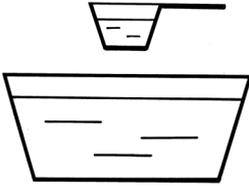


Ничто не обесценивает вашу баню так, как новая баня соседа.



6. Водообеспечивающий модуль

Встречается мнение, что «настоящие» русские бани и водопровод – вещи по сути абсолютно никак не совместимые. Действительно, баня хороша в автономных условиях в том числе и тем, что вполне успешно обходится ручной доставкой воды, в частности, вёдрами. Тем русская баня и была незаменима в полудиких условиях деревенской России в течение тысячелетий. Но это вовсе не означает, что транспортировка воды по трубам может как-то унизить банную идею. В свою очередь, и водопроводу абсолютно безразлично, куда он подаёт воду: то ли в баню, то ли в душевую кабину. Иными словами, водопровод никак нельзя отождествлять с ванной и душем. Бани, ванны и души – это способы купания. Водопровод – это один из способов транспортировки воды.

Вода может транспортироваться емкостным (ведрами), водоводным (по лоткам) и водопроводным (по трубам) способами. Банные водопроводные системы ничем не отличаются от других водопроводных систем. Напомним, что в соответствии со СНиП 30-02-97 устройство ввода напорного водопровода в строения на дачных и садовых участках допускается лишь при наличии местной канализации или при подключении к централизованной системе канализации.

6.1. Водотранспортирующие системы

Когда-то человек совсем не умел транспортировать воду кроме как на своём теле (волосяном покрове). Поэтому в период появления первых примитивных бань (как жарко натопленных жилищ) человек мылся (обтирался) своим потом или намоченными пучками травы, комками мха, вениками, шкурками. Затем распространился паровой принцип нагрева мытья, когда испарённая на раскалённых камнях вода осаждалась в виде конденсата (горячей росы) на теле человека, нагревая и увлажняя кожу. Воду на камни отжимали из пучков травы или брызгали с веников (пучков ветвей), увлажнённых дождём или в водоёмах. Затем, по аналогии с переносом воды

в ладонях и во рту, стали делать всевозможные сосуды (из бересты, древесины, глины). Потом по аналогии с ручьями и реками стали обустриваться водопроводные системы для транспортировки воды в баню, где воду нагревали погружением раскалённых булыжников. Ввиду нехватки воды, особенно тёплой, паровые бани повсюду строились около естественных или рукотворных водоёмов так, чтобы помывшись (растеревшись) и прогретвшись в горячем поту и росе, можно было обмыться (пусть кратковременно - облиться) в чистой воде (пусть даже холодной). Иными словами, в течение многих тысячелетий было легче самому добраться до воды, чем принести её в достаточном количестве в нужное место.

Отметим, что практика безнапорных водоводных систем (технология «рек и ручьёв») крайне интересная и многогранная область техники по транспортировке воды с открытой поверхностью. Это наиболее производительные системы, вовсе не относящиеся к устаревшим методам. Реки, плотины, каналы, ливневые канавы, канализационные водоводы, заливные поля – это всё примеры водоводных систем, способных по своему управляться по производительности и направлению потока.

Напоминаем мы эти общеизвестные факты затем, чтобы обратить внимание на то, что создавая представительские и музейно-познавательные бани «под глубокую старину», надо учитывать особенности не только древних конструкций очагов, но и древних средств для доставки и нагрева воды. Нельзя, воссоздавая облик дымной сауны, предусматривать наряду с грудой камней напорный водопровод, а то и современный тёплый душ с гидромассажем, хотя в чисто декоративных целях для экзотики можно, конечно же, делать всё, что угодно, но только чётко представляя себе границы бутафории (фальши) и исторической реальности.

Пока древние германские и славянские племена учились делать бревенчатые строения и деревянные ёмкости для переноса и хранения воды, в цивилизациях Средиземноморья и Китая уже давно строились каменные здания, а вода черпалась вёдрами, прикреплёнными к лопалям водяного колеса на реке, и направлялась потом по водоводам и каналам на орошение и водоснабжение городов. Во времена расцвета термов в I–III веках н. э. уже широко использовались напорные водопроводы из керамических, свинцовых и медных (латунных) труб.

На Руси первый водопровод (безнапорный) был построен Иваном Калитой в Московском Кремле в 1339 году: под землёй была заложена деревянная труба, в которой как по каналу текла вода из Москва-реки до колодца внутри Кремля. Затем при Иване III при постройке кирпичных стен Кремля были проложены под землёй кирпичные сводчатые галереи (тоннели, трубопроводы) для подачи воды из родников. Первый настоящий напорный водопровод был построен лишь в 1634 году царём Михаилом Романовым:

в Англии была закуплена водоподъёмная машина на конной тяге. Лошади ходили по кругу, приводя в движение колесо, которое двигало бесконечную (замкнутую) цепь вёдер, черпавших воду, которая затем поступала в бак, а оттуда по свинцовым трубам направлялась к кремлёвским постройкам. Подъём воды на Руси назывался взводом, поэтому и башню Кремля, где была установлена водоподающая машина, называли Водовоздной. Производительность машины составляла 50 м³ в сутки. В дальнейшем Пётр I демонтировал свинцовые трубы Кремля и перевёз их в город на Неве, что свидетельствует об уникальности водопровода в те годы. За пределами Кремля воду для питья брали в колодцах, а на баню и для стирки – из реки, где она была много мягче. Ценилась очень дождевая вода с крыш. Бедой Москвы было то, что вся потребляемая в быту вода возвращалась в виде сточных вод снова в реку, пруды и озёра, откуда она тотчас же вновь потреблялась, что вызывало постоянные случаи заболевания брюшным тифом и холерой. Люди побогаче пользовались привозной водой из загорода, поставляемой водовозными телегами с большими деревянными бочками. Лишь в 1804 году был построен первый водовод длиной 24 км от Мытищ до Трубной площади, откуда её черпали из ротонды (бассейна) и развозили бочками по всему городу. Водовод строился более, чем четверть века, и представлял собой безнапорный (самотечный) канал в виде ручья в кирпичной галерее, местами высоко поднятой над землёй в виде римских виадуков (мостовых сооружений над низинами). Мытищинский водопровод многократно реконструировался с увеличением мощности с 3,3 тыс. м³ в сутки из 28 родниковых колодцев до 15 тыс. м³ в сутки в 1893 году, причём вода уже добывалась из многокилометровых систем подземной откачки в Мытищах. На Сухаревской башне со временем был установлен крупный водонакопительный резервуар, откуда вода поступала к водоразборным фонтанам (бассейнам) на нескольких площадях города, а затем эту воду распространяли по городу 6 тысяч водовозов и 3 тысячи водоносов. И это было всего сто лет назад. Первая очередь городской канализации была запущена лишь в 1898 году (М. Эшкинд, БАНБАС, 4, 1999 г.).

В части культуры водопотребления Москва в те годы сильно отставала от других европейских столиц и даже рядовых городов. Так, в Париже первые напорные водопроводные сети с подачей воды непосредственно в дома появились в 1781 году, а к 1881 году к водопроводу был подключён уже каждый второй дом города. Причём первые счётчики расхода воды появились в 1876 году, а уже в 1880 году установка таких счётчиков в домах стала обязательной. Первые ванны в домах зажиточной буржуазии появились в 1880 году, причём первые газовые нагреватели воды появились ещё раньше – в 1851 году. К 1910 году появились газовые колонки прямого нагрева, обеспечивающие горячей водой весь дом. В 1932 году начинается примене-

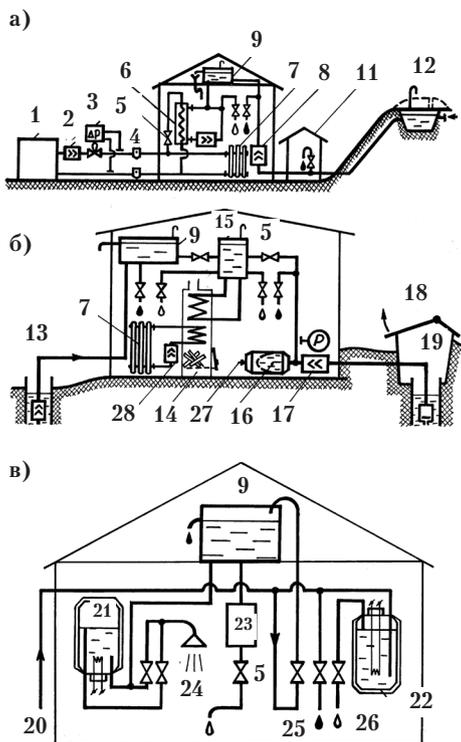


Рис.193. Системы горячего водоснабжения: а – общегородская (районная) централизованная схема, б – схема автономного водоснабжения загородного коттеджа (дачи) с двухконтурным котлом (на твёрдом топливе, на газе, на электричестве), в – схема горячего водоснабжения дома (квартиры) от централизованного водопровода с применением электрических или газовых проточно-накопительных нагревателей (бойлеров). 1 – городской (районный) тепловой центр (теплоэлектроцентр, котельная), 2 – насосная станция, 3 – комплекс автоматики управления и аварийного отключения, 4 – грязевики, 5 – регулировочные и запорные устройства (задвижки, краны, вентили), 6 – теплообменник для нагрева водопроводной воды (тепловой пункт), 7 – отопительные приборы – «батареи» (радиаторы, конвекторы, регистры), 8 – насос нагнетательный, 9 – напорно-накопительная ёмкость (бак, цистерна, ресивер), 10 – циркуляционный насос ГВС для непрерывного течения горячей воды по контуру (по всем этажам здания), 11 – низкие здания, не требующие специальных напорно-накопительных ёмкостей, 12 – городской (районной) водонакопительный резервуар (как правило, высокорасположенный на возвышенности или на водонапорной башне), в который вода поступает со станции очистки воды, 13 – водозаборный погружной насос, 14 – водогрейный котёл двухконтурный, 15 – накопительный бак с горячей водой, 16 – бак расширительный закрытый мембранный (гидроаккумулятор, резервуар-автоклав), 17 – насос самовсасывающий, 18 – утепление скважины (домик, углубление), 19 – водозабор с обратным клапаном для самовсасывающего насоса, 20 – централизованная подача холодной воды по трубе под давлением, 21 – проточно-накопительный водонагреватель электрический для верхней подвески (например, на стене), 22 – то же для нижней подвески (например, для монтажа под раковиной (мойкой) в кухонной тумбе (шкафчике), 23 – проточный водонагреватель, 24 – душ, 25 – выпуск холодной воды, 26 – выпуск горячей воды, 27 – ниппель для закачки воздуха, 28 – циркуляционный насос системы отопления.

ния), 11 – низкие здания, не требующие специальных напорно-накопительных ёмкостей, 12 – городской (районной) водонакопительный резервуар (как правило, высокорасположенный на возвышенности или на водонапорной башне), в который вода поступает со станции очистки воды, 13 – водозаборный погружной насос, 14 – водогрейный котёл двухконтурный, 15 – накопительный бак с горячей водой, 16 – бак расширительный закрытый мембранный (гидроаккумулятор, резервуар-автоклав), 17 – насос самовсасывающий, 18 – утепление скважины (домик, углубление), 19 – водозабор с обратным клапаном для самовсасывающего насоса, 20 – централизованная подача холодной воды по трубе под давлением, 21 – проточно-накопительный водонагреватель электрический для верхней подвески (например, на стене), 22 – то же для нижней подвески (например, для монтажа под раковиной (мойкой) в кухонной тумбе (шкафчике), 23 – проточный водонагреватель, 24 – душ, 25 – выпуск холодной воды, 26 – выпуск горячей воды, 27 – ниппель для закачки воздуха, 28 – циркуляционный насос системы отопления.

ние накопительных электронагревателей. И только в 1951 году становится возможным получать воду желаемой температуры благодаря изобретению кранов-смесителей (В. Алексеев, БАНБАС, 5(11), 2000 г.).

В Москве чугунные напорные трубопроводы вместо кирпичных галерей начали строиться в середине XIX века, что позволило уже вводить воду внутрь некоторых домов. Однако полноценный напорный централизованный водопровод появился только в 1903 годов в связи с пуском знаменитой Рублёвской водокачки на Москве-реке. Там воду отстаивали, фильтровали и подвали на самую высокую точку города – на Воробьёвы горы, а оттуда самотёком под напором по трубам в городскую сеть. Рублёвская станция постоянно наращивала свою мощность и работает до сих пор. К 1930 году заработала Кужуховская станция аэрации, обеспечившая биологическую очистку централизованных канализационных сточных вод. Всё это заложило основы современного сантехнического оснащения промышленных предприятий и коммунального хозяйства города, в том числе и банно-прачечных комбинатов. Во второй половине XX века Москва вышла на лидерские позиции в мире по водопроводно-канализационному хозяйству, обеспечив подачу более 7 млн. м³ питьевой воды в сутки.

6.2. Водопроводное оборудование

Общегородские (районные) схемы предусматривают предварительную закачку воды в накопительные резервуары 12, расположенные на возвышенностях или специальных водонапорных башнях (рис.193а). Затем вода самотёком по герметичным стальным, чугунным или асбоцементным трубам поступает в низкие строения 11. Однако имеются и высокие (высотные) дома, на все этажи которых вода поступать не может. В этом случае на чердаках высотных зданий располагают напорно-накопительные ёмкости 9, в кото-

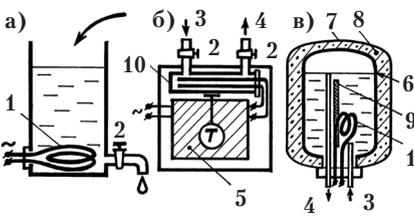


Рис. 194. Водонагреватели электрические: а – накопительные (чайники, умывальники дачные), наливаемые в частности сверху, б – проточные, начинающие греть воду до заданной температуры при появлении потока воды (Atmor Израиль, Redring Англия и др.), в том числе и электродные для нагрева воды в батареях отопления, в – проточно-накопительные, автоматически

поддерживающие заданную температуру воды. 1 – ТЭН, 2 – запорно-регулирующая арматура (кран, вентиль), 3 – входной патрубок, 4 – выходной патрубок (штуцер), который в проточных нагревателях может быть подсоединён непосредственно к душевому рассекателю, 5– электронное устройство, регулирующее мощность нагрева воды и поддерживающее заданный уровень температуры воды, 6 – ёмкость для горячей воды, выполненная из листовой стали толщиной 1,5–2 мм, 7 – внешний кожух (стальной, пластмассовый), 8 – утеплитель пенополиуретановый (типа «монтажной пены»), 9 – магниевый анод, 10 – электродный подогреватель воды (требует заземления корпуса и использования УЗО).

рые закачивается вода насосами 8. Для получения горячей воды, холодную воду пропускают через теплообменник 6, обогреваемый горячей водой (или паром) от городской (районной) теплоцентрали 1. Горячая вода в зданиях постоянно (непрерывно) циркулирует по всему контуру труб горячего водоснабжения с помощью циркуляционного насоса 10 так, чтобы горячая вода тотчас бы поступала потребителю при открытии соответствующего вентиля.

В загородных домах (коттеджах, дачах) обычно пользуются автономными системами добычи и нагрева воды (рис. 193б). Применяются либо погружные насосы 13 (помещаемые непосредственно в воду), либо всасывающие насосы 17 (располагающиеся вне воды и поднимающие воду за счёт разрежения). Вода накапливается либо в напорных баках 9, либо в гидроаккумуляторах 16. Последние представляют собой стальные сосуды небольшой ёмкости от 10 до 500 литров, имеющие разделительную резиновую диафрагму (плоскую, вогнутую или сменную цилиндрическую мембрану), способную растягиваться, накапливая воду и одновременно сжимая воздух по другую сторону мембраны и тем самым создавая избыточное давление (напор) внутри водопроводной сети. Такие гидроаккумуляторы аналогичны по конструкции расширительным бакам для систем отопления, но имеют вместо термостойкой резиновой мембраны гигиеническую мембрану из полимера пищевой квалификации, а поэтому красятся не в красный, а в синий (голубой) или белый цвет. Гидроаккумулятор может работать с насосом только в комбинации с системой автоматики: при достижении определённого давления в системе (до 8 атм) насос по команде датчика давления выключается (но давление в системе сохраняется избыточным за счёт обратного клапана 19). При открытии же любого вентиля, выпускающего из системы воду, давление в системе снижается, и насос по команде датчика давления вновь включается. Нагрев воды производится в водяном контуре котла 14 (змеевике или рубашке). Система водоснабжения и отопления на рисунке 193б является автономной (местной), но считается центральной, поскольку обслуживает из одного центрального пункта все помещения здания.

Электрическая система нагрева воды позволяет создать автономную квартирную систему горячего водоснабжения (рис. 193в). Для этого используются различного рода водонагреватели (бойлеры).

