В массовом жилищном строительстве при индустриальных методах производства работ возможно применение типовых монтажных санитарно-технических блоков. Для этого в типовых секциях жилых домов для всех случаев планировки принимают одно взаимное расположение помещений кухни, туалета и ванной комнаты. Во всех случаях к туалету должны примыкать с одной стороны кухня, с другой — ванная комната **(рис. 99)**. Такая планировка наиболее рациональна с точки зрения расположения и эксплуатации коммуникаций водоснабжения и канализации. В индивидуальных домах часто уходят от типовых планировок, но в любом случае рационализм должен присутствовать.

Монтаж систем

Монтаж начинают после строительной готовности здания, т. е. когда выполнены все нужные отверстия,

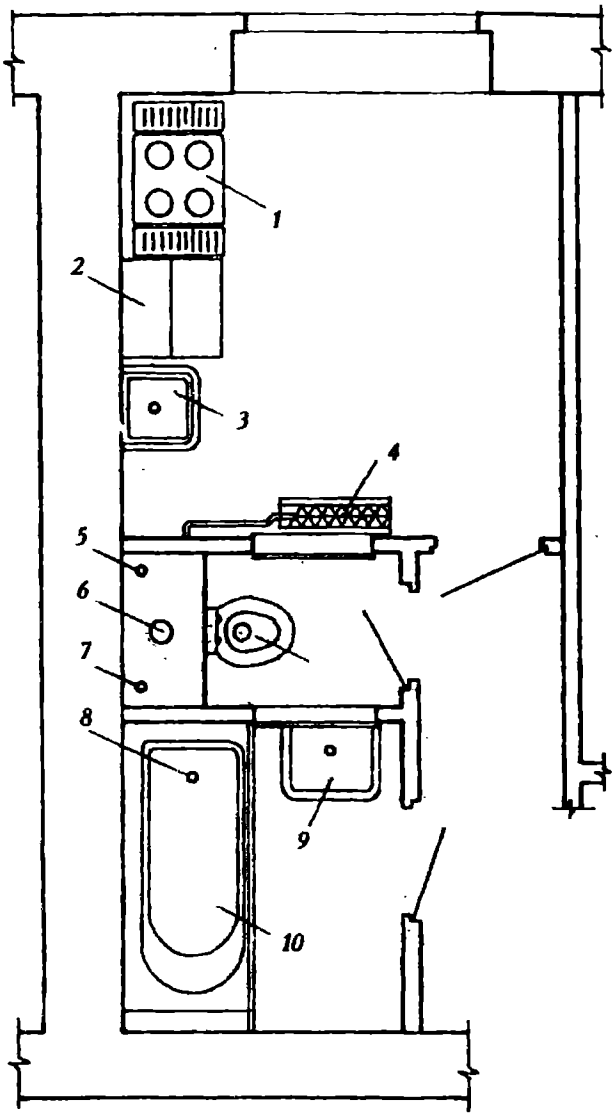


Рис. 99. Типовой кухонно-санитарный блок:
1 — плита; 2 — шкаф; 3 — мойка; 4 — решетка для сушки одежды; 5 — газопровод; 6 — канализация; 7 — водопровод; 8 — газовая колонка; 9 — умывальник; 10 — ванна

штробы, ниши в стенах и перекрытиях, есть отметки чистого пола, оштукатурены участки стен, над которыми трубопровод будет проходить открыто, прорыта траншея для выпуска и закончены все работы, связанные с применением открытого огня. Монтаж системы начинают с выпуска, потом собирают стояк снизу вверх, затем, начиная от крестовин стояка, монтируют поэтажные отводы. Раструбы элементов направляют навстречу стекающему потоку. Строго соблюдают уклоны.

Большое тепловое удлинение пластиков вынуждает позаботиться о том, чтобы трубопроводы не искривлялись при эксплуатации. Поэтому при сборке раструбных соединений с резиновым уплотнителем между торцом гладкого конца трубы и основанием одетого на нее раструба оставляют зазор в 10 мм. Он способен скомпенсировать тепловое удлинение трубы длиной до 2 м.

Резиновое кольцо позволяет скомпенсировать несовпадение осей соединяемых частей. Но очень неравномерная деформация уплотняющего пояска кольца приводит к протечкам соединения. Поэтому при монтаже скрытых труб, особенно под стяжку, надо следить, чтобы искривленность оси на составных участках отводов и стояка была не более толщины стенки трубы на каждый метр длины трубопровода. Многие фирмы даже тройники делают с углом не 90°, а 87,5°, чтобы труба, прокладываемая с уклоном, входила в раструб тройника, не перекашивая кольцо. Чтобы не повредить кольцо при монтаже, на гладком вставляемом конце трубы делают фаску и смазывают его силиконовой смазкой, глицерином или даже мылом, но только не маслами.

Опоры на открытых трубах ставят почаще, например, на горизонтальных — через 0,4 м для труб диаметром 50 мм, а на вертикальных — через 1 м, обычно под основание раструба. Между металлическими хомутами опор и трубой надо ставить резиновые или пластиковые прокладки. В местах прохождения через строительные конструкции трубы оборачивают 2-3 слоями пергамина или толя и отверстие заделывают цементом на всю глубину.

После сборки всей системы ее по участкам испытывают на герметичность. При испытании давлением до 1 атм в течение 10 минут потеря давления не допускается. Монтаж сопутствующих участков подачи холодной и горячей воды к сантехническим приборам часто производят вместе с монтажом канализации.

После благополучных испытаний всех трубопроводов заделывают штробы, отверстия, ниши, делают стяжки и проводят подготовку под отделочные работы. Сантехнические приборы обычно устанавливают после отделочных работ. Но об этом — особый разговор.

Засоры канализации

Засор — это, несомненно, главный бич канализации. Основная его причина заключается в варварском отношении к канализационной сети, которую мы почти сознательно используем как разновидность мусоропровода. И если в городском доме ситуацию частично спасает большой объем стоков, одновременно сливаемых из многих квартир, то в коттедже сброс мусора в унитаз неминуемо ведет к закупорке труб.

Но даже при нормальном пользовании канализацией возможность засора не исключена. Почему же? Приведем наглядный пример. Что обычно делает хозяйка, чтобы полностью выплеснуть из ведра воду с твердыми отходами? Она раскачивает ведро так, чтобы отходы закрутились по ведру, а потом резким движением выплескивает содержимое. Другими словами, она вначале переводит твердые отходы во взвешенное состояние, а затем придает потоку жидкости большую скорость движения. Так и в сети канализации. Для ее самоочищения надо, чтобы крупные частицы находились во взвешенном состоянии в потоке жидкости, а скорость потока не была бы ниже критической. Оказывается, для канализации такая скорость потока в горизонтальной трубе должна быть не менее 0,7 м/с, а заполнение сечения трубы водой — не меньше, чем на треть диаметра, иначе частицы осядут на дно трубы.

Вероятность засора трубы тем больше, чем больше шероховата ее внутренняя поверхность, в том числе из-за коррозии и разных отложений, чем больше на пути потока резких перепадов, поворотов, уступов. То есть, чем сложнее сеть трубопроводов, тем сильнее возможность возникновения неприятностей. Поэтому системы канализации необходимо периодически чистить. Для этого в трубопроводах предусмотрены так называемые "ревизии" (уплотняемые лючки) и "прочистки" (отверстия в стенке трубы, закрытые пробкой). Их ставят там, где поток воды резко меняет характер движения, например, перед местом присоединения нескольких труб, резким поворотом, отступом (небольшой излом на стояке), а также на выпуске.

Если опорожнение полной раковины умывальника занимает более 12 секунд, а полной ванны — более 180 секунд, значит трубопроводы уже начали засоряться.

Образование отложений может замедлить "жироловка" (жироулавливающее приспособление), установленная на выходе из мойки. Чем больше разовый ("залповый") расход воды, тем лучше происходит самоочищение труб и наоборот. Красивый импортный унитаз со сливным бачком малой емкости, безусловно, позволяет экономить воду (ради чего и был сделан), но совершенно не способствует самоочищению труб в наших системах канализации.

Ну, а если увеличить уклон труб? Поток потечет, конечно же, побыстрее, но толщина слоя жидкости станет меньше, и при малом объеме стоков крупные предметы осядут на дно. То же происходит и при необоснованном увеличении диаметра труб при неизменном объеме стоков. Как же быть, если условие самоочищения труб не выполняется (это проверяется расчетом) в выпуске из дома? Здесь можно предложить три выхода. Первый, самый простой, но при этом самый неэкономичный — почаще сливать как можно больше воды из приборов. Второй — сделать уклон произвольным, исходя из диапазона 2-10% (чем короче выпуск — тем больше уклон). При этом установить на выпуске "прочистку"

и периодически прочищать его механическими средствами, что довольно хлопотно.

Учтите, что очищая трубы "химией", к примеру, средством "Крот" и т. п., вы можете уничтожить микроорганизмы, разлагающие отходы в очистных сооружениях коттеджа, и тем самым приостановить очистку отходов на 2-3 месяца. Более надежный, но и более дорогостоящий путь — это установка в основании стояка сборной емкости и ее периодическое опорожнение фекальным насосом, например, эрлифтом и т. п. Отметим, что принудительная откачка стоков, как альтернатива их отведению самотеком, применяется все шире. Например, при обустройстве больших коттеджей, когда по желанию владельца сантехнические приборы размещены в здании хаотично, или при евроремонте старых городских квартир.

Запахи из канализации

Основных причин проникновения газов из канализации в помещение три: неплотности в местах соединений трубопроводной сети, трещины в резиновой манжете на сливе унитаза и срыв гидравлического затвора какого-либо прибора.

Первые две неприятности довольно просто устранить мелким ремонтом: подтянуть гайки, залить герметиком, сменить уплотнение. Устранение срыва затвора — дело более серьезное, так как требует полного обследования системы, а иногда и ее переделки. Дело в том, что стоки, вливаясь из отвода в стояк, перекрывают часть его сечения и далее, стекая вниз, увлекают за собой воздух ("эжектируют" воздух). Если сверху в стояк поступит достаточный объем воздуха, то ниже уровня входа в него жидкости дефицита воздуха не будет и давление будет равно атмосферному. В противном случае возникнет разрежение. Если оно велико, то вода из гидравлического затвора будет втянута в отвод, и тогда путь газам в помещение открыт. В этом случае говорят, что "произошел срыв затвора". Чем боль-

ше объем стоков в стояке и диаметр отвода, чем ближе к 90° угол присоединения отвода к стояку и чем меньше высота затвора, тем больше вероятность подобной аварии. В России выпускают гидрозатворы высотой 50, 60 и 70 мм. При покупке импортной сантехники в комплекте с сифонами обязательно обращайте внимание на высоту затвора.

Проблема срыва затворов влияет и на конструкции стояка, и на конструкцию вытяжки. Например, как устроить вытяжку от стояка туалета, расположенного в одноэтажной пристройке коттеджа напротив окон 2-го этажа? Оказывается, иногда стояк можно делать невентилируемым, т. е. не выводить его выше кровли здания. Стояк на уровне верхних приборов оканчивают прочисткой, а подводы к нему делают из труб увеличенного диаметра. Возможность применения подобной конструкции обязательно проверяют расчетом. Эти лишние хлопоты вполне окупаются удешевлением системы и возможностью новых планировочных решений.

Если в доме будет несколько стояков, например, если туалеты расположены в противоположных частях дома или установлено большое количество приборов разных типов, то стояки на чердаке можно объединить одной трубой и сделать одну вытяжку.

В любом случае хотя бы один стояк в доме должен быть вентилируемым.

Вытяжку располагают не ближе чем в 4 м от окон и балконов и выводят на 0,3-0,4 м выше кровли. Более высокая труба зимой быстрее забивается льдом вследствие конденсации влаги из канализационных газов. А это означает неминуемый срыв затворов. Дефлектор на вытяжке лучше не ставить — он способствует ее перемерзанию.

Из всего вышесказанного следует, что проблема выбора канализации прямо-таки не совсем простая. И решить ее толково по силам только специалисту. Конечно, можно самостоятельно поменять пару-другую труб или установить в доме новый прибор. Но серьезная модернизация всей системы, а тем более ее раз-

работка и монтаж в новом доме, несмотря на кажущуюся простоту, все-таки удел квалифицированных специалистов.

Сети локальной канализации

Сети локальной канализации (дворовой, внутриквартальной, личной) состоят из труб и колодцев. Примерная схема канализационной сети для жилых домов приведена на **рис. 100**.

Трассировку таких канализационных сетей выполняют с учетом места выпуска сточных вод. Лучше всего канализационную сеть прокладывать параллельно фундаментам домов на расстоянии не менее 3 м от них, особенно при глубокой закладке сетей. Канализационные коллекторы прокладывают с уклоном в соответствии с рельефом местности. Канализационная сеть и коллекторы всегда должны быть доступны для осмотра, промывки и прочистки.