Водонагреватель в виде непроточной ёмкости (бака, кастрюли), в которую вмонтирован (или опущен сверху) электронагреватель (ТЭН), называется накопительным (рис. 194а). Частным случаем накопительного водонагревателя является обыкновенный чайник или бак, стоящий на плите (печной, электрической, газовой).

Водонагреватель, в котором с помощью ТЭНа нагревается непрерывный поток воды, называется проточным (поз. 23 на рис. 193в и рис. 194б). К проточным относятся, в частности, электродные и безэлектродные электрические

кие котлы-водонагреватели для систем водяного отопления (см. раздел 5) или водные контуры отопительных котлов 14. Двухконтурные котлы 14 являются сейчас основным средством горячего водоснабжения (ГВС) коттеджей и дач круглогодичного проживания, но только в сочетании с накопительной ёмкостью для постепенно нагреваемой воды 15 (рис. 193в), при этом проточный водонагреватель становится по существу нагревательным элементом для бака с горячей водой 15. Выпускаются и проточные электронагреватели для душей, автоматически нагревающие подаваемую холодную воду ровно до той температуры, которая желательна для комфортного душа или задана регулировочным устройством. Поскольку такие проточные душевые электронагреватели имеют большую установочную мощность (более 3,5 кВт) и зачастую не справляются со строгим поддержанием необходимой температуры воды, покупку их можно рекомендовать лишь при дополнительном всестороннем обосновании или при крайней необходимости.

Наиболее практичными при наличии холодного напорного водопровода являются проточно-накопительные (комбинированные) электронагреватели (рис. 194в и поз. 21 и 22 на рис. 193в) объёмом от 10 до 200 литров и рабочей температурой до 85°C (более высокие температуры могут вызвать отложения солей жёсткости на ТЭНе и стенках аппарата). Проточно-накопительный электронагреватель включает прочную стальную ёмкость 6 (рис. 194в), рассчитанную на рабочее давление от 6 до 12 атм, отвечающее давлению в городском водопроводе. Самые дешёвые водонагреватели имеют оцинкованную изнутри ёмкость 6 (например, Сонсерта, Болгария), которая поверх гальванического покрытия может покрываться в гигиенических целях специальным полимером, например, Vidron (Merloni TermoSanitary, Италия). Наиболее ходовые в быту водонагреватели имеют эмалированное покрытие (стеклофарфоровое), не подверженное коррозии (как и эмалированные чугунные и стальные ванны), но ввиду хрупкости (малой эластичности) способное растрескиваться под воздействием термических напряжений (при быстрых охлаждениях). Поэтому эмалированные баки, как правило, снабжаются «магниевым анодом» – стержнем из водоустойчивого магниевых сплава (Ariston, Aquatec, ACV, Wester и др.). Магний (точно также, как и цинк) более активно отдаёт электроны в воду, чем железо. Поэтому при нарушении стеклоэмалевого покрытия образуется гальваническая пара железо-магний (цинк), в которой магний (цинк) приобретает положительный заряд (анод), а железо – отрицательный (катод). Сталь, заряженная отрицательно, не ржавеет, поскольку отталкивает окисляющие отрицательные ионы, содержащие хлор и кислород. Этот метод предотвращения коррозии называется катодной электрохимической антикоррозийной защитой. При этом, если цинк биологически вреден (в повышенных дозах),

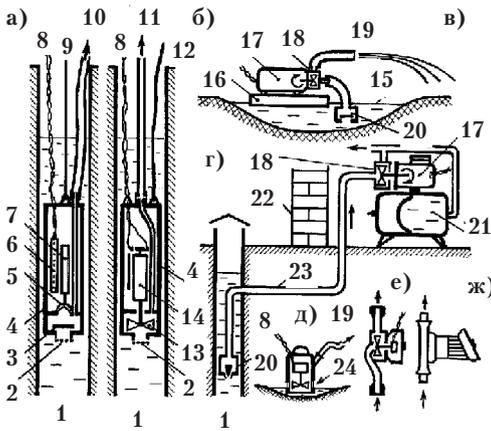


Рис. 195. Водяные насосы: а – погружной вибрационный, б – погружной центробежный, в – самовсасывающий на понтоне, г – самовсасывающий с гидроаккумулятором (насосная станция), д – дренажный центробежный, е – циркуляционный насос (поз. 28 рис.193) центробежный для систем отопления, ж – циркуляционный насос (поз. 10 рис. 193) с «шаровым двигателем», приводимым в движение магнитным полем, для систем ГВС (тип BWZ Vortex, Германия). 1 – скважина (колодезь), 2 – сетчатый (дырчатый) фильтр, 3 – обратный

клапан мембранный, 4 – корпус насоса (сталь, алюминий, латунь), 5 - вибрирующая мембрана, 6 – электромагнит, 7 – вибратор (сердечник стальной, вибрирующий в переменном магнитном поле и приводящий в возвратно-поступательное движение мембрану 5, 8 – кабель электрический силовой, 9 – трос удерживающий, 10 – шланг для отвода воды, 11 – труба оцинкованная водоотводящая и одновременно удерживающая насос, 12 – трос страховочный, 13 – крыльчатка центробежной камеры, 14 – электродвигатель, 15 – поверхность воды водоёма, 16 – понтон деревянный, 17 – электродвигатель, 18 – центробежная камера, 19 – отвод воды струйный, 20 – обратный клапан погружной на конце всасывающего шланга, 21 – гидроаккумулятор мембранный, 22 – стена здания, 23 – труба водоотводящая пластиковая жёсткая (несминаемая разряжением внутри), 24 – боковые водозаборные щели (отверстия).

то магний скорее полезен в виде солей в питьевой воде. Вместо магниевого анода иногда используется титановый (практически не расходуемый) анод, который необходимо подсоединять к положительной клемме специального источника постоянного напряжения, поэтому такую электрохимическую защиту от коррозии называют активной. Титан является инертным по отношению к воде элементом (вследствие чего часто используется в качестве электродов водонагревателей-котлов), поэтому в отличие от химически активного магния (цинка) сам по себе не реагирует с водой и положительно не заряжается. Титановым анодом обычно снабжаются дорогостоящие водонагреватели большой ёмкости 150–500 литров (De Dietrich, Франция). Наиболее качественные водонагреватели имеют ёмкость из нержавеющей стали.

Проточно-накопительные водонагреватели удобны в быту тем, что имеют низкий уровень установочной мощности 1–2 кВт, долго греют воду, аккумулируя тепловую энергию, но и долго сохраняют воду горячей за счёт хорошей теплоизоляции 8. В качестве электронагревателей используются обычные ТЭНы (с латунной, алюминиевой или стальной нержавеющей

трубкой). Разработаны также специальные терморезисторы из нихрома, намотываемые на сердечник из стеатита (электроизолятора) и вставляемые в цилиндрические трубки-патроны (футляры) в форме углублений в корпусе ёмкости. Такие терморезисторы удобны тем, что могут заменяться без опорожнения водонагревателя (Noirot, Франция и De Dietrich Франция). Проточно-накопительные водонагреватели относятся к сложному сантехническому оборудованию, требующему защиты от избыточного давления (с помощью предохранительного клапана), от поражения электрическим током, от перегрева воды, от гальванического разрушения металлических (медных, латунных) трубопроводов (необходимы диэлектрические соединительные муфты) и т. п.

Трубопроводные системы требуют применения различного рода насосов для приведения в движение воды. Прежде всего необходимо отметить водо-поднимающие (напорные) насосы. Наиболее популярны среди дачников и садоводов погружные вибрационные насосы типа «Ручеёк», «Малыш», «Водолей» производительностью 0,5 м³/час и напором до 20–40 метров водяного столба (до 2–4 атм). Такие насосы подвешиваются на амортизирующем тросе в скважине диаметром более 100 мм или колодце (рис. 195а).

В последнее время всё большее распространение получают центробежные многоступенчатые скважинные (артезианские) насосы, подвешиваемые на водоотводящей стальной оцинкованной трубе (рис. 195б). Ранее в СССР такие насосы выпускались лишь с трёхфазными двигателями для скважин диаметром от 6 дюймов, поэтому применялись на общественных дачных водокачках (тип ЭЦВ с более, чем с 60-ю моделями, мощностью 2,8–90 кВт, напором 50–270 м. вод. ст., производительностью 6,3–160 м³/час). Сейчас имеются многочисленные бытовые однофазные центробежные погружные насосы с условным проходом менее 100 мм (отечественные БЦПЭ мощностью порядка 1 кВт, напором 40–60 м. вод. ст., производительностью 1,2–1,8 м³/час), в том числе и из нержавеющей стали (импортные MXS, SD, SQ, TWV с напором до 120 м.вод.ст.).

Погружные насосы не позволяют качать воду из неглубоких источников (котлованов, прудов, рек и т. п.). Поэтому для этих целей используются самовсасывающие насосы, располагаемые над водой, например, на понтоне, на берегу или на уровне земли рядом с колодцем. Самовсасывание происходит за счёт разряжения, создаваемого насосом на своём входном патрубке, которое достигает своих максимальных значений при заполнении всей входной трубы водой (глубина самовсасывания на воде 5–8 м. вод. ст., а на воздухе всего лишь 0,1–0,5 м. вод. ст. из-за неспособности рабочего колеса насоса всасывать воздух). Поэтому все самовсасывающие насосы имеют обратный клапан на конце шланга (трубы), опущенном в воду, а также зали-

вочное отверстие в корпусе насоса и повышенную герметичность входных труб. Следует подчеркнуть, что максимальная теоретически возможная глубина самовсасывания составляет 9,8 м. вод. ст., что соответствует нормальному атмосферному давлению воздуха $1 \text{ атм} = 1 \text{ бар} = 0,1 \text{ Мпа} = 100 \text{ КПа}$. При большой глубине колодца водяной столб в трубе (открытой снизу) просто-напросто разрывается. Так, если трубу длиной, например, 20 метров, наглухо заваренную с одного из концов, заполнить водой и вертикально поднимать из воды водоёма закрытым концом вверх, то уровень воды поднимается над уровнем воды в водоёме на 9,8 метра, после чего подниматься перестанет, а верхняя часть трубы окажется свободной от воды и будет заполнена воздухом (давлением ноль атмосфер или минус одна атмосфера избыточная), а точнее парами воды под равновесным давлением. Такая картина образуется также и при кавитации – разрыве сплошности воды за быстро движущимся телом (например, пули в воде или за концом лопасти гребного винта или центробежного насоса).

К самовсасывающим (поверхностным) насосам относятся широко известные отечественные бытовые насосы моделей «Кама» и «Агидель» (мощность 0,4–0,5 кВт, напор 20 м. вод. ст., производительность 1,4–1,8 м³/час), а также БЦС-0,63-25 («Алтай-М»), БЦ-0,5-20 и более мощные БН-2-40, НДНМЭ-4, ПС-08. В последние годы в продаже появились импортные самовсасывающие насосы в очень широком ассортименте, зачастую комплектуемые мембранными гидроаккумуляторами и называемые «насосными станциями» (рис. 195г).

К самовсасывающим насосам можно отнести и так называемые дренажные центробежные электронасосы (рис. 195д). Они предназначены для откачки вод, в том числе и загрязнённых, содержащих механические примеси размером до 5 мм (Гном) и даже до 45 мм (GM Calpeda Италия), из котлованов и даже из луж (разливов). Известная отечественная серия насосов «Гном» использовала трёхфазный двигатель и поэтому была малодоступна дачникам. Сейчас в продаже имеются многочисленные импортные однофазные дренажные насосы, в том числе из нержавеющей стали, например, модели GM фирмы Calpeda (мощность 0,3–1,5 кВт, напор 1–14 м. вод. ст., производительность 2–48 м³/час). Разновидностью дренажных насосов являются фекальные насосы, которые оснащены специальной измельчающей системой и могут перекачивать жидкости с волокнистыми включениями (например, Zenit Италия). Для дач могут оказаться очень удобными электрические дренажно-фекальные системы удаления загрязнённых вод из специальных внутридомовых накопительных ёмкостей, например, когда воды не удаётся отвести в канализацию самотёком или когда по гидрологическим условиям невозможно установить накопительные ёмкости вне дома. Такие дренажно-фекальные системы обычно называются «канализационными насосны-

ми установками» (Grundfos Дания). Они предназначены для откачивания сточных вод из туалетов, раковин, душевых, ванн, бань, кухонных моек, причём накопительные ёмкости (пластиковые, фарфоровые) могут быть очень маленькими (10–50 литров) за счёт немедленного включения насоса при появлении в ёмкости воды. Например, модель «Sololift+WC-3» содержит пластмассовый резервуар ёмкостью 20 литров, встроенный погружной насос с режущим механизмом, защиту от перегрева, реле для контроля уровня воды, обратный канал, естественную вентиляцию через фильтр с активированным углем. Центробежный насос с электропитанием 220 в обеспечивает напор 6,5 м. вод. ст. при производительности 4 м³/час. Аналогичные установки освоены и другими фирмами, например, WILO Германия выпускает под названием «откачивающей установки» модель КН32-04 с напором 5,7 м. вод. ст. и производительностью 4 м³/час и модель ТМР32-05ЕМ с напором 7,5 м. вод. ст. и производительностью 4 м³/час при диаметре напорного (выходного) патрубка 32 мм и мощности электродвигателя 450 Вт (230 в, 50 гц).

Кроме перекачивающих насосов в трубопроводных системах с горячей водой очень важны циркуляционные насосы, поддерживающие воду в постоянном движении. Такие насосы имеют низкие напорные характеристики, поскольку в замкнутых водяных контурах не требуется подъём воды на высоту, и потери напора связаны только с гидравлическими потерями давления. Если в водяном контуре имеется разрыв струи (например, вода вытекает из трубы в раковину, а затем из раковины вновь попадает в трубу контура), то такие насосы использовать нельзя (из-за малости напора). Циркуляционные насосы для систем отопления используются при нехватке гравитационного перепада давлений для перемещения горячей воды от котла к приборам («батареям») отопления или при высокой сложности и большой протяжённости трубных систем. На дачах в системах отопления в основном используются насосы мощностью (80–250) Вт с напором (0,5–5) м. вод. ст. и производительностью (0,5–10) м³/час (Vortex Германия, Grundfos Германия, Wester Англия и др.). Эти насосы категорически запрещено (по гигиеническим соображениям) использовать для перекачки горячей воды для ванн и умывальников, хотя они и рассчитаны для эксплуатации в воде с температурой до плюс (90–110)°С и давлениями до 10 атм. Для горячего водоснабжения необходимо применять специальные циркуляционные насосы гигиенической квалификации для ГВС, имеющие очень низкие мощности (25–100)Вт при напоре (0,25–1,4) м. вод. ст. и производительности (0,5–3) м³/час (Wilо Германия, Vortex Германия, Wester Англия и др.).

Для бесперебойной работы электрических насосов, водонагревателей, запорно-регулирующей арматуры (вентилей, кранов, задвижек) воду желательно иметь чистой (см. раздел 6.4). Поэтому водоочистка нужна не только для питьевой (пищевой) воды и хозяйственно бытовой (для мытья, стирки,

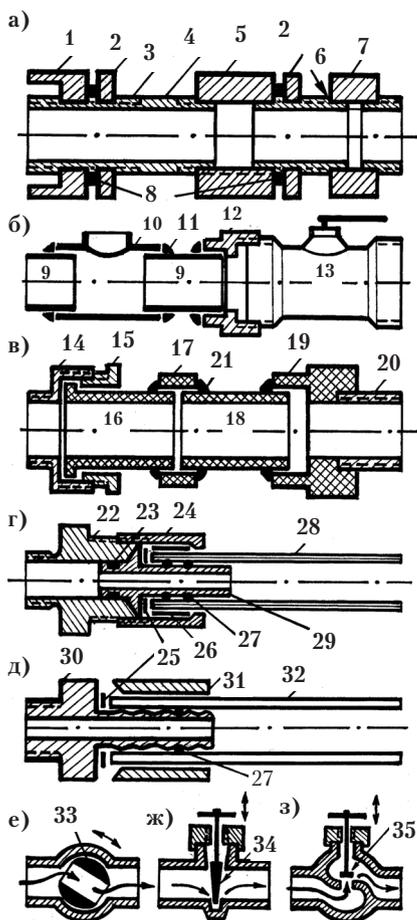


Рис. 196. Виды трубопроводов: а – стальной (оцинкованный) на резьбовых соединениях, б – медный на паяных соединениях, в – полипропиленовый на сварных или на разборных резьбовых соединениях, г – металлопластиковые (полиэтилен-алюминий) на резьбовых обжимных фитингах, д – полиэтиленовые на прессующих фитингах, е – кран, ж – задвижка, з – вентиль. 1 – штуцер аппарата, 2 – гайка уплотнительная, 3 – сгон (удлиненная резьба на трубе), 4 – труба стальная сварная или бесшовная (в том числе оцинкованная), 5 – муфта разъемного соединения, 6 – резьбовое соединение на пакле, 7 – муфта неразъемного соединения, 8 – герметизация намоткой пакли, 9 – медная труба, 10 – тройник (или иной подсоединяемый элемент, например, муфта), 11 – пайка, 12 – припаянный штуцер (медный) с резьбой, 13 – винчивающийся элемент (например, кран), 14 – металлический элемент присоединяемый, 15 – гайка прижимная уплотняющая, 16 – труба полипропиленовая с отбортовкой (развальцовкой, утолщением на торце), 17 – муфта пропиленовая, 18 – труба пропиленовая погонажная, 19 – муфта с переходом на металл (приварной полипропиленовый наконечник с вплавленным металлическим крепежом (резьбовым, фланцевым, с внешней или внутренней резьбой и т. п.)), 20 – вплавленный (впрессованный) резьбовой штуцер, 21 – сварное соединение, 22 – муфта (фитинг) из штампованной латуни для перехода от пластика на металл, 23 – резиновое кольцо, 24 – затяжная гайка, 25 – изолирующая прокладка, 26 – обжимающее кольцо разрезное, 27 – резиновые кольца, 28 – металлопластиковая труба, 29 – наконечник (штуцер) из латуни с двумя резиновыми уплотнительными кольцами, 30 – муфта (фитинг), 31 – уплотняющая гильза, напрессованная на пластиковую трубу движением влево до упора к муфте, 32 – пластиковая или металлопластиковая труба, 33 – шар (или конус) со сквозным проходным отверстием (вид сверху со стороны ручки вращения), 34 – клиновидная задвижка, перемещающаяся вверх-вниз за счёт вращения ручки, 35 – шток с резьбовым подпятником, перекрывающим седло проходного отверстия.

туни для перехода от пластика на металл, 23 – резиновое кольцо, 24 – затяжная гайка, 25 – изолирующая прокладка, 26 – обжимающее кольцо разрезное, 27 – резиновые кольца, 28 – металлопластиковая труба, 29 – наконечник (штуцер) из латуни с двумя резиновыми уплотнительными кольцами, 30 – муфта (фитинг), 31 – уплотняющая гильза, напрессованная на пластиковую трубу движением влево до упора к муфте, 32 – пластиковая или металлопластиковая труба, 33 – шар (или конус) со сквозным проходным отверстием (вид сверху со стороны ручки вращения), 34 – клиновидная задвижка, перемещающаяся вверх-вниз за счёт вращения ручки, 35 – шток с резьбовым подпятником, перекрывающим седло проходного отверстия.

умывания и т. п.), но и для любой иной воды (например, для полива), которая подаётся по трубам с применением городской запорной арматуры. Так,

современные наполнительные устройства бачков унитазов вообще неработоспособны на грязной воде.

В последние десятилетия замечен существенный прогресс в трубопроводной технике. Ещё лет пятьдесят тому назад единственной возможностью были стальные водопроводные (шовные сварные или бесшовные, в том числе оцинкованные) трубы с резьбовыми соединениями (рис. 196а). Такие трубы распространены в наибольшей степени и сейчас в городском хозяйстве и в дачном быту. Уплотняют резьбовые соединения сантехническим льном в пряди или в быту паклей, наматываемой либо на вывинчивающуюся резьбу 6 или между гайками 8. Пакля представляет собой отходы при переработке (чесании) конопля на пеньку. Последняя представляет собой лубяное волокно, извлекаемое из стеблей конопля и применяемое для изготовления канатов, верёвок, шпагата. Поэтому вместо пакли лучше использовать пряди пеньки. В водной среде пенька разбухает, плотно герметизируя резьбовое соединение. Часто пеньку при намотке на резьбу смачивают олифой, масляной краской, латексом. Некоторые специалисты предпочитают намотку из специальных ниток для герметизации резьбы (например, типа Tangit UNI-LOCK), в том числе синтетических, а также ленточки из тонкой плёнки фторопласта (ФУМ – фторопластовый уплотнительный материал).

В холодильной технике, в автомобильной промышленности, кондиционерах, в горячем водопроводе и системах водоподогреваемых тёплых полов используются медные трубы (рис. 196б). Если в тормозных системах автомобилей используются резьбовые уплотнители развальцованных медных трубок малого диаметра 3–5 мм, то в водопроводах используются паяные соединения или обжимные с фитингом (включающем гайку обжимную, сухарь, вставку латунную). Пайку ведут газовыми горелками мягкими (97% Sn+3% Cu; 97% Sn+3% Ag) или твёрдыми (91% Cu+2,6% Ag+6,4% Pb; 94% Cu+6% Pb) припоями с соответствующими флюсами (например, типа SANHA). Современные медные трубы (например, типа Silmet) содержат на внутренней поверхности особый оксидный слой, защищающий трубу от коррозии, а при необходимости и внешнее покрытие из полихлорвинильного пластика. Диаметр труб от 6 до 22 мм (отожжённые мягкие) и до 54 мм неотжжённые. Имеются в продаже многочисленные комплектующие для монтажа медных трубопроводов (паяные переходы на резьбу, отводы, угольники, обводы, тройники, муфты), в том числе арматура (краны шаровые под пайку, задвижки под пайку и т. п.).

Жёсткие полипропиленовые напорные трубы (например, фирмы Ekoplastik Чехия) выпускаются диаметром от 20 до 110 мм под давление от 10 атм (PN10) до 25 атм (PN25) при 20°C при толщине стенок труб (2,3–10,0) мм для PN10 и (3,4–15,2) мм для PN25. Рабочие температуры до 95°C, кратковременно до 110°C. Отрезки труб соединяются с помощью по-

липропиленовых муфт, угольников (поворотов), переходов, тройников сваркой, заключающейся в нагреве соединяемой внутренней поверхности элемента и одновременном нагреве внешней поверхности торца трубы (специальной насадкой электрического сварочного аппарата-электронагревателя), после чего горячий конец трубы впрессовывается в соединяющий элемент. Выпускаются также специальные переходники 19 от пластмассовой трубы к металлической, представляющие собой полуфабрикат из пропиленовой части, в которой впрессована (вплавлена) металлическая часть 20. Соединения труб могут проводиться и традиционно с резьбовым уплотнением торцевого утолщения (бортика) трубы 16.

Широкое распространение в коттеджах и на дачах получили очень удобные в монтаже водопроводных и отопительных сетей мягкие металлополимерные трубы 28. Они легко гнутся, не требуют точной подгонки линейных размеров и без дополнительных приспособлений сохраняют ту форму, которую им придал монтажник. К недостаткам относятся непривлекательность внешнего вида обычно искривлённых трубопроводов, что требует скрытой прокладки сетей, затрудняющей техобслуживание. Металлополимерные трубы являются многослойными (композитными): между внутренним и наружным слоями поперечно сшитого полиэтилена РЕХ заложена прослойка из алюминиевой фольги. Обычный полиэтилен РЕ (и высокого и низкого давлений) имеет линейный характер полимерных молекул, что обуславливает низкую механическую и термическую прочность пластмассы. Сшитый полиэтилен РЕХ за счёт поперечных связей формируется в виде более жёсткой пространственной структуры с термостойкостью до 100°C. Алюминиевая фольга не пропускает внутрь трубы атмосферный кислород, что предотвращает биоразрушения и коррозию (KitecBV Англия, Unicor, Wavin, Rigto Германия, Henco Бельгия, Oventrop Австрия, Metzoplast Израиль, ГентаКаучукПласт Россия и др.). Соединяются эти трубы с помощью резьбовых латунных фитингов 22 (например, фирмы Rexal): труба одевается на штуцер 29 с двумя уплотнителями резиновыми кольцами 27, затем надвигается разрезное латунное обжимное кольцо 26, стягиваемое за счёт конической гайки 24. Для предотвращения электрохимической коррозии латунный штуцер отделён от алюминиевой фольги изолирующей шайбой 25.

Более надёжное соединение металлопластиковых труб, не требующее периодической подтяжки и рекомендуемое даже для укладки в бетонную массу, обеспечивают пресс-фитинги 30, например, фирмы Rehau Германия, Henco Бельгия. Труба 32 расширяется с торца (с усилием специального инструмента типа круглогубцев), надевается на штуцер (имеющий канавки, насечки, иногда резиновые кольца 27), после чего на штуцер с усилием надвигается (напрессовывается специальным ручным пресс-инструментом) сжимающее кольцо 31. Вместо металлопластиковой трубы можно использо-

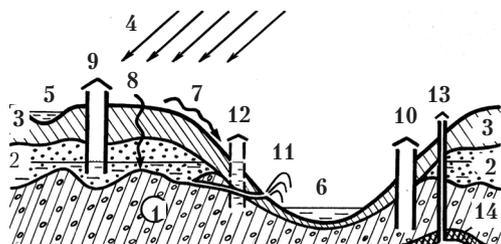


Рис. 197. Источники подземных вод: 1 – материковый грунт, 2 – песчаный слой, частично или полностью заполненный водой, 3 – поверхностный слой грунта и почвы, 4 – осадки, 5 – ручьи, мелкие водоёмы, 6 – реки, 7 – поверхностный сток воды, 8 – просачивающаяся вода, 9 – колодец, углублённый в водоносный песчаный слой, 10 – пустой колодец, 11 – родник, 12 – колодец, выкопанный в месте подземного потока-«ручья» (родника), 13 – глубокая скважина, пронизывающая слой материкового глинистого грунта, 14 – водоносные карстовые слои.

вать более дешёвую, простую и надёжную полиэтиленовую РЕХ трубу 32, в которой функцию диффузного барьера выполняет не алюминиевая фольга, а слой этиленвинилового (EVON) или поливинилового (PVON) спирта (Raupink Германия). Напомним, что в трубопроводных системах используются шаровые (или конусные) краны 33, задвижки в виде поднимающегося клина 34 или вентили, перекрывающие проходное отверстие либо резиновыми шайбами 35, либо конусными пришлифованными иглами (регулируемые «натекатели»).

6.3. Источники водоснабжения

Дачники потребляют воду либо из колодцев (родников, скважин), либо из рек (озёр, прудов, водохранилищ). Вода из колодцев, как правило, содержит мало взвешенных частиц (мути, грязи), но часто сильно минерализована, то есть содержит много солей, в том числе солей жёсткости (гидрокарбонатов щелочноземельных металлов). Поэтому колодезная вода часто бывает вкусной и предпочтительна для приготовления пищи. Иногда колодезная вода (и особенно из глубоких скважин) бывает чересчур минерализована (содержит солей более 0,5 г/литр). Глубинные воды часто содержат соединения двухвалентного железа (обычно бесцветные и хорошо растворимые типа $\text{Fe}(\text{OH})_2$), быстро окисляющиеся в ведре (открытом баке) до труднорастворимых соединений типа $\text{Fe}(\text{OH})_3$, выпадающих в бурый осадок (ржавчину). Поэтому глубинную воду обычно очищают от солей (деминерализуют).

Речная проточная вода является по существу дождевой (дистиллированной), в которой соли из почвы и грунта ещё не успели раствориться. Чем дальше вода течёт в реке (или стоит в озере), тем больше в ней солей. Бывает и так, что реки текут в замкнутое озеро (море), откуда вода уходит не через реки, грунт или протоки (родники), а только за счёт испарения. В этом

случае непроточные озёра становятся сильно минерализованными, солёными (озёра Эльтон, Баскунчак, моря Мёртвое, Аральское, Каспийское и т. п., в том числе Мировой Океан). А вот озеро Байкал является проточным, и поэтому слабоминерализованным.

Поясним качественный состав водоисточников, доступных дачникам и садоводам, на примере Центрально-Европейского региона России (верховья Волги, Оки, Москвы-реки, Клязьмы). Когда-то эти места были берегами и дном древнего моря юрско-мелового периода, которое оставило на своём глинисто-каменистом дне 1 обширные слои песка 2 толщиной ориентировочно (3–20) метров (рис. 197). Этот песок содержит множество остатков древних ракушек, состоящих в основном из соединений кальция. Дно древнего моря имело и впадины, и возвышенности, и даже глинисто-каменистые острова. Когда древнее море ушло (миллионы лет назад до появления человека), глинистые острова под действием дождей, размываясь, местами прикрыли глиной и суглинком (грунтом) слои песка. В результате на большей части региона на слое песка 2 возник слой коричневого каменисто-глинистого грунта 3 ориентировочно толщиной (1–30) метров, а в низинах ещё толще. Основываясь на этой крайне упрощённой геологической модели, нетрудно предугадать основные характерные последствия. Поступающая на поверхность земли вода от дождей 4 частично стекает по поверхности 7 в низины (в реки, озёра), а частично проникает вглубь 8 через слой почвы и грунта 3 в песчаный слой 2, заполняя его либо полностью, либо частично. Поверхностная вода (верховодка) может образовывать мелкие болота и речки 5, дно которых не достигает песчаного слоя. Вода из этих речек (ручьёв) и болот в конечном счёте стекает в более крупные реки 6, в том числе и через всё разрастающиеся овраги. Вода в крупных реках 6, особенно во время весенних половодий, уже способна интенсивно размывать глинистое дно, достигая в конечном счёте песчаных слоёв 2 и даже слоя материковой глины 1. Поэтому, чем шире река, тем больше в ней песка (маленькие речки либо глинистые, либо каменистые) При этом за счёт поверхностных потоков воды 7 глиняный слой 3 сползает к реке в виде оползней и размывается, перекрывая выход воды из песчаных слоёв в реки. Поэтому песчаные слои сохраняют свою функцию в форме гигантских аккумуляторов воды. Местами вода из песчаных слоёв всё же находит (вымывает) каналы в глинистых грунтах и образует местные локальные протоки 11, называемые родниками. Родники бывают самыми разными: могут вытекать из песка или болот (но только более высоколежащих), могут вытекать еле-еле или мощной струёй под напором (артезианские источники), могут даже нагреваться в глубинах земли и выходить тёплыми и даже горячими (в форме холодных или горячих ключей). Родники являются основным способом вывода воды из песчаных слоёв (и каверн в горных породах) в реки. Так, весной во время таяния

снегов на громадных территориях полей и лесов вода в основном просачивается вниз 8, заполняя песчаные слои, которые выполняют фактически роль подземных рек, запруженных глиняными барьерами. Ввиду ограниченной скорости «течения подземной реки» и из-за «включения в работу» подавляющего числа родников только при высоком уровне стояния вод в песках, полове рек начинается лишь через одну-две недели после исчезновения наземных снегов.

Таким образом, дачник располагает следующими водоисточниками. Во-первых, это дождевая вода с крыш, собираемая в бочки. Такая вода очень хороша для бань, в которых пользуются мылом (мыльная вода). Во-вторых, это верховая вода 5 в виде мелких колодцев в глинистом грунте, канав, ручьёв, маленьких водоёмов. Такая вода является по существу той же дождевой и слабоминерализованной. Если такую воду дачник принесёт на простейший анализ в санитарно-эпидемиологическую станцию, то скорее всего получит положительное заключение, поскольку основным доводом при анализе будет степень минерализации воды (норма – содержание солей менее 0,5 г на литр). Дорогостоящие импортные тест-индикаторы также укажут, что эта верховая вода «очень чистая». Такой результат будет обусловлен тем, что тест-индикаторы предназначены для контроля работы осмотических водяных фильтров и измеряют электросопротивление воды: чем больше электросопротивление, тем меньше солей в воде, тем «лучше» вода. Отметим, что любой дачник вместо дорогостоящего тест-индикатора стоимостью 100 у. е. может купить простейший бытовой электронный «тестер» (цифровой мультиметр), стоимостью 3 у. е., который будет прекрасно «мерить качество» воды по её электросопротивлению (на шкале 1–10 Мгом). Тем не менее, дачник сознаёт, что эта «очень чистая» вода является всё же скорее «лучшей», пригодной разве что для полива или водопоя животных, тем более, что такая вода действительно может локально загрязняться бытовыми отходами и сельхозудобрениями.

В-третьих, это вода из рек 6, биологические загрязнения в которых «размазаны» по громадной величине объёмов стока. Вода из рек испокон веков пользовалась для бань, которые как раз и обустраивались у рек. В русских городах в общественных банях до XX века использовалась исключительно речная вода, добывать которую из рек удобнее всего было с помощью «журавлей». Поэтому городскую баню у речки можно было сразу угадать именно по этому «журавлю». Зимой вода черпалась из проруби и вручную или на тележках доставлялась по крытым сверху и с боков дощатым коридорам (проходам, водным сеням) непосредственно на двор бани (где стоял на костре чан с горячей водой) или непосредственно в баню. В XX веке речная вода стала основой городского напорного водопровода. Поскольку речная вода берётся преимущественно с верховьев рек, имеющих глинистые берега,

то вода имеет высокую мутность, что требует механической очистки воды (см. ниже). Что касается дачников, то речная вода им, как правило, малодоступна.