Рациональнее всего стоки отводить прямо на очистные сооружения. Однако рельеф местности часто не позволяет это сделать, и сточные воды приходится поднимать на более высокий уровень. Для этого устраивают насосные станции или станции перекачки. Участки канализационной сети, по которой перекачиваются сточные воды от насосной станции до самотечного коллектора или очистных сооружений, называют напорным водоводом.

Напорные коллекторы монтируют по тем же технологиям, что и водоводы, поэтому останавливаться на данном вопросе не имеет смысла.

Самотечные коллекторы монтируют из безнапорных раструбных чугунных, керамических или полимерных труб, которые должны отвечать следующим основным требованиям:

— трубы должны быть прочными и выдерживать статическую нагрузку от грунта, засыпаемого в траншею, и динамическую нагрузку от уличного транспорта;

— трубы должны быть водонепроницаемыми для

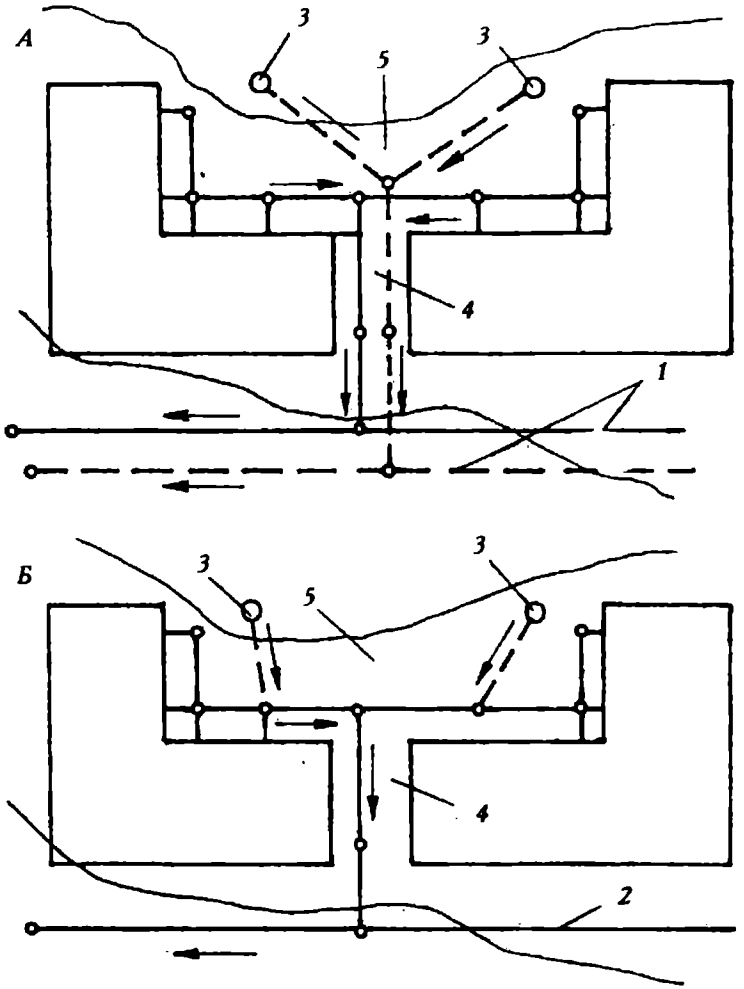


Рис. 100. Дворовая канализационная сеть:
А — полная раздельная система; Б — общесплавная система;
1 — сеть раздельной системы; 2 — сеть общесплавной системы; 3 — ливнеприемник; 4 — контрольный колодец;
5 — смотровой колодец

предотвращения проникания сточных вод в почву. Утечки канализационной сети могут вызвать инфильтрацию грунтовых вод, осадку фундаментов прилегающих зданий и просадку самой канализационной системы;

— трубы должны обладать высокой коррозийной стойкостью в отношении канализационных стоков и агрессивных грунтовых вод;

— трубы должны быть стойкими против механического истирания лотков твердыми минеральными частицами, которые могут содержаться в сточных водах;

— внутренняя поверхность труб должна быть гладкой, так как это способствует увеличению их пропускной способности и предотвращает скопление осадков на стенках трубы;

— стыки труб должны быть достаточно простыми в исполнении, водонепроницаемыми и не должны разрушаться под влиянием протекающих стоков и грунтовых вод.

Трубы для канализационных сетей могут быть чугунными, керамическими, бетонными и полимерными.

Чугунные безнапорные канализационные трубы используются по своему прямому назначению с 1465 года и по праву считаются ветеранами канализационных сетей. Их прочность, долговечность и практичность долго не могли найти достойной альтернативы. Многие производители продолжают выпуск чугунных труб, так как спрос на них не снижается. В настоящее время на строительном рынке появились чугунные трубопроводы нового поколения.

Так, французский концерн "Saint-Gobain" запатентовал технологию производства чугунных труб методом центробежного литья с последующим отжигом. Эта технология позволяет добиться необыкновенной прочности чугунных изделий в сочетании с уникальными антикоррозийными свойствами. Отжиг представляет собой основной момент производственного процесса, так как он изменяет структуру металла и ведет к снижению углерода с одновременным повышением процентного содержания железа в чугуне. Это повышает проч-

ность чугунных труб и их эксплуатационные качества. Практически все чугунные трубы выпускают в комплекте с фасонными деталями.

Полимерные трубы стали достойной заменой своим чугунным аналогам. Сначала во второй половине XX столетия на рынке появились пластмассовые безнапорные трубы, которые практически лишены недостатков, присущих чугунным трубам.

На первом этапе это были ПВХ трубы и соединительные детали, являющиеся продуктом переработки непластифицированного поливинилхлорида. Эти трубы имели достаточно высокие прочностные характеристики, химическую стойкость и низкий коэффициент шероховатости внутренней поверхности. ПВХ трубы значительно легче чугунных, упрощен их монтаж. Но, как оказалось, выпуск ПВХ труб не явился завершающим этапом прогресса. На смену пришли трубы из полипропилена, механические свойства которого выше, чем у поливинилхлорида. Это позволило снизить толщину стенок труб без ущерба для их прочностных характеристик. При этом долговечность труб из полипропилена составляет до 50 лет. Но самым главным преимуществом полипропилена является его термостойкость, что позволило значительно повысить пожаробезопасность зданий при монтаже внутренних канализационных систем. Современная бытовая техника осуществляет сброс в канализационную систему стоков с температурой до 95°С, которую полипропиленовые трубы свободно выдерживают. При этом ПВХ трубы рассчитаны на максимальную температуру 60°С. Полипропиленовые трубы относятся к негорючим материалам, имеют низкий коэффициент линейного расширения. Немаловажным фактором является стоимость готовых изделий. Снижение веса труб за счет уменьшения толщины стенок сказалось и на цене труб. Трубы из полипропилена имеют более низкую стоимость по сравнению с трубами ПВХ. Однако это еще не значит, что трубы ПВХ сдали свои позиции. Дело в том, что высокая эластичность полипропилена, более низ-

кая (по сравнению с ПВХ) стойкость к УФ-излучению накладывают некоторые ограничения на монтаж наружных канализационных систем. Для этой цели чаще используют полиэтиленовые трубы НПВХ (непластифицированный поливинилхлорид).