В-четвёртых, это родниковая (ключевая) вода 11, чаще всего забираемая с помощью неглубоких колодцев 12, выкапываемых на пути подземной трассы родника. Родниковая вода очень ценится для пищевых и хозяйственных назначений. Вода очень чистая, но сильно минерализована (вкусна), поскольку истекает в постоянно действующих родниках именно из нижних придонных зон песчаного слоя 2, где движется (фильтруется) очень медленно и долго растворяет из песка минеральные вещества. Многие ценители мытейных русских бань не очень уважают родниковую воду (ввиду её низкой мыльности), но в то же время некоторые современные физиотерапевты рекомендуют родниковые (особенно глубинные, так называемые «ювенильные») минеральные воды для лечебных целей, в том числе и в банях.

В-пятых, это колодезная вода 9 из глубинных водоносных песчаных слоёв (пльвунов). Эта вода более мягкая, чем родниковая, поскольку берётся из верхних слоёв пльвуна, хотя иногда удаётся проходить колодцем (10–15) метров пльвуна до материкового глиняного слоя 1. Вместо колодцев очень часто делают скважины диаметром 100 мм (стальная или пластиковая труба) с электронасосом. Поскольку обычная глубина скважин примерно та же, что и у колодцев (5–20) метров, то состав воды практически тот же, что и в колодцах. Колодцы значительно более долговечны, чем скважины, поскольку последние со временем «заливаются», особенно при нерегулярном использовании. При небольших глубинах порядка (3–7) метров колодцы дешевле скважин, а при значительных глубинах (7–15) метров скважины дешевле колодцев (даже изготовляемых своими руками), а при глубинах до воды более 15 метров колодцы сейчас практически не делают вообще.

Колодцы и скважины глубиной до 30 метров являются основными индивидуальными источниками водоснабжения на садовых и дачных участках, в том числе для бань. Когда-то (лет пятьдесят-сто тому назад) вода из подобных водоносных слоёв считалась питьевой. Сейчас же во многих регионах страны (в том числе и в Подмоскowie) такая вода является «условно пригодной» из-за резкого ухудшения экологической обстановки. Сейчас, даже получив положительное заключение санитарных служб (в основном по солевому содержанию), к такой воде относятся крайне настороженно.

Основной проблемой при изготовлении колодцев и скважин является выбор их месторасположения. Поскольку неровности дна песчаного слоя могут быть очень значительными, то сдвиг месторасположения колодца на 3–5 метров может привести к существенному уменьшению толщины водоносного слоя и даже к полному его исчезновению. В случае родниковых ко-

лодцев ситуация ещё более критична. Поэтому могут быть парадоксальные, казалось бы, случаи, когда вода в колодце на высоком берегу есть, а в колодце 10 в низине у реки (где вода должна была бы быть точно) воды нет, сколько ни копай, даже ниже уровня воды в реке 6. Отметим, что распространённые в быту у мастеров методы «поиска воды» с помощью рамки или прутиков (ивовых или металлических) не имеют физического обоснования.

В-шестых, это вода из очень глубоких скважин 13. На глубинах (50–250) метров могут встретиться водные полости в материковых глинистых грунтах, вода в которых может иметь затхлый (в том числе сероводородный) запах. Но можно попасть скважиной в каменные водопроницаемые пористые образования, в частности, в карстовые вымываемые пустоты и трещины известняков, гипсов и доломитов. Вода в таких глубинных пустотах бывает чиста (но бывает и ожелезненной), не имеет запаха, биологически не загрязнена, тем и ценна.

Такие скважины имеют промышленное значение, в том числе и для фабричного производства питьевой воды и различного рода напитков. Используются они и в дачных и садовых массивах для местных централизованных водокачек (насосных станций с водонапорными башнями), питающих коллективный водопровод. В последнее время они появились и в наиболее благоустроенных коттеджах. Ведомственные правила и федеральный закон предусматривает жёсткую защиту подобных глубинных вод от загрязнений (Санитарные правила СП 2.1.5.1059-01 «Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения»). Разработка этих водных запасов требует государственной лицензии (разрешения на бурение и на добычу воды).

Сложности эксплуатации глубоких скважин двояки. Во-первых, возможны трудности при ремонте, поскольку высоконапорный насос подвешивается на длинной «гирлянде» взаимно накручиваемых водопроводных труб и поднимать их приходится с помощью специального подъёмного оборудования (автовышки). Поэтому необходимо выбирать наиболее квалифицированного и добросовестного строителя-подрядчика, а оборудование (насосы, трубы, фильтры) лучше закупать высокого качества с запасом по мощности. Во-вторых, скважинные воды могут быть сильно минерализованными и даже сильно железистыми (буреющими на воздухе), требующими очистки на специальных фильтрах.

Ввиду высокой стоимости глубоких скважин целесообразно пользоваться услугами специализированных геологических служб, ведущих (или имеющих доступ к водному кадастру) георазведку (в том числе и подземных вод) и обобщение данных регистрируемых бурений. Известны многочисленные случаи, когда случайные подрядчики ведут бурение на воду без каких-либо гарантий в любом указанном им месте. При этом, благополучно пройдя первый водоносный слой (может быть, очень неглубокий) и продол-

жая бурение «до победного конца» в поисках глубинных вод, заказчик, истратив весь лимит денежных средств на никому не нужную «георазведку», так и остаётся без воды (и без денег).

Любые источники питьевой и хозяйственно-бытовой воды должны защищаться от биозагрязнений, периодически дезинфицироваться химическими средствами. Колодцы и скважины должны располагаться не ближе 8 метров от уборной и компостных ям и не ближе 12 метров от душа, бани, сауны и построек для содержания птицы и скота (СНиП 30-02-97).

Стенки колодцев и скважин со временем покрываются бурыми, коричневыми или черными налетами. Как правило, это безвредные продукты жизнедеятельности непатологических грибов и бактерий, в частности, железистых, выделяющих наросты, в том числе, и на фильтрующих сетках скважин. Заращение сетки такой «ржавчиной» часто воспринимается как «заиливание» скважины. Для предотвращения такого

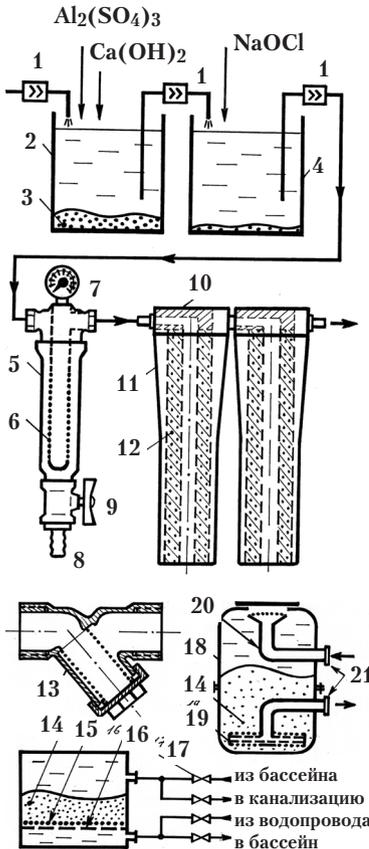


Рис. 198. Элементы водоподготовки (без масштаба): 1 – системы водопоставки (насосы, перекачки и т. п.), 2 – отстойник, 3 – осадок, 4 – хлоратор, 5 – латунный корпус фильтра механической очистки (самоочищающийся), 6 – сетчатый фильтр из нержавеющей стали, 7 – манометр, 8 – штуцер для слива осадка, 9 – кран слива осадка, 10 – фильтр пластиковый, 11 – свинчивающийся пластиковый корпус-крышка (в том числе и прозрачный), 12 – сменный трубчатый фильтрующий элемент (картридж), 13 – фильтр косоугольный латунный со съёмной цилиндрической сеткой, 14 – фильтрующий слой песка, 15 – фильтрующая сетка (металлическая, тканевая, полимерная, натуральная и т. п.), удерживающая слой песка, 16 – перфорированная металлическая плита, предотвращающая разрыв фильтрующей сетки, 17 – краны запорные для обеспечения промывки песчаного фильтра обратным током воды (из водопровода в канализацию), 18 – корпус (металлический эмалированный, пластиковый, стеклопластиковый) современного фильтра для бассейнов, 19 – водоотвод, система цилиндрических фильтров («звёздочка» из трёх-восьми радиальных горизонтальных ответвлений от вертикальной опускной трубы), 20 – подвод воды, 21 – штуцера (фланцы) водоотвода и водопровода.

«заиливания» и реанимации неглубоких скважин можно периодически промывать скважину химическими соединениями, растворяющими окиси железа, например, минеральными (соляной, серной, ортофосфорной) или органическими кислотами. Чаще всего на дачах в скважину засыпают 1 кг пищевой лимонной кислоты (при необходимости многократно), растворяющей заодно и известковые отложения. После недельной выдержки скважину очищают откачкой (не менее 10 кубометров воды) обычным вибронасосом (лимонная кислота ни сталь, ни алюминий, ни резину не разрушает). При восстановлении дебита скважины, пробу воды передают на анализ в санэпидемлабораторию.

6.4. Очистка воды

Напомним основные способы очистки добываемой воды (рис. 198). Во-первых, это возможные отстойники, где твёрдые частицы оседают на дно под действием силы тяжести. На очистных станциях применяют коагуляционные методы, основанные на эффектах объединения (слипания) частиц в крупные агрегаты, которые оседают значительно быстрее. В большинстве случаев в мутную воду добавляют серноокислый алюминий и небольшое количество гашёной извести. В результате реакции $Al_2(SO_4)_3 + 3Ca(OH)_2 \rightarrow 2Al(OH)_3 + 3CaSO_4$ в отстойнике 2 образуется коллоидный раствор $Al(OH)_3$, который коагулирует (укрупняется) с образованием геля (студня), захватывающего взвешенные в воде частицы (и даже бактерии) и увлекающего их затем на дно отстойника 3. Для лучшего отделения осадка можно использовать песчаный фильтр. Кстати такие песчаные фильтры малого размера (10–100 литров) сейчас широко используются в плавательных и бытовых бассейнах (в том числе банных) для очистки циркулирующей воды.

После отстаивания и фильтрации вода поступает в хлоратор, куда добавляют обычно гипохлорит натрия $NaOCl$, хлорирующий органические примеси, в том числе и живые микроорганизмы $NaOCl + RH \rightarrow NaOH + RCl$. Гипохлорит натрия как товарный продукт по ГОСТ 11086-76 представляет собой жидкость зеленовато-жёлтого цвета с характерным запахом свежести, являющуюся водным раствором гипохлорита натрия до 450 г/л (не менее 170–190 г/л активного хлора) и щёлочи $NaOH$ до 60 г/л. Отметим, что ещё более разбавленный гипохлорит натрия реализуется населению под названием «Белизны» или «Радуги» по ТУ6-40-00209645-56-92 (хлорный отбеливатель для стирки белья). По мере стояния растворов гипохлорита натрия содержание активного хлора в них снижается за счёт разложения гипохлорита натрия на $NaCl$ и кислород. При нейтрализации щёлочи (в составе раствора гипохлорита натрия) кислотой (соляной, серной, уксусной, щавеле-

вой) хлорирующая активность препарата увеличивается. При контакте с белками (кожей, волосными покровами, шерстью, микроорганизмами) гипохлорит натрия образует азотистые соединения хлора – хлорамины NR_2Cl , имеющие характерный «запах бассейна» (то есть «хлор» вопреки обыденному мнению в воде не пахнет, запах «хлора» в бассейне появляется именно из-за того, что в бассейне купаются люди). Борьба с запахами «хлора в бассейнах» – сложная и актуальная задача в современной индустрии бассейнов. Помимо гипохлорита натрия для дезинфекции воды применяют гипохлорит кальция CaOCl_2 (хлорную известь) в виде порошка, предварительно замачиваемого в воде с отделением в отвал осадка извести. Также в качестве хлорирующего агента можно использовать хорошо растворимый порошок дихлоризоцианурата натрия (Химпром, Славгород), известного за рубежом под торговой маркой «диклозан».

На основе вышеуказанных дезинфицирующих химических веществ разработаны хлорпатроны ДТСГК ёмкостью 250, 500 и 1000 см³ для обеззараживания воды в колодцах сроком на 1 месяц. Многочисленные зарубежные фирмы предлагают аналогичную по назначению продукцию, в том числе и для плавательных бассейнов, а также аппаратуру по контролю содержания активного хлора в воде. Напомним, что в соответствии с Сан-ПиН 2.1.2.568-96 «Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и качеству воды плавательных бассейнов» содержание остаточного активного хлора в воде бассейнов должно быть не менее 0,5 мг/л, то есть гипохлорит натрия следует добавлять в количестве одной капли на ведро воды, а «Белизны» – 3 капли на ведро (10 литров). В случае сильных загрязнений воды дозу хлора можно увеличить в 3 раза (до 1,5 мг/л активного хлора). При стирке для отбеливания белья кладут 60 г «Белизны» на ведро воды, то есть в 500 раз больше, а для дезинфекции ванн и туалетных комнат (для протираний) готовят раствор ещё более концентрированный (300 г на ведро воды).

Напомним, что хлор убивает далеко не все микроорганизмы. Поэтому помимо хлорирования используются и другие методы дезинфекции воды – бромирование, озонирование, ультрафиолетовое облучение, которые являются более дорогостоящими, но более экологическими («Перечень материалов, реагентов и малогабаритных очистных устройств, разрешённых Госкомсанэпиднадзором России для применения в практике хозяйственно-питьевого водоснабжения» №1-19/32-11 от 23.10.92 г.). Эти методы рекомендуются и для бассейнов.

В дачных условиях воду в небольших количествах можно дезинфицировать окислением органики перекисью водорода. Остаточные количества перекиси можно удалить разложением (на воду и газообразный кислород) с помощью перманганата калия («марганцовки»). Перманганат калия

KMnO_4 может быть использован как самостоятельный дезинфицирующий агент: фиолетовый раствор следует выдержать до обесцвечивания и выпадения чёрного осадка MnO_2 .

В соответствии с СанПиН 2.1.2.568-96 качество пресной воды, поступающей в ванны, души и бассейны, должно отвечать гигиеническим требованиям к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения вне зависимости от принятой системы водоснабжения и характера водообмена (СанПиН 2.1.4.559-96 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»). Аналогичные требования должны предъявляться к воде для бань. При недостаточности качества воды можно использовать популярные ныне всевозможные бытовые фильтры.

Во-первых, для предварительной очистки от крупных частиц ржавчины и песка в трубах применяют так называемые косые или прямые механические фильтры (то есть с наклонным или перпендикулярным расположением фильтрующего цилиндрического сетчатого фильтра) с размером ячейки сетки (0,4-0,8) мм с диаметром прохода от половины до четырёх дюймов (поз. 13 рис. 198). Такие фильтры устанавливаются на магистралях водопроводов при входе в квартиру или в автономных условиях на выходе скважин. Вслед за ними (или вместо них) можно установить механические фильтры более тонкой очистки – так называемые самоочищающиеся фильтры 5 со стальным нержавеющей сетчатым фильтром 6 с размером ячейки сетки 0,1 мм и с диаметром прохода от половины до двух дюймов (RBM Италия). Самоочищающиеся фильтры 6 обычно оснащаются манометрами на 6 атм, устанавливаемыми после фильтрующей сетки с целью контроля степени забивки (загрязнения) фильтра. Для ориентировки напомним, что общая высота фильтра (с манометром и сливным штуцером) составляет от 280 до 360 мм. Самоочищающиеся фильтры удобны тем, что для его очистки не надо освобождать от воды магистраль: при открытии крана 9 напор воды смывает отстой (осадок) через штуцер 8 в ведро. Рабочее давление всех этих фильтров составляет не менее 16 атм, рабочая температура до 100°С и выше.

Для более тонкой очистки в быту используются цилиндрические фильтрующие элементы 12, изготовленные самыми различными способами: намоткой на перфорированную бобину нитей, тканей (в том числе синтетических), нетканых материалов. Такие фильтры изготавливаются в виде сменных картриджей длиной 10 или 20 дюймов и диаметром внешним 30–70 мм, устанавливаемых в специальных пластиковых корпусах 11 (с соединительными штуцерами на половину, три четверти и один дюйм), которые в свою очередь могут набираться в комплектные единицы (батареи) из нескольких фильтров с разными фильтрующими элементами. Тканые и нитяные фильтры улавливают частицы с размером более (0,01–0,07) мм.

В последние годы всё шире стали применяться фильтры из вспененных полимеров, улавливающие частицы с размером 1–10 мкм (и даже 0,1 мкм), разработанные ранее для очистки жидких реагентов при производстве электронных изделий. В корпуса 11 могут вставляться и картриджи специального назначения, например, угольные для очистки от органических примесей, ионно-обменные для умягчения воды, для обезжелезивания, для обеззараживания (в том числе и с помощью серебра) и т. п. Стоимости таких фильтров могут достигать сотен долларов США за штуку. Наиболее качественная вода может быть получена с помощью фильтров обратного осмоса, представляющих собой мембраны со столь мелкими отверстиями, что через них могут проходить лишь молекулы воды, а бактерии, вирусы, химические вещества (соли, органика, тяжёлые металлы), гормоны, радиоактивные элементы не пропускаются. Корпуса 11 фильтров обычно рассчитаны на 5–7 атм, поэтому в дачных условиях они могут находиться постоянно под давлением, но в городах, где возможны скачки давления водопроводной воды до более высоких величин, особенно ночью, следует ставить запорный кран до пластиковых фильтров.

Для фильтрации больших количеств воды фильтрующие элементы могут оказаться чересчур дорогостоящими. Поэтому водоподготовку на городских водопроводных станциях ведут с помощью песчаных фильтров. В последние годы этому направлению придали мощный импульс новые разработки в области фильтров для плавательных и частных бассейнов. Суть техпроцесса заключается в фильтрации со скоростью не более 1,4 см/сек ($50 \text{ м}^3/\text{час}\cdot\text{м}^2$) через слой песка сверху вниз под избыточным давлением (0,5–2,5) атм. При размере частиц кварцевого песка (0,4–0,8) мм удаётся улавливать частицы загрязнений с размером более 1 мкм. По мере фильтрации песчаный слой загрязняется, очистка ведётся периодически обратной промывкой фильтра. Для этого краны 17, ведущие из бассейна и в бассейн, перекрываются, а краны из водопровода и в канализацию открываются. Многие фирмы выпускают полипропиленовые многоходовые краны, позволяющие одним движением рукоятки переключать различные режимы подачи воды на фильтрацию или промывку (в том числе и краны с электрическим и пневматическим приводом рукоятки). Обратное (снизу вверх) течение жидкости облегчено по сравнению с прямым течением (сверху вниз), поскольку слой песка при восходящем потоке воды разрыхляется, и высокая скорость течения может быть обеспечена при малых перепадах давления на слое песка. Основной проблемой при промывке является предотвращение уноса песка вверх, а затем в канализацию.

Конструктивно песчаные фильтры оформляются по-разному. Наиболее распространённая конструкция включает пластиковый, стеклопластиковый или металлический эмалированный корпус 18 ёмкостью от десятка до сотни

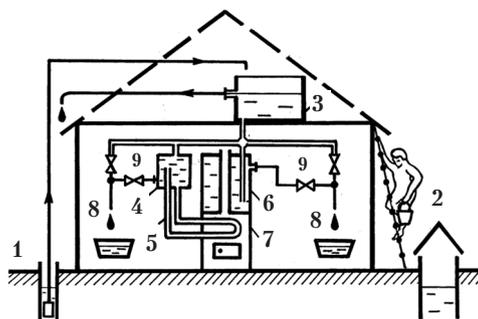


Рис. 199. Автономный банный напорный водопровод: 1 – скважины с насосом, 2 – колодец с ручным подъемом и доставкой воды ведрами, 3 – напорный бак, накапливающий воду на одну помывку, 4 – змеевик для нагрева воды, 6 – водогрейный бак-коллонка, 7 – топка печи, 8 – раздача воды (в шайки, в душ, в ванну), 9 – вентили (краны) регулировочные

литров, водоподводящий патрубок 20 и водоотводящий патрубок 19 в виде цилиндрических сетчатых фильтров, звездой расходящихся по радиусу горизонтально вдоль дна ёмкости 18. Такая конструкция водоотводящего патрубка обеспечивает большую площадь водоотводящих сеток, которая должна быть не менее площади поперечного сечения аппарата. Штуцера 21 патрубков могут быть выведены по-разному: вбок (как на рис. 198) или через верх и низ, или только через верх.

6.5. Горячий водопровод в автономной бане

В автономной бане нет централизованного отопительного энергоносителя (силового электроснабжения, газа, пара, горячей воды), подаваемого из жилого дома или из инженерных сетей посёлка. В лучшем случае имеется слаботочная электропроводка для питания электронасоса 1 и для электроосвещения (рис. 199). Поэтому воду из скважины 1 электронасосом или из колодца 2 вручную подают в напорно-накопительный бак 3. Объём заполнения бака контролируют, поскольку после работы бани излишнюю воду придется либо сливать, либо утилизировать на дачном участке. Это наиболее существенно при расположении бака внутри бани под потолком (зимний вариант).

Напорный бак 3 очень удобен при большом числе моющихся или при стирке (в том числе автоматической стиральной машиной), причём не только из-за исключения большого количества вёдер, напольных бочек и подвесных баков. Напорный бак позволяет нагревать воду печью в замкнутых баках-ёмкостях 4 и 5 под давлением и тем самым создавать душевые кабины, особенно подходящие для представительских бань. Кроме того, замкнутые водогрейные баки 4 и 5 позволяют получать чистую (не ржавую) горячую воду, поскольку постоянно полностью заполнены водой и потому могут быть защищены изнутри антикоррозийными лакокрасочными покры-

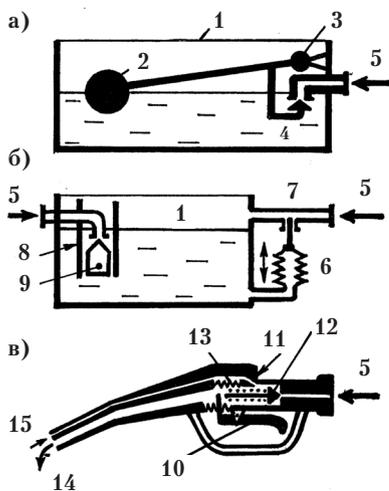


Рис. 200. Устройства дозированного заполнения водой: а – рычажный поплавковый клапан, б – поршневой поплавковый и мембранный клапаны, в – пистолет с гидродинамическим клапаном. 1 – бак накопительный, 2 – поплавок рычажный, 3 – ось рычага, 4 – клапан запорный, 5 – штуцер подачи воды, 6 – мембранный (сильфонный) гидростатический клапан, 7 – запорная игла, 8 – направляющая поплавок, 9 – поршневой поплавок, 10 – ручка подачи воды, 11 – тонкий сигнальный (управляющий) канал, 12 – пружинный прижимной клапан, 13 – рабочая камера с резиновой мембраной, приводящей в действие дополнительную запорную пружину клапана, 14 – трубка подачи жидкости в бак, 15 – трубка, соединяющаяся с рабочей камерой.

тиями (которые обгорают на раскаленной дымовой трубе при неполном заполнении бака 6 водой).

При наличии автономного водопровода всё большее применение находят системы дозированного накопления воды (рис. 200). Кроме уровнемеров, помогающих вручную заполнять закрытые резервуары водой, большое распространение в быту приобрели устройства, автоматически заливающие воду до заданного высотного уровня (бачки унитазов, стиральные машины и т. п.). Наиболее известны поплавковые приборы, перекрывающие клапаном 4 подачу воды 5 при подъеме поплавка 2 (рис. 200а). В промышленности имеются многочисленные иные устройства, работающие на гидростатическом принципе (рис. 200б), а также с электрическим или электропневматическим управлением клапанами по командам оптических, электроконтактных, радиоактивных, магнитных и других датчиков. Напомним о существовании особого типа наполнителей, например, типа пистолетов для заправки автомобилей бензином, работающих на гидродинамическом принципе (рис. 200в). Нажатием ручки 10 (рычага привода) ослабляется пружинный прижим клапана 12 к седлу, вследствие чего клапан 12 под действием напора бензина 5 открывается (смещается влево), подавая

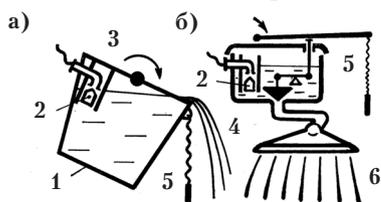


Рис. 201. Водопады: а – опрокидывающееся ведро, б – плоская плёночная струя (завеса). 1 – ведро (деревянная кадка, пластмассовый или металлический бак), 2 – поплавковый клапан, 3 – ось подвеса ведра, 4 – струя из ведра, 5 – ручка для опрокидывания, 6 – плёночная струя.

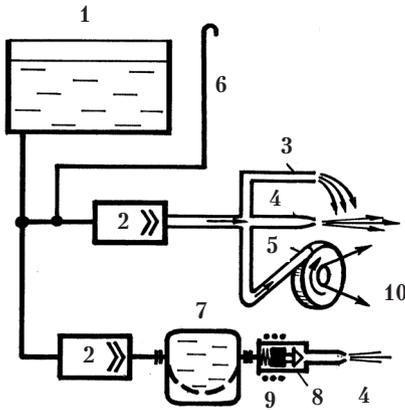


Рис. 202. Напорные гидромассажные системы. 1 – бак с тёплой водой, 2 – насос нагнетательный (в том числе импульсный), 3 и 4 – струйные форсунки, 5 – центробежная форсунка, 6 – трубка для засасывания воздуха в воду для создания пенных струй, 7 – мембранный напорный бак, 8 – клапан запорный, 9 – электромагнитный привод клапана, 10 – факел брызг.

да уровень бензина в бензобаке достигнет горловины, концы труб 14 и 15 погружаются в бензин. При этом за счёт высокой скорости потока в основном канале в рабочей камере 13 возникает разрежение, затягивающее бензин из бензобака в рабочую камеру. Рабочая камера 13 имеет резиновую мембрану, которая выгибается вверх и приводит в действие пружинный механизм закрытия клапана 12 (пистолет «щёлкает»). Такая конструкция пистолета предотвра-

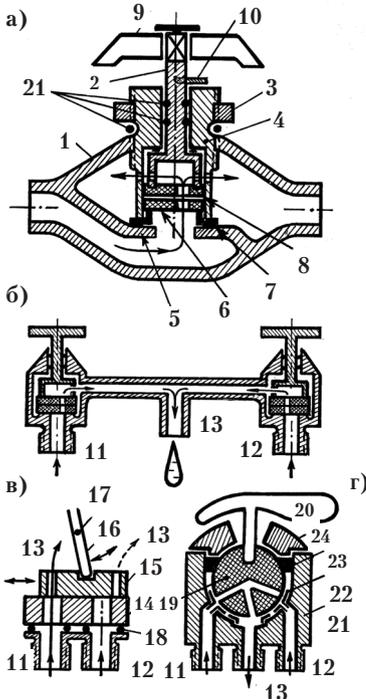


Рис. 203. Смесители: а – вентиль с керамическим затвором, б – смеситель с вентилями, в – картридж вентиля-смесителя с керамическим затвором, г – однорычажный смеситель с шаровым механизмом. 1 – корпус вентиля, 2 – шток вращающийся, 3 – гайка прижимная, 4 – вентильная головка, 5 – седло, 6 – нижний керамический диск с отверстием (неподвижный), 7 – уплотнительное кольцо, 8 – верхний керамический диск с отверстием (вращающийся за счёт штока), 9 – рукоятка штока, 10 – ввинчивающийся ограничитель вращения, 11 – ввод холодной воды, 12 – ввод горячей воды, 13 – вывод тёплой воды, 14 – керамический диск с двумя отверстиями неподвижный, 15 – керамический диск подвижный (вправо-влево), 16 – шток, 17 – ось штока, 18 – уплотнение, 19 – шар из нержавеющей стали с высверленными каналами, 20 – ручка смесителя, 21 – корпус смесителя с шаровой полостью, 22 – фторопластовые вкладыши-уплотнители, 23 – уплотнительное кольцо, 24 – прижимное кольцо.

щает розлив бензина при заполнении бензобака. Аналогично и в банях подобные пистолеты могут оказаться полезными для заполнения ёмкостей водой.

Поскольку напор автономного банного водопровода обычно низок (не более 0,3–0,5 атм), вместо душа удобнее использовать водопады, образующиеся при сливе воды из припотолочных ёмкостей (рис. 201). В случае использования нагнетательных электронасосов можно получить и мощные струи воды, в том числе импульсные гидромассажные (рис. 202). Только в случае сильных струй или высокодиспергированной «в пыль» воды можно говорить об истинном душе, а не водопаде. Создание тёплых водопадных и душевых систем сталкивается с серьёзной проблемой получения воды со строго фиксированной температурой, приемлемой для тела человека. В обычных городских душах регулировка температуры душа осуществляется с помощью смесителей и является длительной операцией регулирования, связанной с потерей большого количества воды (рис. 203). Поэтому для автономных бань с дефицитом горячей воды целесообразно использовать предварительное смешение горячей и холодной воды в специальном баке с получением воды заданной температуры с последующей подачей этой тёплой воды в душ или водопад. В последние годы появились специальные городские смесители с термостатом, автоматически подбирающие расходы холодной и горячей воды с получением заданной температуры (В.В. Линь, Современная сантехника, М.: Аделант, 2004 г.).

6.6. Нагрев воды в открытых ёмкостях

Водопроводные (напорные) системы, создавая неисчислимыя удобства и уникальные возможности, тем не менее, причиняют в ряде случаев многочисленные хлопоты. Например, если вы редко пользуетесь баней, то вода в трубах и баках ржавеет и тухнет. Зимой стоячая вода в трубах замерзает и рвёт трубы, да и наполнять зимой промёрзшие трубы и баки очень трудно. Водопроводные системы дорогостоящи, недолговечны, требуют постоянных ремонтов, а если оснащены электроаппаратурой (насосами, электромагнитными клапанами, нагревателями), то к тому же представляют реальную опасность для жизни, особенно при традиционно халатном отношении дачников к баням.

При малых объёмах эпизодически используемой воды намного удобней (особенно зимой) оказываются методы безнапорного хранения и транспортировки воды (отдельными открытыми или закрывающимися ёмкостями, а также водоводами – открытыми потоками и водопадами-переливами). Перенос воды вёдрами или бутылками также, как перевоз жидкостей цистерна-

ми (бочками) вовсе не является следствием низкого технического уровня. Это отдельный и очень важный метод хранения и транспортировки со своими правилами и особенностями, поддающийся и механизации, и автоматизации, и постоянному усовершенствованию. Прогресс этого способа хранения и транспортировки жидкостей связан с прогрессом в области манипуляций со штучными товарами (не сыпучими и не кантующимися), поскольку бутылку воды в этом отношении мало отличается от коробки с телевизором.

Важной методической особенностью способов хранения и транспортировки отдельными ёмкостями является порционность: заданность и сохранность объёма и качества (свойств) жидкости в единице хранения и транспортировки. Это позволяет не только готовить и транспортировать необходимые количества, например, растворов заданного состава для мытья в бане (точно так же, как блюд в кухонной практике), но и готовить, хранить и транспортировать разные составы одновременно одним и тем же оборудованием и в одном и том же помещении (например, готовить разные блюда на одной и той же плите одновременно, хранить их в одном и том же холодильнике и транспортировать их на одном и том же подносе и кузове автомобиля). Ещё более уникальные (но более узкие) возможности открываются при изготовлении, хранении и транспортировании продуктов в одних и тех же ёмкостях без переливов и перетариваний.

Ёмкостные, водоводные и водопроводные (трубопроводные) системы транспортировки могут не только самым естественным образом дополнять друг друга, но и плавно переходить друг в друга. Так, река (как водовод) плавно переходит в водохранилище (как ёмкость), запруженное плотиной, а потом плавно переходит в напорную трубу (как водопровод), падающую воду на лопасти турбины гидроэлектростанции. В быту (да и профессиональном стройпроектировании) неосознанно и произвольно смешивают все эти методы транспортирования и хранения, порой улучшая, а порой и нивелируя достоинство и преимущества того или иного способа. Даже простой краник на ведре с водой превращает ведро из чисто ёмкостного объекта в водопроводный напорный, не пригодный для зимнего использования. Также и на кухне для приготовления пиццы пригодны лишь чисто ёмкостные способы с переливами методами черпания и водопадов, столь удобные также и в банях.