В нашей стране первые полимерные трубы стали выпускаться на НПО "Пластик" (г. Москва). Продукция этого предприятия по своим посадочным размерам полностью соответствует принятым в Европе стандартам. Поэтому трубы и фитинги, изготовленные на НПО "Пластик" полностью заменяемы их зарубежными аналогами. И если в процессе монтажа системы окажется, что недостает каких-либо деталей, их можно смело заменить импортными аналогами. В то же время некоторые заводы пошли по другому пути и начали изготавливать полимерные трубы со своими посадочными размерами, которые уже нельзя заменить аналогами из других заводов.

На российский рынок канализационные трубы поступают от разных производителей. Практика показывает, что более высоким качеством обладают трубы зарубежных производителей (Ostendorf — Германия, Martoni, Redi — Италия), так как система их соединения (наиболее уязвимая часть трубопроводов) более совершенна. Замечено, что поломки пластиковых систем могут возникать в основном возле твердых бетонных колодцев. Учитывая это, разработчики создали полимерные колодцы, обеспечивающие свободный доступ к системе во время ремонтных работ.

Основание под трубы

Конструкция основания под канализационные трубы должна обеспечивать эксплуатацию уложенной линии без просадок, которые снижают прочность стыков и даже могут вызвать их разрушение. Анализ аварий канализационных линий показывает, что главной причиной в большинстве случаев является неправильный выбор конструкции основания под трубы. Выбор типа основа-

ния должен производиться с учетом характера грунтов, материала и диаметра труб, а также метода производства работ по укладке трубопроводов.

В сухих плотных грунтах, за исключением скальных, канализационные трубопроводы укладывают на естественное основание. При этом необходимо создать оптимальную схему опирания труб. Подошва траншеи должна быть спрофилирована с выкружкой таким образом, чтобы труба опиралась на грунт минимум четвертью своего нижнего обвода. Укладка труб на плоско спланированное дно траншеи недопустима.

Профилирование дна траншеи в соответствии с наружным обводом низа трубы осуществляется следующим образом. На дне траншеи точно намечается ось трубопровода и на ней через каждые 2 — 3 м забиваются колышки, верх которых при помощи визирок устанавливают на проектных отметках. Над колышками устанавливают дощатый шаблон, низ которого имеет очертание наружного обвода укладываемой трубы. По этому шаблону выполняют профилирование дна траншеи, для чего используют специально изогнутую лопату.

Для труб, подвергающихся нагрузкам, превышающим предусмотренные стандартом, должны быть разработаны специальные меры, повышающие их прочность. Это имеет большое значение при монтаже керамических труб, укладываемых на больших глубинах или в местах больших динамических нагрузок на грунт (автомобильные переезды и т.п.). Для этого могут применять специальные металлические футляры, устройство бетонных лотков и т.п. Хороший эффект дает частичная заделка труб в бетонное основание. Например, заделка бетоном на половину диаметра труб вдвое повышает их прочность на раздавливание.

Бетонное основание может быть монолитным или монтироваться из готовых железобетонных конструкций. Набивка монолитного бетона производится при помощи форм, а уплотнение осуществляется вибратором. Особое внимание следует уделить подаче бетона

в траншею. Для того чтобы не происходило расслоения бетонной смеси, спуск ее в траншею должен отвечать следующим требованиям:

— высота свободного сбрасывания бетонной смеси в траншею не должна превышать 3 м;

— спуск бетонной смеси с высоты более 3 м должен осуществляться по наклонным лоткам, желобам или в бадье с помощью грузоподъемных механизмов.

Применение готовых звеньев бетонного основания, изготовленных на строительном дворе или на заводе сборного железобетона, значительно ускоряет производство работ. Внутренний радиус бетонных изделий из готовых звеньев принимается на 2-3 см больше наружного радиуса укладываемой трубы. Соединение отдельных звеньев выполняется закладкой арматуры в промежутки и заливкой цементным раствором. После укладки труб и заделки стыков зазор между телом трубы и стенками сборных элементов заливается цементным раствором.

В скальных грунтах трубы в траншеях укладывают на подушку толщиной не менее 10 см, которую устраивают из местного песчаного или гравелистого грунта. Толщина песчаной подушки должна быть такой, чтобы раструбы или муфты укладываемых труб не опирались на скальный грунт.

При прокладке труб в мокрых грунтах необходимость устройства искусственного основания определяется не только грунтовыми условиями, но и методом водоотлива. При открытом водоотливе независимо от грунтовых условий приходится устраивать под трубами щебеночное основание, которое в грунтах, не нуждающихся в укреплении, имеет только технологическое назначение.

В слабых грунтах для предотвращения просадки канализационной линии необходимо принимать такую конструкцию основания, которая обеспечила бы равномерную передачу нагрузки от трубопровода. Это достигается устройством под трубопроводом щебеночной или песчаной засыпки на всю площадь подошвы тран-

шеи. При укладке керамических и асбестоцементных труб поверхность щебеночной подсыпки должна быть выровнена песком для того чтобы уложенные трубы не опирались на отдельные точки.

При прокладке трубопровода в болотистых грунтах, во избежание просадки труб, основание приходится устраивать в виде свайных ростверков. Расстояние между сваями и глубина их забивки определяется расчетом в зависимости от местных условий.

Укладка труб

До начала укладки труб должны быть выполнены все работы по подготовке ложа и основания смотровых колодцев. Укладку труб ведут снизу вверх, против течения, раструбами вперед. Фальцевые трубы укладывают навстречу течению тем концом, в котором выбрана четверть с внутренней стороны.

При укладке первой трубы необходимо производить тщательное центрирование обеих концов. Центрирование труб производится с помощью подвижного отвеса, подвешенного к причалке, натянутой между центровыми гвоздями двух смежных обносок и дощатого шаблона. Для придания проектного уклона каждую трубу укладывают по визиркам, причем каждую визирку устанавливают в лоток трубы. При укладке канализационных труб, соединяемых на раструбах или муфтах, ширина кольцевой щели между внутренней поверхностью раструба или муфты и наружной поверхностью соединяемой трубы должна быть одинаковой по всей окружности стыка.

Стыки канализационных труб по конструкции делятся на раструбные, муфтовые и фальцевые. Наибольшее распространение, особенно для труб малых и средних диаметров, получили раструбные стыки. С точки зрения удобства производства работ раструбные стыки являются наиболее рациональными. Фальцевые стыки применяются в основном для железобетонных труб больших диаметров.

Конопатка в канализационных трубах имеет назначение больше технологическое — для производства работ по соединению труб. При помощи конопатки трубы центрируются и предотвращается попадание материала стыка внутрь трубы.

Цементный стык в раструбах канализационных коллекторов применятся только тогда, когда прокладка труб ведется по бетонному основанию. Во всех остальных случаях возможны осадки труб, в результате чего в жестких цементных стыках появляются трещины, которые приводят к течам.

Асбоцементная масса для заделки канализационных раструбных стыков применяется такая же, как и в водопроводных сетях. Асбоцементные стыки более эластичны по сравнению с цементными, а поэтому лучше сопротивляются вибрационным нагрузкам. Кроме того, асбоцементные стыки стойки к агрессивным воздействиям сточных и грунтовых вод. К недостаткам асбестоцементной набивки стыков относятся сложности технологического выполнения набивки, особенно в нижней части труб малых диаметров.

На протяжении многих лет в практике канализационного строительства широко используются асфальтобитумные стыки, которые показали удовлетворительную работу в самых различных условиях. Технология этих стыков перешла к нам из США и из некоторых развитых европейских стран. Хорошее сцепление материала, заполняющего стык, с поверхностью трубы обеспечивает нормальную герметичность. Проведенные испытания показали, что масса, которая используется для заполнения раструбов, должна иметь силу сцепления минимум 1,5 кг/см^2. В материалах высокого качества сила сцепления доходит до 4,5 кг/см^2, при этом температура размягчения асфальтобитумной мастики должна быть на 20-25° выше максимально возможной температуры сточной жидкости.

Очень важно, чтобы асфальтобетонная мастика не была чувствительна к изменениям температуры, так как при ее варке в полевых условиях очень трудно выдер-

жать необходимые температурные режимы. Так как в процессе заливки стыка происходит остывание массы, то температуру расплавления приходится повышать, но это не должно отражаться на качественных характеристиках смеси.

При охлаждении и затвердевании расплавленной асфальтобитумной мастики происходит уменьшение ее в объеме — усадка. Усадка должна быть небольшая, иначе возникнет опасность, что внутри раструбного пространства образуются пустоты. В хороших мастиках усадка не должна превышать 10-15%.

Заделка стыков канализационных трубопроводов должна выполняться с соблюдением технологии, от этого зависит их водонепроницаемость. Качество труб контролируется на заводе, где они изготавливаются, и может быть проверено вторично на строительной площадке до их укладки. Качество же стыков даже при наилучшем материале в значительной степени зависит от методов выполнения работы.

Конопатка раструбов и муфт в канализационных технологиях обычно выполняется смоляной прядью, которая должна быть сухой, мягкой, не перепрелой, без веревок и нерасплетенных концов. Смоляная прядь для конопатки должна храниться в сухом месте. Конопатка стыка должна производиться вокруг лотка по направлению к шелыге равномерной толщиной на 1/2 — 1/3 глубины раструба. Уплотнение смоляной пряди производится при помощи конопаток. Эту работу, особенно уплотнение первого оборота, следует производить осторожно вручную, чтобы не повредить раструб.

Цементный стык раструбных и муфтовых труб выполняют на цементном растворе состава 1:1 — 1:2 или из чистого цемента марки не ниже 300. После установки трубы в рабочем положении и конопатки смоляной прядью тщательно заполняют стык цементным раствором. Раствор вводят сначала рукой, а затем проталкивают в кольцевую полость конопаткой, распределяя его равномерно по окружности раструба. Каждый введен-

ный слой цементного раствора слегка уплотняют чеканкой, причем для керамических труб во избежание повреждения раструба чеканка производится без применения молотка. Особое внимание следует обращать на заполнение нижней части стыка, так как это наиболее ответственное и одновременно неудобное для работы место.

Если цементный стык выполняется в жаркую погоду, то конец трубы, входящий в раструб, и внутренняя поверхность раструба должны быть смочены, иначе влага из цемента будет поглощена трубой и ее будет недостаточно для гидратации цемента. Цементные стыки должны поддерживаться во влажном состоянии до затвердения цемента, для этого их следует накрывать рогожей или мешковиной и периодически поливать водой. Это особенно важно при прокладке труб в мелких сухих траншеях. Свежие цементные стыки необходимо предохранять от механического сотрясения до их полного затвердения. При прокладке канализационных труб в мокрых грунтах необходим контроль за уровнем грунтовых вод в траншее, так как подтопление свежих несхватившихся цементных стыков нарушает их герметичность.

Специалисты, которые занимаются чеканкой водопроводных и канализационных труб, рекомендуют способ предварительной гидратации, снижающий усадку раствора и обеспечивающий хорошее сцепление с трубой. Для этого увлажненную смесь портландцемента и чистого песка в пропорции 1 : 2,5 перемешивают и затем выдерживают в течение 45 минут, после чего добавляют воду, чтобы получить консистенцию, необходимую для заполнения стыка.

При устройстве соединений асбестоцементных труб на цилиндрических соединительных муфтах положение соединительной муфты должно быть предварительно размечено на трубах при помощи шаблона. После разметки соединения на конец ранее уложенной трубы надевают цилиндрическую асбестоцементную муфту, затем укладываемую трубу продвигают вплотную к ранее

уложенной. Соединительную муфту надевают на концы обеих труб и размещают в точном соответствии со сделанной разметкой.

Для обеспечения равномерного кольцевого зазора по всему периметру соединения, а также для фиксации положения муфты при заделке стыка в муфту вставляют специальные деревянные или стальные шаблоны, состоящие из двух половинок. Половинки шаблона соединяются между собой специальным шарниром и закрепляются при надевании на трубу специальным болтом. В образованный шаблоном зазор заправляют конопатку, а затем материал стыка. По окончании заделки стыка с одной стороны муфты шаблон снимают и производят заделку стыка со второй стороны.

Уплотнение раструбных соединений в чугунных и полимерных трубах выполняют резиновыми кольцами, которые могут быть одно- и двухлепестковыми. Уплотнение раструбов двухлепестковыми резиновыми кольцами с пластмассовым установочным кольцом обеспечивает максимальную плотность соединения. Благодаря такой конструкции уплотнения монтаж и демонтаж систем значительно облегчен при полной надежности соединения. Наличие необходимых фасонных комплектующих позволяет легко выполнять повороты трубопроводов под нужным углом и менять диаметры.