Не углубляясь в методические подробности, отметим, что ёмкостные способы приготовления, хранения и транспортировки воды наиболее удобны именно в простейших автономных банях. Взял ведро, зачерпнул воду из колодца (реки), принёс в баню, поставил на огонь. Потом принёс ещё ведро с водой и поставил на пол. Всё, проблемы с водой решены. Нужен ещё лишь черпак и тазик (шайка). После помывки ведра унёс в дом или бросил в ба-

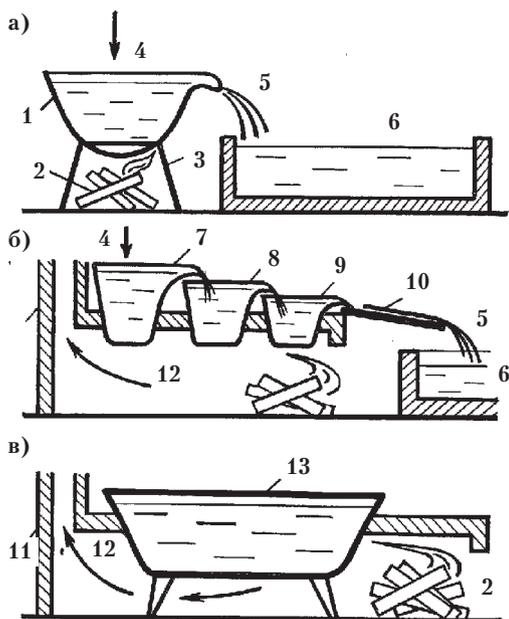


Рис. 204. Ёмкостные системы нагрева воды: а – способ получения больших количеств горячей воды с помощью маленького нагреваемого сосуда (применялся в древнегреческих лаконикумах), б – способ нагрева больших количеств воды в каскаде ёмкостей (применялся в древнеримских термах), в – нагрев в большой термостойкой ёмкости. 1 – медный или глиняный сосуд, 2 – костёр, 3 – тренога, 4 – подача холодной воды черпаком (в том числе и из бассейна 6), 5 – переливающаяся вода, водопад, струя воды, 6 – бассейн (ванна, баня) лаконикума, 7 – фригидарий, 8 – тепидарий, 9 – кальдарий, 10 – лоток переливной (водовод), 11 – дымовой канал, 12 – топка, 13 – крупный металлический сосуд (например, чугунная ванна).

гажник автомобиля. При всём примитивизме, ёмкостный способ обеспечит вам наиболее элитное мытьё, поскольку в том же багажнике автомобиля можно привести канистру какой-нибудь особо экологически чистой или полезной воды.

Основной проблемой когда-то в древности был тот простой факт, что не было самих ёмкостей. Впервые проблема была решена тысячи лет назад с помощью керамических (обожжённых глиняных) горшков и кувшинов. Однако, вплоть до XX века металлическая банная посуда, особенно крупная, была в России дефицитом, серьёзной ценностью. Наиболее труднорешаемой оказалась задача изготовления банной посуды, совмещающей функции хранения (нагрева) и транспортирования. Так, например, носили воду в деревянных или берестяных вёдрах, а потом переливали для нагрева в чугунные горшки (котлы). Так что даже самое обычное оцинкованное ведро оказалось на самом острие технического прогресса. Другой сложной задачей оказался перелив больших количеств воды из одних больших ёмкостей в другие, что и породило сначала простейшие водоводные, а затем водопроводные системы, интегрированные в единую конструкцию. В качестве примера, приведём схему нагрева воды для бассейна лаконикума 6 (рис. 204). Вода может быть нагрета либо сбрасыванием в бассейн раскалённых булыжников из очага (что загрязняет воду), либо (при наличии хотя бы мелкой и хрупкой, пусть керамической, неподъемной, но термостойкой ёмкости 1)

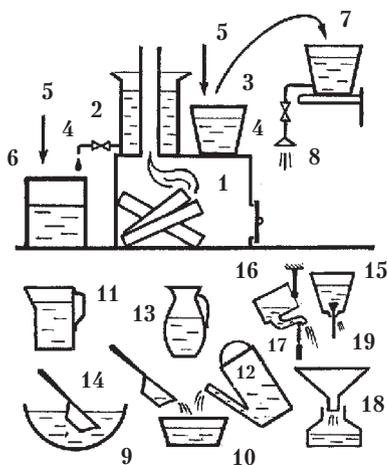


Рис. 205. Ёмкостные системы сливов, переливов, смешений: 1 – печь, 2 – несъёмный бак (котёл) для нагрева воды, 3 – съёмный бак (ведро), 4 – вентиляющая (водопроводная) система слива, 5 – подливание холодной воды черпаком, 6 – ёмкость для смешения горячей и холодной воды, 7 – напорный бачок (ведро), 8 – душевой рассекаатель, 9 – чугунный котёл, 10 – таз, шайка, 11 – переливная ёмкость с носиком, 12 – лейка, 13 – кувшин (амфора), 14 – черпак, 15 – умывальник, 16 – опрокидывающийся «чайник», 17 – цепочка (бечева) с ручкой для опрокидывания, 18 – сосуд с узким горлом (жбан), 19 – воронка (раковина).

можно подливать холодную воду 4 в переполненный бак 1 с горячей водой с переливом 5 в бассейн 6. Эта схема по сути была простейшим прототипом современных проточно-накопительных водонагревателей. В дальнейшем, эта греческая схема была усовершенствована римлянами путём создания каскада ёмкостей 7, 8, 9 для нагрева воды в термах. Ясно, что с появлением крупных термостойких сосудов 13, способных самостоятельно нагреваться огнём, актуальность каскадных систем из мелких ёмкостей 7, 8, 9 исчезла (рис. 204).

При нагреве воды в ёмкостях возникают проблемы транспортировки горячей воды (кипятка) из-за опасности серьёзных ожогов кожи. Эта операция может быть облегчена путём разбавления кипятка холодной водой (например, с помощью водопровода 4) до температуры безопасного уровня. Поскольку и при мытье необходима вода со вполне определённой температурой, то и здесь нельзя обойтись без смешения холодной и горячей воды. Обычно это осуществляется с помощью вспомогательной смесительной ёмкости 6 (рис. 205), в которую, как правило, сначала наливают порцию холодной воды 5, а затем черпаком или по трубопроводу доставляют горячую воду из нагреваемого бака 2. Имеется возможность подачи холодной воды непосредственно в бак с горячей водой 3, и это будет наиболее безопасный способ для последующей ручной подачи воды в бак для обливаний 7.

Банные (или так называемые «деревенские») ёмкости для воды (посуда) отличаются от современной кухонной посуды в первую очередь устойчивостью к возможным замерзаниям воды. Это достигается расширением корпуса сверху: шайки, тазы 10, баки 9 (котлы), ведра 7, умывальники 15 имеют форму опрокинутого конуса, при котором расширяющийся лёд выталкивается из ёмкости вверх и не разрывает корпус ёмкости. Выпускная система 4

(рис. 205), точно так же как и любая система с кранами, является водопроводной, не рассчитанной на зимнюю эксплуатацию. «Зимние» ёмкости имеют переливные отгибы 11 (носики), а «летние» ёмкости наклонные трубные сливы 12 (тоже называемые «носиками»). В быту хорошо были известны разного рода кувшины 13 и 18 (жбаны) с заужением «в горле» и переливными отгибами разной формы, предотвращающими расплёскивание и в то же время позволяющими переливание. Теория многочисленных типов кувшинов (амфор) серьёзно изучалась ещё в догреческую эпоху, поскольку высокие (именно высокие) нерасплёскивающиеся, но легко сливающиеся кувшины были единственными видами тары для перевозки вин и масел на судах по морю.

Переливные системы из малых сосудов в большие просты и отработаны хорошо, в том числе и для дозированной подачи, например, с помощью опрокидывающихся «чайников» 16 (при потягивании за цепочку 17), самовозвращающихся затычек (притёртых в седле) в умывальниках 15 или эластичных мембран-пробок в бачках унитазов. Переливы из крупных сосудов в мелкие более сложны, они производятся с помощью черпаков 14, воронок, сливных труб (в том числе сифонных).

Ёмкостные системы хранения и транспортирования до сих пор живы и развиваются в очень многих областях техники (от крупной промышленности до кухонного быта). Поэтому и в банях нет смысла относиться к бочкам, вёдрам, тазам и черпакам с пренебрежением. Вопрос лишь в качестве этих изделий. Так, деревянные шайки, «возрожденные финской сауной», из-за низкой гигиеничности уже век назад официально запрещены во всех российских общественных банях (СанПиН 982-72 «Санитарные правила устройства, оборудования и содержания бань»). Так что усмешки финнов относительно «позорных» русских оцинкованных банных тазиков не имеют объективной почвы. Деревянные шайки осознанно заменялись сначала на стальные оцинкованные, затем на эмалированные, а потом и пластмассовые (полиэтиленовые, затем более твердые полипропиленовые) тазы, а в лучших банях царской России использовалась таза из меди и даже из серебра. Ударопрочное стекло, высокомарочный сантехнический фарфор, твёрдые глянцевые пластики (полистирол, поликарбонат) делают из бочек и шаек произведения искусства самой высокой гигиенической квалификации.



Каждый хочет жить среди людей, но без соседей.

7. Канализационный модуль

Сколько воды мы льём на пол бани, ровно столько же воды надо удалить из бани. В простейшем случае вода утекает по наклонным глиняным или бетонным полам на улицу или протекает через щели дощатого пола на грунт, а затем по канаве или в грунте поступает в низины (овраги, реки). Это водоводный метод вывода сточных вод. Можно всю воду собрать в ёмкости (ведра, сливные баки), вынести и вылить в канаву, на огород или на компостную кучу. Это ёмкостный метод вывода сточных вод. И наконец, можно всю воду с полов собрать вместе и вывести по канализационной трубе на улицу и там где-то как-то вылить (рис. 206). Это водопроводный метод вывода сточных вод. Все эти методы вывода отличаются лишь способом транспор-

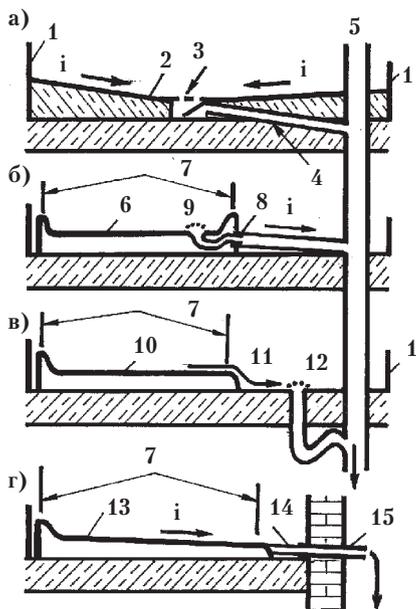


Рис. 206. Схемы сбора сточной воды: а – каменный пол с трапом, б – поддон душевой кабины, в – поддон переливной (водоводный), г – поддон водоводный для дачной мытной бани. 1 – стена помещения брызговлагозащищённая, 2 – пол кафельный, 3 – трап (сливной гидрозатвор) с решёткой, 4 – труба сливная, 5 – общедомовая вертикальная сливная канализационная труба (стояк), 6 – поддон (чугунный, стальной, пластиковый), 7 – стены душевой или банной кабинки, 8 – сифон, 9 – решётка сливная, 10 – поддон (в том числе подиум каменный), 11 – поток воды, 12 – сифонный слив (трап), 13 – поддон наклонный металлический водоводный, 14 – лоток (водовод), принимающий водный поток с наклонного поддона, 15 – труба выпускная с разрывом струи воды.

тировки воды. А вот конечной точкой транспортировки сточной воды во всех случаях может оказаться одно и то же место выброса (канавы, овраги, септик, фильтрующий колодец или траншея и т. п.). Поэтому проанализируем, что же поступает в эту точку выброса, как обрабатывается и затем распределяется.

7.1. Макробиологическое обеззараживание отходов

Отходы жизнедеятельности здорового человека (естественные отправления, пищевые отбросы, сточные воды от уборки помещений, стирки, мытья тела, в том числе и от бани) сами по себе при наружном контакте относительно безопасны для человека (не токсичны, безвредны), хотя и вызывают врождённое отвращение. Действительно, если пот находится непосредственно на теле, то это ни у кого не вызывает опасений. Так почему же тот же пот в сточной воде должен стать токсичным? На самом деле, если отходы жизнедеятельности распределяются на больших площадях, то быстро как-то разлагаются, усваиваются растениями, микроорганизмами, червями, другими живыми существами. Это не касается современных упаковочных материалов – стекла, пластика, металлов, – представляющих долговременную экологическую опасность и требующих вывоза на свалки (промышленно-бытовые полигоны).

Будучи сконцентрированы на свалках у населённых пунктов, у садовых и дачных массивов, отходы уже не успевают быстро разлагаться и неминуемо становятся скоплениями грызунов (мышей, крыс), птиц и насекомых (мух), которые могут распространять и свои болезни, и болезни, приобретаемые на свалках. Поэтому сбор отходов (в том числе и сточных вод) следует сопровождать дезинфекцией (уничтожением возбудителей заразных болезней), дезинсекцией (уничтожением вредных насекомых), дератизацией (уничтожением вредных грызунов), дегельминтизацией (уничтожением яиц глистов) и дезодорацией (устранением дурных запахов). Все эти процессы являются дорогостоящими, точно так же, как сжигание отходов, их термическое или химическое уничтожение. Поэтому единственным приемлемым методом массового обезвреживания отходов жизнедеятельности человека остаётся их биологическое разрушение, то есть то самое «естественное» разложение органических веществ, наблюдаемое в природе под влиянием микроорганизмов, желательное без доступа грызунов, птиц и насекомых (или вдали от людей).

Все знают, что куча собранных сорняков или кухонных отходов «сама по себе» постепенно гнивает, превращаясь в компост, полезное удобрение. Многие полагают, что при этом происходит некое химическое окисление от-

ходов кислородом воздуха, тем более, что процесс гниения зачастую называют минерализацией (преобразованием органических веществ в неорганические). Однако, процессы гниения хоть и являются по сути химическими явлениями, но всецело обусловлены жизнедеятельностью микробов, то есть являются биологическими явлениями.

Многие дачники даже не подозревают о существовании вокруг нас всеобъемлющего мира микроорганизмов (микробов), который не просто соседствует с нами, но и управляет нами (в части обмена веществ). Жизнь на Земле зародилась около 4 млрд. лет назад в виде неких микроорганизмов растительного типа, сначала неклеточных, способных к автотрофному питанию (то есть синтезу всех необходимых органических продуктов из неорганических веществ). Около 3 млрд. лет назад появились одноклеточные безъядерные (прокариоты), а 2 млрд. лет назад одноклеточные ядерные (эукариоты) микроорганизмы. Около 500 млн. лет назад многоклеточные растения «вылезли» из воды и колонизовали сушу, а 200 млн. лет назад появились первые млекопитающие. К этой земной эпохе (200–500 млн. лет назад) относится каменноугольный период, которому мы обязаны подземными источниками топлива. Учитывая, что первые человекообразные появились 1–5 млн. лет назад, а человек разумный 40–100 тыс. лет назад, нам становится ясным, что человек пришёл в мир не столько лесов и животных, сколько всякого рода микроорганизмов, число видов которых миллионы, а оборот биомассы просто огромен. Так, при благоприятных условиях беспрепятственного размножения потомство одной единственной бактерии через 5 дней способно заполнить все водоёмы земного шара. В действительности, размножение микроорганизмов ограничивается множеством факторов: сложностями перемещения, недостатком пищи, температурой, кислотностью среды, наличием вредных веществ, в том числе и выделяемых самими микроорганизмами. Для дачника наибольшее значение имеет тот факт, что за 5–7 месяца тёплой погоды в год происходит не только жизненный (вегетативный) цикл растений, но и наиболее активный цикл микроорганизмов, питающих растения и уничтожающих потом (на следующий год) останки растений.

Под микроорганизмами (микробами) понимаются вирусы, бактерии, грибы (в том числе и дрожжи), водоросли и простейшие животные (протозоологические). В биотехнологиях очистки сточных вод применяются преимущественно бактерии, в то время как при компостировании оказываются более эффективными грибы, простейшие животные и черви (М. Хенце и др., Очистка сточных вод. Биологические и химические процессы, пер. с англ., М.: Мир, 2004 г.).

К бактериям относятся одноклеточные микроорганизмы, состоящие из стенки (оболочки-мембраны из белков и жиров), протоплазмы (желеобраз-

ного коллоидного раствора белков, органических и неорганических веществ) и нуклеоида (ДНК, но в отличие от клеток высших организмов не заключённой в ядро). Первыми клетками (как живыми образованиями) были, видимо, мицеллы с участием белковых веществ (ионы, окруженные диполями). Стенка бактерии является осмотической мембраной, пропускающей только мелкие молекулы (воды, спиртов, простых кислот и солей). Так, в концентрированных растворах солей или сахара бактерия теряет воду из протоплазмы из-за явления осмоса, и её жизнедеятельность затормаживается, что используется при хранении (консервировании) пищевых продуктов в рассолах и сиропах. Спирты и кислоты проникают через стенку и переводят протоплазму из полужидкого в твёрдое состояние (белки протоплазмы сворачиваются), что используется при стерилизации объектов этиловым спиртом, фенолом (карболовой кислотой), уксусной кислотой (маринованием). Хлорная известь, хлорамин, йод, перекись водорода, марганцевоокислый калий, будучи сильными окислителями, разрушают активные группы белков протоплазмы. Поверхностно-активные вещества, адсорбируясь на стенке, нарушают её проницаемость. Бактерии чувствительны также к ультрафиолетовому излучению (причём намного менее выносливы, чем грибы и дрожжи). Природа губительного действия ультрафиолетовых лучей точно не установлена до сих пор (предполагается образование озона).