Колодцы канализационной сети

Основными сооружениями на наружной канализационной сети являются смотровые колодцы. Через смотровые колодцы осуществляют наблюдение за работой сети в процессе эксплуатации, осмотр сети, а в случае необходимости ее прочистку и промывку.

Смотровые колодцы на наружной канализационной сети устанавливают в местах изменения направления линии (поворотные), в местах присоединения одной канализационной линии к другой (соединительные), в местах изменения диаметра и уклона. На прямых участках сети смотровые колодцы (линейные) размещают один

от другого на определенном расстоянии в зависимости от диаметра трубопровода.

По существующим нормам расстояние между смежными линейными колодцами должно быть 40 м для труб диаметром 125 мм и 50 м при диаметре от 150 до 600 мм.

По форме (в плане) колодцы могут быть круглыми, прямоугольными или трапециевидными. Круглые колодцы, которые устанавливают на трубопроводах диаметром до 500 мм включительно, должны иметь внутренний диаметр рабочей камеры 1000 мм. Прямоугольные колодцы над трубопроводами до 500 мм должны иметь следующие размеры в плане:

— длину — 1000 мм;

— ширину — 900 мм.

Колодцы устраивают в сборном варианте из готовых железобетонных элементов, из кирпича или их комбинаций. При диаметре труб свыше 250 мм пробивка отверстий для труб в готовом железобетонном кольце может вызвать его повреждение. Поэтому обычно у колодцев, к которым примыкают трубы диаметром более 250 мм, нижняя часть рабочей камеры в месте примыкания труб к колодцу выполняется либо из монолитного бетона, либо из кирпича.

Кирпичные смотровые колодцы прямоугольного сечения в плане сооружаются из стандартного, хорошо обожженного красного кирпича марки 100 в сухих грунтах и марки 150 — в мокрых. Для круглых колодцев при большом их количестве следует применять специальный лекальный ложковый кирпич, который обеспечивает нормальную ширину швов кладки, экономя при этом значительную часть раствора. При небольшом количестве колодцев кладку можно выполнять из обычного красного кирпича.

Для спуска в смотровой колодец в стенки его заделывают ходовые металлические скобы на расстоянии по вертикали не более 350 мм. Скобы располагают в шахматном порядке, чтобы облегчить спуск в колодец. Перекрывают колодцы чугунными люками с крыш-

кой, которая плотно прилегает к поверхности корпуса.

Котлован для смотровых колодцев отрывается одновременно с траншеей для трубопроводов, причем глубже проектной отметки лотка на толщину основания колодца. Основание смотровых колодцев сооружают до укладки труб. Кольца колодцев устанавливают на цементном растворе состава 1:2. Правильность отвесного положения устанавливаемых колец проверяется уровнем и отвесом. Исправления производятся добавлением цементного раствора в шов. Стык бетонных колец с обеих сторон затирают и железнят. Кирпичные колодцы следует выкладывать с полным заполнением швов цементным раствором и с расшивкой по внутренней поверхности кирпичной кладки.

Горловины колодцев устраивают над устьем наибольшего подводящего трубопровода. В колодцах на трубопроводах с углом поворота менее 165° горловина располагается над внешней полкой лотка по биссектрисе угла поворота.

Следует обращать внимание на правильное положение колодца в плане и на высотное положение его лотка. Центр колодца должен приходиться на ось лотка. Это требование особенно важно при сооружении поворотных смотровых колодцев. Для нахождения центра необходимо в пределах котлована смотрового колодца разбить ось лотка, которая должна представлять собой часть окружности, касательной к осям примыкающих к колодцу линий. В найденном центре колодца забивают деревянный кол, верх которого должен находится на уровне бетонной подушки. В кол ввинчивают шуруп, верх которого должен совпадать с отметкой лотка колодца. Высоту шурупа устанавливают путем промера обноски или проверяют нивелировкой.

Трубы, примыкающие к колодцу, должны быть уложены заподлицо с внутренней поверхностью стен колодца. Если на участке между двумя колодцами не укладывается целое число труб, то от последней трубы отрезают конец с раструбом. Сопряжения укладываемых труб со стенками колодца должны быть тщательно

заделаны цементным раствором изнутри и снаружи.

При сооружении смотровых колодцев большое внимание должно уделяться устройству лотков. Качество материалов для устройства лотков должно быть таким, чтобы не создавалось торможений струй. Поэтому поверхность лотков должна быть такой, как внутренняя поверхность труб. Обычно лотки набивают из бетона марки не ниже 90 после установки первого кольца на основание. Ширина лотка и диаметр полуокружности его в месте примыкания к трубопроводу должны быть равны диаметру трубы. Полки лотка должны быть расположены на уровне шелыги трубопровода наибольшего диаметра.Полки должны иметь поперечный уклон 0,02-0,03. Поверхность бетонных лотков тщательно заглаживают и железнят. Бугры, впадины, ломаные повороты в пределах лотка недопустимы. Неправльно сделанные лотки являются первоисточником засорения сети, так как задержавшиеся и скопившиеся в них отбросы в виде твердой массы проталкиваются в трубу и служат причиной ее закупорки.

В поворотных колодцах угол поворота должен быть не менее 90°. Присоединяемые линии в узловых колодцах с линией, к которой они присоединяются, должны составлять угол не менее 90°. В поворотных и угловых колодцах поворот лотка должен начинаться на расстоянии, равном половине диаметра трубы, от внутренней поверхности стен колодца. Участки лотка, примыкающие к стенам колодца, длиной в половину диаметра, должны быть прямыми, что необходимо для пропуска и вытаскивания приборов при очистке сети. Бетонирование лотка производится по деревянным или металлическим шаблонам.

Крышки люков смотровых клодцев **(рис. 101)**, расположенных в пределах дорожного покрытия, должны устанавливаться на уровне покрытий. В пределах булыжной мостовой допускается подъем крышки люка до 20 мм над мостовой. На незамощенной территории люки должны подниматься на 0,08-0,10 м выше поверхности земли с устройством отмостки.

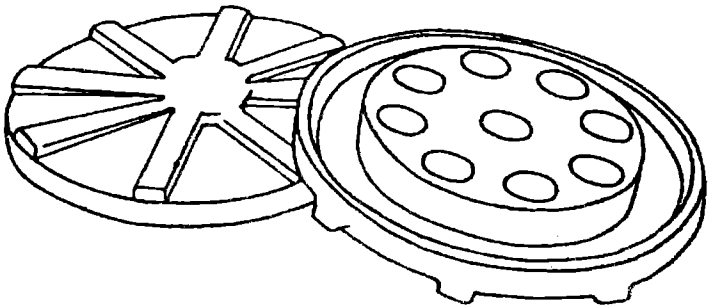


Рис. 101. Лижи каналивационных колодцев

При укладке канализационных трубопроводов в мокрых грунтах для предотвращения инфильтрации грунтовых вод необходимо предусматривать гидроизоляцию стенок смотровых колодцев.

Специальное оборудование в сетях внутренней канализации

На практике встречаются сооружения, где приемники сточных вод расположены ниже уровня трубопровода уличной канализационной сети, например, в подвалах домов, подземных галереях и т.п. В таких случаях устраивают перекачивание сточных вод.

Местная установка для перекачки сточных вод из домов состоит из сборного резервуара, насоса с арматурой, высасывающего и напорного трубопроводов **(рис. 102, 103)**. Сборный резервуар рациональнее устнавливать вне дома, а насосное оборудование — в подвале. Резервуар сооружают из бетона, железобетона, кирпича. Как и все подземные резервуары для сточных вод, он должен быть водонепроницаемым. Если сборный резервуар необходимо разместить внутри дома, этот вопрос следует согласовать с местными органами санитарного надзора.

Оригинально этот вопрос был разрешен во Франции еще в 50-е годы прошлого столетия. Французы в то

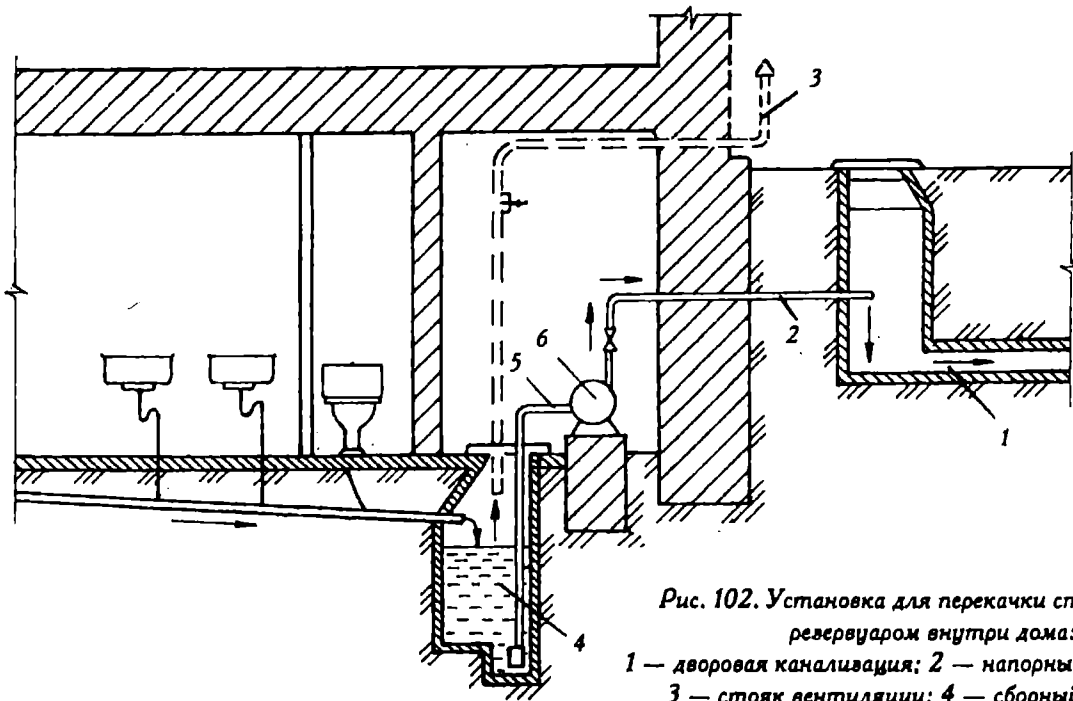


Рис. 102. Установка для перекачки сточных вод с резервуаром внутри дома:
1 — дворовая канализация; 2 — напорный трубопровод; 3 — стояк вентиляции; 4 — сборный резервуар; 5 — всасывающий трубопровод; 6 — насос

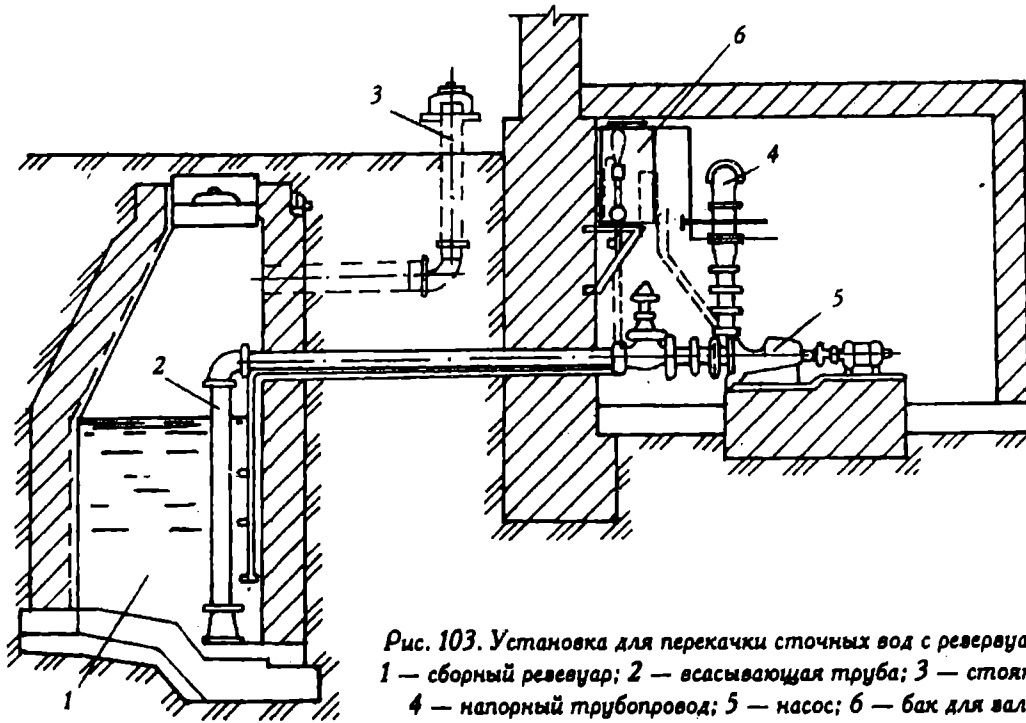


Рис. 103. Установка для перекачки сточных вод с ревервуаром вне дома: 1 — сборный ревевуар; 2 — всасывающая труба; 3 — стояк вентиляции; 4 — напорный трубопровод; 5 — насос; 6 — бак для заливки насоса

время переживали бум массовой реконструкции жилья, и перед ассенизаторами была поставлена задача установки сантехнического оборудования в местах, не предусмотренных проектом. Французская фирма SFA разработала простую, как все гениальное, систему принудительного канализирования. В России на инженерном рынке подобное оборудование появилось только через 40 лет.