В то же время имеется много факторов, способствующих развитию и размножению (делению) бактерий. В первую очередь, таким фактором является питание бактерий. Элементный состав всех микроорганизмов отличается от состава других живых существ и представлен в основном девятью элементами: углеродом, азотом, кислородом, водородом и составляющими золы (серой, фосфором, калием, магнием и железом). Именно эти элементы необходимо восстанавливать внутри бактерии в ходе обмена веществ в первую очередь. Химический состав бактерий включает воду (до 85%), разнообразные белки (до 80% от сухого остатка), минеральные соли (5–15% от сухого остатка), жиры и углеводы и другие органические вещества в небольшом количестве. Поступление питательных веществ и выделение продуктов обмена осуществляется через всю поверхность бактерии путём осмоса и диффузии. Поскольку внутри клетки содержится раствор, то вода создаёт внутри бактерии повышенное давление – бактерия оказывается «набухшей» («накачанной водой»); такое напряжённое состояние называется тургором. Если же бактерия попадает в концентрированный раствор (рассол, сироп), то происходит обратное явление: клетка обезжизняется, сморщивается, протоплазма загущается, питание прекращается, а следовательно бактерия не размножается; такое явление называется плазмолизом.

Бактерии классифицируются по способу питания, по методам усвоения кислорода, воды (водорода), углерода и азота. Если микроорганизмы не

нуждаются в органической пище, то они называются автотрофными. Синтез белков (протеинов - азоторганических полимеров) в автотрофных микроорганизмах осуществляется из углекислого газа, минеральных солей и воды. Такой синтез возможен в силу закона сохранения энергии только за счёт внешней энергии. Если энергия потребляется за счёт фотосинтеза с помощью зелёного пигмента-хлорофилла, то таким (солнечным) типом питания обладают высшие типы растений, водоросли и лишь очень немногие бактерии (зелёные и пурпурные бактерии, живущие в пресных водоёмах и морях). Если энергия потребляется за счёт реакции окисления неорганических веществ (сероводорода, водорода, метана, аммиака), то такой тип автотрофного питания называется хемосинтезом (серные, водородные, нитрофицирующие бактерии).

Подавляющее число видов бактерий (а также многие грибы – плесени и дрожжи) подобно животным не создают сами органических веществ, необходимых для синтеза белков, а берут их готовыми из окружающей среды (гетеротрофное питание). Большинство гетеротрофных бактерий питается мёртвыми органическими субстанциями (останками растений и животных, пищевых продуктов и др.). Такие гетеротрофы называются сапрофитами. Некоторые гетеротрофы питаются органическими соединениями другого живого существа и называются паразитами. Паразитами являются многие возбудители заболеваний человека, животных и растений (патогенные бактерии).

Для очистки сточных вод используются сапрофиты, либо окисляющие органические соединения кислородом воздуха (аэробные бактерии), либо разлагающие органические соединения без доступа кислорода (анаэробные бактерии). Группа аэробных микробов чрезвычайно разнообразна. К ним кроме бактерий относятся и водоросли, и простейшие животные, и плесневые грибы. Аэробные микробы обитают в верхних слоях почвы на глубинах 2–30 см, в водоёмах; способны окислять спирты, органические кислоты, парафин, керосин, нефть, пластмассы, краски и т. п. Группа анаэробов тоже очень многообразна (дрожжи, молочнокислые, маслянокислые бактерии и т. п.). Широко распространены и промежуточные виды бактерий, сочетающие аэробные и анаэробные свойства.

Сапрофиты питаются азотом в виде белков. Азот в виде свободного атмосферного газа-азота не усваивается ни растениями, ни животными, ни микробами, кроме особых азотфиксирующих бактерий (клубеньковых на корнях бобовых растений и некоторых других типов). Азот в виде мочевины $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ (карбамида) также не усваивается ни растениями, ни животными. Все эти колоссальные количества связанного азота накапливались бы в природе до бесконечности, если бы мочевина не разлагалась особыми аэ-

робными бактериями–уробактериями с образованием аммиака NH_3 , который в виде солей уже может усваиваться растениями.

Процесс жизнедеятельности анаэробных бактерий, сопровождающийся разложением органических веществ, называют брожением (без доступа воздуха), хотя в промышленном жаргоне брожением иногда называют действие и анаэробных бактерий (уксуснокислых, лимоннокислых). Считается, что процессы брожения участвуют в обороте углерода в живой природе, поскольку разлагают углеводы и углеводороды (в том числе и сахара в процессах спиртового брожения). К полисахаридам относится также клетчатка (образующая оболочки растительных клеток), разрушаемая двумя типами анаэробных маслянокислых бактерий (либо с выделением водорода, либо метана – болотного газа). Активно разрушают клетчатку и многочисленные виды грибов (аэробов).

Разложение белковых веществ под действием бактерий называется гниением. Гнилостные бактерии могут быть аэробными и анаэробными, могут быть вредными (патогенными) и полезными, например, подготавливающими почву. В мышцах животных (в том числе и рыбы) гнилостных бактерий нет, но при смерти животных бактерии из кишечника и из жабр (лёгких) быстро распространяются в мышечные ткани. В останках растений белков очень мало (до 1%), но в семенах (зёрнах) содержание белков может достигать 10–20%.

Ни белки, ни клетчатка, ни многие органические вещества напрямую бактериями не усваиваются. Сначала бактерии вырабатывают и выделяют либо внутрь самой клетки (в протоплазму), либо наружу из клетки специальные вещества ферменты (эндоферменты и экзоферменты), первично расщепляющие органические вещества. Например, крахмал непосредственно проникать в клетку (в том числе и бактерию) не может. Но из клетки (бактерии) или из железы животного выделяется фермент амилаза, который превращает крахмал в растворимые сахара, а другой фермент мальтаза превращает сахар в глюкозу, уже поглощаемую клеткой (бактерией). Проследить последовательность явлений удаётся лишь в простейших случаях, например, брожения глюкозы с получением спирта. При обработке сточных вод процессы брожения (в септиках) и гниения (в аэротенках) изучаются лишь на крупных городских станциях водоочистки. В быту (деревенском, дачно, садовом), в том числе и при компостированиях (с перегниванием на воздухе) и при аэрациях сточных вод пользуются лишь вышеуказанными соображениями общего плана. При этом справедливо предполагают, что всегда и везде найдутся те самые микробы, которые переработают органические отходы в различные виды перегноя. Надо только создать микробам благоприятные условия жизнедеятельности.

Число разновидностей микробов огромно, поэтому их классифицируют по форме крупными группами, внутри которых свойства разных видов бактерий считаются условно одинаковыми. Например, есть бактерии в виде шариков, и если в микроскоп увидят шарообразные бактерии, то их называют «кокки» (микрочкокки). Если шарики объединены в цепь, то такие бактерии называют стрептококками. Шарики, объединённые в комки, называются сарцинами. Бактерии в форме извилистых или изогнутых палочек называют вибрионами, спириллами или спирохетами. Бактерии в виде прямых палочек называют просто бактериями (*Bacterium*) в узком смысле этого слова. Палочки, образующие споры, называются бациллами (*Bacillus*). При образовании споры протоплазма бактерий обезвоживается (вследствие неблагоприятных внешних условий), сгущается и собирается вокруг нуклеоида в виде споры, а сама клетка отмирает и разрушается. Спорообразование является защитным действием для сохранения вида в изменившихся условиях среды. Так, споры бактерий сибирской язвы устойчивы в кипящей воде в течение 10 минут, а споры ботулинуса (вызывающего ботулизм – смертельное пищевое отравление) в течение 360 минут. Поэтому вздувшиеся пищевые консервы необходимо кипятить не менее 6 часов, а лучше вообще не использовать в пищу. В сухом состоянии споры некоторых бактерий способны сохраняться при 170°С в течение 1–2 часов, после чего, попав в благоприятные условия жизни, возродить полноценную бактерию. В то же время большинство беспоровых бактерий погибают в нагреваемой жидкости при 50–60°С в течение 30 минут, а при 80–100°С в течение 1–10 минут. Устойчивость бактерий и спор к внешним условиям повышается при обезвоживании. Так или иначе, утверждение, что мол в бане все микробы погибают, глубоко неверно. На коже с температурой 40°С не погибает ни одна бактерия и ни один грибок. Микробы в бане просто вымываются с кожи и её пор. Большинство микробов (мезофилов) как раз «любит» температуры 20–50°С, а теплолюбивые микробы (термофилы), живущие в тропических странах и компостных кучах, лучше всего развиваются при 50–70°С. Что касается низких температур (до минус 190°С), то они вызывают лишь замедление жизненных процессов в бактериях и грибах («зимняя спячка»).

При гниении отходов жизнедеятельности человека имеют большое значение и аэробные грибки (плесени), и анаэробные грибки (дрожжи). Так, упомянем аэробные картофельные грибки (фитофтору, поражающую побеги и клубни картофеля), мукоровые грибки (поражающие в виде пушистого войлока-плесени сероватого цвета пищевые продукты и отсыревшие стены), пенициллы (развивающиеся в продуктах питания - сырах, на коже и текстиле во влажных условиях и вырабатывающие антибиотики – пенициллины). Дрожжи обуславливают бродильные процессы в септиках на фракции твёрдых отходов.

Разные микробы в разных условиях образуют самые различные виды перегноя (гумуса) из одного и того же растительного или животного сырья: почву, торф, сапрпель, компост и т. п. Наихудшие условия для перегнивания растительных остатков создаются сразу при четырёх негативных параметрах: при пониженных температурах, при сильном переувлажнении, при химически кислой реакции среды и при малом насыщении воздухом (при низкой аэрации). При этом идёт образование торфа, очень плохо усваиваемого растениями, поскольку торф не содержит водорастворимых соединений азота. Торф с точки зрения органических удобрений является наименее ценным продуктом, но с точки зрения обезвреживания отходов даже торф является вполне приемлемым конечным продуктом распада, поскольку состоит из химических соединений, непригодных для питания микробов, грызунов и выплода мух. Отметим, что торф в смеси со щелочными агентами (известью, золой, фосфоритом), а также в смеси с навозом, фекалиями, компостом способен и далее биологически разлагаться вплоть до образования полноценного удобрения. Большое количество органических остатков (перегноя) превращает грунт в почву (и даже чернозём), в которой растения находят все необходимые элементы для корневого питания, включая азот. Однако сам углерод из органической составляющей почвы не потребляется, а улетучивается в ходе гниения в виде углекислого газа, который затем усваивается из атмосферы листьями в ходе фотосинтеза. Так что сам по себе органический углерод, как ни удивительно, в почве мало что даёт растениям (кроме разрыхления). А вот азот, калий, фосфор, натрий и многочисленные микроэлементы потребляются исключительно через корни, что и используется в гидропонике.

7.2. Схемы очистных сооружений

В самом общем случае с садового или дачного участка (из дома или коттеджа) в канализационные системы поступают сточные воды из ванной (душевой, банной) комнаты, из кухни, из туалетов. Все эти сточные воды имеют разный состав, но все они включают две фазы: твёрдую разного гранулометрического состава (из туалета крупные, из кухонной мойки и посудомойки средние, из ванны и стиральной машины самые мелкие по размеру твёрдые включения – хлопья) и жидкую (в том числе и мутную эмульсию или дисперсию). Каждый вид и каждая фаза сточных вод может очищаться по своему, но на практике обычно все сточные воды объединяются с получением консолидированного стока единого, но порой очень сложного химического состава. Поскольку дачнику (в отличие от горожанина) приходится в конечном счёте самому принимать решение о способе утилизации сточных

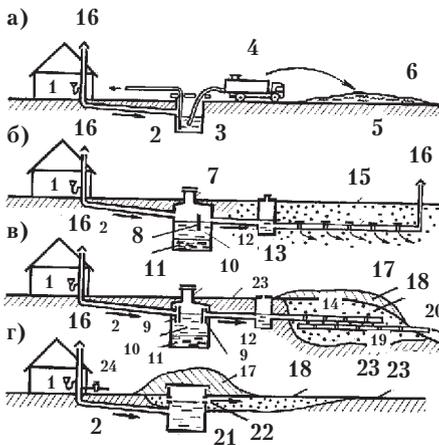


Рис. 207. Принципиальные схемы сбора, удаления и обезвреживания бытовых нечистот и сточных вод: а – вывоз нечистот при помощи ассенизационного транспорта, б – сплавная канализация со сбросом очищенных в септике сточных вод в поля подземной фильтрации, в – сплавная канализация со сбросом очищенных в септике сточных вод в фильтровальную траншею или в песчано-гравийный фильтр, г – упрощенная схема с отстойником и песчано-гравийным фильтром-траншеей беструбной. 1 – сливное устройство с гидрозатвором (раковина, поддон, унитаз и т. п.), 2 – канализационная труба для вывода сточных вод из здания, 3 – выгребной колодец (выгребная яма), 4 – ассенизационная машина (автоцистерна с вакуумным насосом), 5 – поля ассенизации (распаханные земельные участки), 6 – выгруженный слой нечистот (жидких отходов), 7 – септик (отстойник), 8 – гидрозатвор (щит) для задержки плавающих нечистот, 9 – гидрозатворы (тройники) для задержки плавающих нечистот, 10 – осветленная сточная вода, 11 – выпавший осадок органических веществ (ил), 12 – канализационная труба для вывода осветленных (очищенных) сточных вод, 13 – фильтрующий колодец (распределительный колодец), 14 – труба оросительной системы, 15 – песчаные поля подземной фильтрации (подземной аэрации), 16 – вентиляционные стояки, 17 – слой торфа, покрытый слоем грунта, 18 – фильтрующий слой из крупнозернистого песка, гравия, щебня, котельного шлака, 19 – труба дренажной системы, 20 – вывод очищенной воды в водоем, 21 – отстойник из 1–2 бетонных колец с бетонированным дном и отверстиями на 0,2 м ниже уровня грунта, 22 – выводные отверстия диаметром 10–20 мм (20–100 штук), 23 – глинистый грунт, 24 – аварийный сливной кран, 25 – стационарно установленная стальная труба для подключения шланга ассенизационной машины в удобном месте.

вод, то он должен руководствоваться требованиями СанПиН 2.1.7.573-96 «Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения» (даже в случае вывоза сточных вод).
 Простейшая схема утилизации – ассенизационная (рис. 207а). Она заключается в сборе всех сточных вод без исключения в герметический колодец 3, например, в бетонную или металлическую ёмкость (кессон) или, в крайнем случае, яму с глиняными утрамбованными стенами, примерно так же, как и в случае дворовых выгребных уборных. Все трубы и ёмкости вентилируют 16, устройства слива оборудуются гидрозатворами для предотвращения распространения запахов. При накоплении сточных вод периодически (1–2 раза в год или чаще) вызывают ассенизационный автомобиль 4, который высасывает под вакуумом (разряжением) жидкие отбросы в транспортную цистерну. При накоплении на дне колодца 3 плотного слоя ила, насос автомобиля имеет возможность создавать в шланге не разряжение, а на-

сос автомобиля имеет возможность создавать в шланге не разряжение, а на-

сос автомобиля имеет возможность создавать в шланге не разряжение, а на-

оборот, избыточное давление и размывать жидкостью из цистерны илистый слой, перемешивая содержимое колодца. Технология перегруза хорошо отработана, а ассенизационные службы на селе продолжали действовать бесперебойно даже в сложные годы становления рыночных отношений.

Дачника обычно не интересует, куда вывозятся отходы ассенизационной машиной. Но с методической точки зрения важно понимать, что в соответствии с официальной технологией нечистоты должны сбрасываться на предварительно перепаханные поля ассенизации равномерным слоем толщиной до 10 см. При этом органические вещества перегнивают именно на поле (почвенный метод), а не в выгребной яме. Поля ассенизации озеленяют и используют в таком режиме: первый год – загрузка, второй – выращивание кормовых трав, третий – выращивание кормовой столовой свёклы, четвёртый – картофеля. Недопустимо выращивать на этих полях помидоры, огурцы, редис, салат и другие овощи, употребляемые в пищу без тепловой обработки в основном ввиду опасности распространения яиц гельминтов (глистов). Ясно, что при малом количестве отходов их можно примерно как-то так же использовать на самом дачном участке. Чаще всего это осуществляется методом компостирования: отбросы черпаками извлекаются из выгребного колодца, но не разбрасываются как попало на больших площадях, а выкладываются на слои торфа на компостной площадке (или в сухой яме), прикрываются торфом и перелопачиваются так, чтобы обеспечивалась хорошая аэрация. В правильно организованном компосте за счёт жизнедеятельности аэробных микробов температура повышается до 50–70°C, что обеспечивает надёжное уничтожение яиц гельминтов.