Принцип действия такого оборудования прост. К любому сантехническому прибору (будь то простой сливной сифон или унитаз) подключается насос-измельчитель, стоки после которого отводятся под давлением по трубам малого диаметра до 7 метров вверх или до 100 метров по горизонтали в существующие сети канализации. Насос включается автоматически, как только в него попадают стоки. В настоящее время на рынке существует десяток модификаций насосов-измельчителей с различными техническими характеристиками. Благодаря этому сейчас сантехническое оборудование свободно можно монтировать в подвальном помещении, не особенно заботясь о высотных отметках канализационных стоков. Унитаз, оборудованный таким насосом, не имеет сливного бачка, отчего экономится не только пространство, но и вода. Обратный клапан не допустит противоположного направления стоков, если в выходящей сети появится давление.

Местные установки для предварительной обработки сточных вод применяют в тех случаях, когда требуется их предварительная обработка перед спуском во внешнюю канализационную сеть. К числу таких установок можно отнести жироуловители, пескоуловители, грязеотстойники и бензоуловители. Необходимость установки такого оборудования возникает в тех случаях, когда сточные воды исходят из домов, владельцы которых занимаются предпринимательской деятельностью. За сброс неочищенных стоков владельцы домов могут привлекаться к административной ответственности органами санитарного надзора.

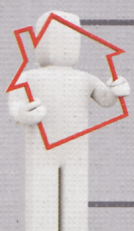
СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ I. АВТОНОМНОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ ЖИЛОГО ДОМА 7
Питьевая вода — нарастающая проблема человечества 7
Водоснабжение объектов жилищного и хозяйственного назначения 10
Основные сведения из гидрогеологии 11
Вода и ее свойства 15
Поиски воды на участке 17
Автономное водообеспечение 22
Схемы водоснабжения 24
РАЗДЕЛ II. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОДОСНАБЖЕНИЯ 32
Подготовительный этап 32
Нормы водопотребления 33
Давление в водопроводной сети 36
Проектирование водопроводных сетей 41
Проектирование водозаборных сооружений 44
РАЗДЕЛ III. ОЧИСТКА И ОБРАБОТКА ВОДЫ 47
Требования к хозяйственно-питьевой воде 47
Очистка воды 53
Очистка для бытовых нужд 56
Фильтры 67
РАЗДЕЛ IV. КОЛОДЦЫ 72
Деревянные колодцы 74
Шахтные колодцы из мелкоштучных материалов 84
Материалы 86
Кирпичные кладки шахты колодцев 88
Каменные колодцы 91
Отливка бетонных и железобетонных колодцев 94
Колодцы из сборных железобетонных колец 98
Наземные элементы колодцев 102
РАЗДЕЛ V. ВОДОЗАБОРНЫЕ СКВАЖИНЫ 112
Классификация водозаборов 113
Песчаная скважина 114
Артезианская скважина 121
Индивидуальная скважина 122
Коллективная (промышленная) скважина 122
Бурение артезианских скважин 124
Бурение промышленных скважин 129
Ремонт и восстановление скважин 131
Свабирование и другие методы чистки скважины 133
Реагентный способ (растворение) 133
Импульсный способ 135
Электрогидравлический удар 135
Пневмоимпульс 135
Методы очистки воды от песка 136
РАЗДЕЛ VI. СООРУЖЕНИЕ ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ 140
Подготовка трассы трубопровода 140
Отвод дождевых вод 142
Разработка траншей 142
Прямоугольные траншеи 142
Траншеи с откосами 147
Смешанный тип траншей 148
Ширина траншеи 148

Глубина траншеи *149*
Обеспечение уклона траншей *150*
Засыпка траншей *154*
Наружные водопроводные сети 155
Водопроводные сети из металлических труб 157
Противокоррозийная изоляция стальных труб *165*
Прокладка напорных асбестоцементных труб 171
Соединения асбестоцементных труб *173*
Водовод из полимерных труб 175
Гидравлические испытания, промывание и дезинфекция водопроводных сетей 181
Арматура водопроводных сетей 184
Сооружения на водопроводной сети 189
Современные методы прокладки инженерных сетей 194
Внутренние водопроводные сети 199
Схемы внутренних сетей *199*
Монтаж внутренних сетей *200*
Арматура внутренних водопроводов *206*
Определение расчетных потерь *215*
РАЗДЕЛ VII. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ 219
Насосы 220
Особенности конструкций центробежных насосов 224
Примеры расчетов 232
Автоматизация подачи воды 237
Защита насосных установок от "сухого хода" 245
РАЗДЕЛ VIII. ВОДОПРИЕМНИКИ ДЛЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД 248
Характеристика подземных вод 248
Требования к источникам водоснабжения 251
Водоприемники для поверхностных источников 255
Каптажные водозаборы 260
Горизонтальные водозаборы 264
Шахтные водозаборы 267
Трубчатые колодцы 272
Санитарные зоны 277
РАЗДЕЛ IX. СЕТИ КАНАЛИЗАЦИИ 280
Назначение канализации и виды сточных вод 280
Система сплавной канализации 281
Системы внутренней канализации 283
Монтаж систем 289
Засоры канализации 292
Запахи из канализации 294
Сети локальной канализации 296
Основание под трубы 300
Укладка труб 303
Колодцы канализационной сети 307
Специальное оборудование в сетях внутренней канализации 311

Уровень современных требований к водоснабжению дома неизмеримо вырос, да и качество воды в большинстве источников оставляет желать лучшего.

Настоящая книга написана в помощь индивидуальным застройщикам. Читатель найдет здесь ответы на множество вопросов, которые могут возникнуть при сооружении систем индивидуального водоснабжения загородного дома или коттеджа: поиски воды на участке, проектирование водоснабжения, очистка и обработка воды, рытье и отделка колодцев, бурение скважин, сооружение водопроводных и канализационных сетей, очистка сточных вод, выбор оборудования для водоснабжения и канализации.



ISBN 978-966-420-233-3