Несмотря на свою простоту, ассенизационная схема до сих пор является для многих дачников необычной, поскольку выгребные устройства до 1997 года на садовых участках не допускались. Выгребной колодец является хранилищем нечистот, которое может представить опасность при половодьях (затоплениях), при растрескивании стенок, при переполнениях. Поэтому в соответствии с п. 8.7 СНиП 30-02-97 во избежание претензий соседей месторасположение и конструкцию выгребного колодца необходимо согласовать с органами по охране подземных вод и с санитарно-эпидемиологическими службами в составе проекта застройки участка. При этом следует иметь в виду, что выгребной колодец должен располагаться никак не ближе 12 метров от дома, 8 метров от колодца водоснабжения и 4 метра от границы соседнего участка. В соответствии с СП11-106-97 рекомендуется избегать устройства люфт-клозетов (тем более со сливом хозяйственно-бытовых вод), а значит и выгребных колодцев (выгребных уборных), при высоком уровне грунтовых вод – 1,5 м и выше. Если уровень почвенных вод близко от поверхности земли, то есть опасность залива и переполнения выгребного колодца и распространения нечистот.

Не углубляясь в этот непрофильный для нас вопрос, отметим, что проектировщики считают более рациональными на садовых и дачных участках децентрализованные системы канализации, чтобы «размазать» стоки и сбросы по территории разными компостными кучами и фильтрующими траншеями. Вместе с тем, при благоприятных грунтовых условиях (пески, супеси, мелкие суглинки) и низком уровне стояния грунтовых вод СП11-106-97 допускает использование на садовых участках даже септика с сооружениями подземной фильтрации (фильтрующий колодец, фильтрующая кассета, песчано-гравийный фильтр).

Септик представляет собой ёмкость 7 (отстойник) с водонепроницаемым дном и стенками и с объёмом, равным двум-десяти суточным объёмам сброса вод (то есть сточные воды проходят септик в течение 2–10 суток). Септик устроен так, что за счёт поверхностных гидрозатворов 8 или 9 удерживает (не выпускает) ни плавающие, ни тонущие твёрдые включения. Удерживаемая твёрдая фаза за время хранения до 6–12 месяцев сгнивает (точнее, сбраживается за счёт анаэробных бактерий и грибов), превращается в так называемый активный ил 11, который вывозится ассенизационной машиной или компостируется (стабилизируется на воздухе в удобрение) прямо на участке. Таким образом, септик является выгребной ямой, из которой постоянно выводится жидкая фаза. А поскольку её всегда много больше, чем твёрдой фазы, то септик может иметь много меньшие размеры (габариты), чем выгребной колодец.

Что касается осветлённых в септике вод, то их можно, конечно, накапливать в каком-либо большем колодце для последующего вывоза, но это невыгодно, поскольку представляло бы собой по существу то же решение, что и на рисунке 207а. Можно также накапливать воды в каком-либо небольшом колодце и продувать его воздухом для обеспечения жизнедеятельности аэробных бактерий, но это делают лишь на крупных городских станциях биологической очистки сточных вод, хотя аэротенки уже начинают появляться в коттеджах России. Проще всего сточные воды в дачных условиях просто «по-русски» вылить на землю, но только так, чтобы они не остались на поверхности в виде тухнущего болота (обиталища мух), и поступили бы в некий глубинный слой 5–50 см, где нет губительного для бактерий ультрафиолета, но вполне достаточно воздуха для жизни бактерий. Этот слой земли (почвы, песчаного грунта) должен быть свободен от высоких грунтовых вод так, чтобы поступающая сточная вода растекалась бы по сухим крупинкам (песчинкам) земли тонким легко окисляемым слоем (поверхностной плёнкой). Иными словами, в качестве резервуара используется сама земля. Если она глинистая (водонепроницаемая), то надо искусственно создать водопроницаемый слой (из песка, торфа и т. п.), и этот слой называют фильтрующей траншеей, полем фильтрации, участком аэрации и т. п. В конечном счёте пе-

ред дачником стоит задача вывести воду с участка не канавой или болотистым потоком (что запрещено), а завести воду в верхний слой земли и так вывести за пределы своего участка. Ясно, что если сточная вода при этом углубится слишком глубоко, то процессы аэрации (за счёт аэробных бактерий) замедлятся, и сточная вода к тому же может поступить в водоносный слой, питающий питьевые колодцы.

В соответствии с этими соображениями сточные воды сбрасывают в фильтрующий колодец 13, имеющий проницаемое дно и отверстия в стенках. Если скорость просачивания в грунт оказывается слишком малой (а это случается очень часто, особенно при постепенной забивке пор грунта грязью из сточной воды), то колодец 13 используют в качестве распределительного устройства: во все стороны от колодца или в одну сторону рядами в определённом (безопасном для населения) направлении в песчаном грунте роют траншеи, в них закладывают керамические или асбоцементные оросительные трубы 14, водовыводящие стыки труб прикрывают сверху водостойким мягким материалом (желательно водонепроницаемым), после чего трубы засыпают сначала гравием, а потом песком (рис. 2076). Получается поле подземной фильтрации вод, обеспечивающее вывод воды из труб в искусственный песчано-гравийный грунт. Песок при этом не просто впитывает воду. Песок при фильтрации задерживает в своём объёме взвешенные органические частицы сточных вод и с помощью аэробных бактерий (которые есть повсюду) и газообразного кислорода (в составе воздуха, глубоко диффундирующего в относительно сухой песок из атмосферы) преобразует их в перегной (гумус), частично потребляемый растениями, произрастающими на поле фильтрации. Поэтому поля подземной фильтрации иногда называют полями подземной аэрации. Если грунт не песчаный (или песчаный, но не имеющий выхода в удалённые низины, овраги, реки), то фильтрующий колодец и поля подземной фильтрации устраивать бесполезно (более того, запрещено), поскольку будет происходить постепенное заболачивание местности загрязнёнными водами. В этом случае необходимо предусматривать дополнительные мелиорационные работы по осушению места сброса вод. Комплексные решения называются фильтрующей траншеей или песчано-гравийными фильтром (рис. 2076), они отличаются конструктивными схемами расположения труб. При производстве фильтрующей траншей в глинистом грунте роют траншею, в неё закладывают сначала дренажную (водовпитывающую) трубу 19 (керамическую, асбоцементную с разрезами для поступления воды), закапывают крупным песком или песчано-гравийной смесью (ПГС – продуктом карьерной разработки), а потом на расстоянии порядка одного метра вверх (выше дренажной трубы) закладывают оросительную трубу 14, по которой в песок подаётся сточная вода из септика 7. Оросительную трубу также засыпают песчано-гравийной смесью 18, а

сверху для утепления насыпают слой торфа 17 или перегноя (для лучшей аэрации) и слой глины (грунта) для предотвращения проникновения значительных количеств ливневых вод от атмосферных осадков. Дренажную трубу 19 обязательно выводят в нижерасположенные овраг, канаву, канал, водоём. При производстве песчано-гравийного фильтра оросительная и дренажная трубы расположены и засыпаны фильтрующим слоем песчано-гравийной смеси точно так же. Точно так же происходит фильтрация и аэрация и вывод чистой воды. Единственным отличием является то, что трубы заложены не в траншею, а в котлован (с шириной, сопоставимой с длиной), что даёт возможность расположить целую систему параллельных оросительных и дренажных труб в одном песчаном массиве, что повышает производительность и снижает стоимость изготовления очистной системы.

В последние годы в России вместо септиков (с анаэробными бактериями) в загородных домах стали применять аэротенки (с аэробными бактериями). Грубо говоря, чтобы из септика сделать аэротенк, надо организовать постоянный дозированный мелкопузырчатый продув воздуха через жидкость, например, с помощью электронасоса. Это приводит к усложнению конструкции (поскольку требует постоянного электропитания, а может быть, и термостатирования аэротенка при оптимальной температуре), но за счёт много более высокой активности аэробных бактерий позволяет снизить размеры отстойника и повысить степень очистки до 95–98% при полном отсутствии дурного запаха. Для ориентировки приведём характеристики пластмассовых аэротенков типов «Астра», «Циклон» и «ЮБАС» производства России (на основе технологии Чехии):

Максимальная суточная производительность, м ³ /сутки	Мощность электрическая, ватт	Вес, кг (длина×ширина×высота)	Габариты, м
1,0	60	250	1,0×1,0×2,3
1,6	60	380	1,5×1,0×2,3
2,0	80	450	2,0×1,0×2,3
3,0	100	480	2,0×1,0×2,3
4,0	160	530	2,0×1,5×2,3
6,0	180	600	2,0×2,0×2,3
7,0	240	690	2,9×2,0×2,5
9,0	400	850	3,0×2,0×2,5
12,0	450	1050	4,0×2,0×3,0
16,0	700	1400	3,0×4,0×3,0

Ещё более перспективной является аэробно-аноксидная очистка с циклически прерываемой активностью за счёт периодически прерываемой аэра-

ции с искусственным перемещением (SBR – реактор). Эффективность технологии объясняют тем, что активные бактерии, выделяющие ферменты, при прекращении подачи воздуха склеиваются в хлопья и оседают на дно, а малоактивные бактерии остаются в виде взвеси и поедаются простейшими многоклеточными (инфузориями, жгутиковыми, амёбами, коловратками и т. п.). Это позволяет омолаживать бактериальную массу.

Все эти ультрасовременные методы тем не менее никак не могут снизить объём жидкой фазы, столь сложно удаляемой в грунт.

7.3. Очистные устройства малой мощности

Несмотря на многочисленные трудности создания, местная канализация является настолько большим благом, что редкий садовод не пытается как-то приспособиться, лишь бы не выносить сточную воду вёдрами по несколько раз в день. Как мы уже отмечали, основной трудностью является очистка и отвод жидкой фазы бытовых отходов. Из любой кухонной мойки, из любой ванны или бани и даже из унитаза, так сильно меняющего быт дачников и садоводов, истекает в основном вода. Поэтому главной задачей дачника является экономное расходование воды для облегчения утилизации сточных вод. Именно поэтому строительные нормы и правила СНиП 30-02-97 запрещают ввод водопровода в дачные и садовые дома (а также использование двухконтурных газовых котлов для нагрева воды) в отсутствие должной местной канализации или централизованной поселковой системы канализации. В связи с этим ещё раз особо подчеркнём, что все многочисленные литературные советы по отводу сточных вод в канавы и в овраги абсолютно неприемлемы и запрещены без обезвреживания и очистки. СНиП 30-02-97 допускает в принципе сброс хозяйственных сточных вод (кухня, стирка) в наружный кювет по специально организованной канаве, но при обязательном согласовании в каждом отдельном случае с органами санэпиднадзора. Сброс и обработку стоков душа, бани, сауны и хозяйственных сточных вод в соответствии со СНиП 30-02-97 следует производить в фильтровальной траншее с гравийно-песчаной засыпкой или других очистных сооружениях, расположенных на расстоянии не ближе 4 м от границы соседнего участка.

Прежде всего отметим, что всесезонные (зимние) очистные сооружения даже малой мощности (менее 0,5 м³ в сутки) могут оказаться рядовому дачнику и садоводу недоступными и по цене, и по специфике грунтов и рельефа местности. Что касается сезонных (летних) систем сброса сточных вод, то здесь вариантов может быть много.

Во-первых, необходима фильтровальная траншея (или котлован) с объёмом не менее 1,5 м³ песка на суточный сброс до 200 литров воды и 6 м³ пес-

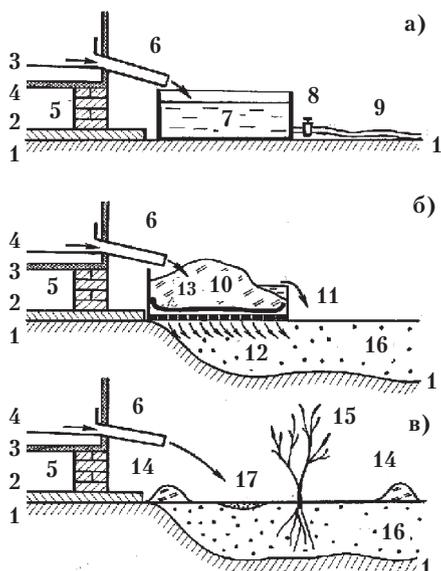


Рис. 208. Схемы сбора и обработки стоков бани, сауны, душа на садовом и дачном участке: а – ассенизационная схема, б – схема компостирования, в – схема прямого сброса в фильтровальную траншею. 1 – грунт (почва), 2 – бетонная плита фундамента, 3 – ограждающие конструкции бани (полы, стены), 4 – поддон банный, 5 – цокольные столбики, 6 – сливной выпуск из поддона, 7 – бак-накопитель, 8 – кран шаровой, 9 – шланг поливочный, 10 – компостная куча (торф, старый перегной, песок, доломитовая мука), 11 – перелив очищенной (осветленной) сточной воды, 12 – фильтрующее дно, 13 – фильтрующая мембрана (войлок, лавсановая или капроновая ткань, нетканый синтетический материал, поролон и т. п.), 14 – обваловка места слива сточной воды, 15 – озеленяющий кустарник, 16 – фильтрующая траншея (песчано-гравийный фильтр), 17 – пятно слива (место поступления сточной воды в фильтровальную траншею).

ка на суточный сброс до 500 литров воды (без залповых сбросов, например, из ванны). Во-вторых, чтобы сохранилась проектная величина фильтрующей способности песка 50–100 л/м²-сутки, необходимо очищать воду от осадков. Например, мыслимы следующие варианты сугубо летних «микроустройств» для очистки сточных вод из садовых домиков и бань (рис. 208). Можно собирать весь суточный слив в накопительную ёмкость 7 и изучить, что же вы сливаете из бани, проверить, есть ли отстой, какова мылкость и т. п. При необходимости можно даже продезинфицировать, например, при серьёзном инфекционном заболевании дачника, или осветлить коагулянтами типа сернокислого алюминия за счёт образования студенистого геля гидрооксида алюминия. После отстоя вода (даже мыльная) может быть слита на огород (под картофель или свёклу) или, по крайней мере на газон, а в случае сильно загрязнённых вод в рядом расположенную фильтрующую траншею типа 16. Фильтрующую траншею можно изготовить следующим образом. Роется котлован глубиной 0,5 м, длиной не менее 3 м и шириной не менее 1 м и засыпается крупным песком или торфом (рис. 208в). Пятно слива 17 можно покрыть торфом, кучей сена, мешковиной для дополнительного улавливания твёрдых включений. Пятно слива можно обваловать 14 и периодически перекапывать (или отбрасывать верхний слой песка в компостную кучу и заменять свежим песком). Фильтровать можно и саму первичную сточную воду, например, полипропиленовой мешковиной или стальной сеткой, устанавливаемой на бак 7 и периодически очищаемой с от-

бросом осадка в компостную кучу. Можно воду из бани 6 сразу направить на пятно слива 17 (рис. 208в) или бак 7 трансформировать в фильтр 10 различной конструкции. В основе всех этих простейших решений лежит улавливание твёрдых включений (хлопьев, листьев, грязи) как и в септике, но с переработкой фазы не в анаэробных условиях, а аэробным компостированием.

Летний сброс сточных вод через трубу 6, расположенную на высоте не менее 30–70 см над землёй, очень удобен, поскольку позволяет и собирать стоки, и транспортировать их по шлангу или водоводу (лотку) в нужное место сброса. Такой высокорасположенный слив с разрывом струи работоспособен и зимой, причём нет опасений образования наледей высотой, способной перекрыть сливовой конец выпуска 6. Замёрзшие (и не поступившие зимой под землю) наледи на земле весной тают и смываются огромным количеством талых вод (без претензий со стороны возможно отсутствующих зимой соседей).

При количестве сточных вод до $0,5 \text{ м}^3$ в сутки (например, из ванны с залповыми выбросами) при летней эксплуатации можно использовать стационарные малозаглублённые ёмкости 21 (колодцы, баки-накопители, отстойники), обеспечивающие за счёт отверстий с стенок равномерное поступление сточных вод в песок (рис. 207). Роют котлован объёмом $5\text{--}6 \text{ м}^3$ глубиной до 1 метра и диаметром до 10 метров с пологими стенками. В центре котлована устанавливаются два бетонных кольца друг на друга с бетонированием дна. В образовавшийся колодец высотой до 2 метров вводится тем или иным образом труба 2, а в стенках организуются выпуски воды в песок в виде щели между кольцами или высверленных перфоратором отверстий 22. Затем котлован засыпается крупным песком и защищается от атмосферных осадков пологим слоем почвы и озеленяется. Накопительная ёмкость может эксплуатироваться по-разному: дачник может опробовать несколько вариантов (вплоть до установки гидрозатворов типа 8 или перелива воды через верхний срез колодца на поверхность фильтрующего слоя песка 18). Фактически ёмкость 21 является фильтрующим колодцем типа 13, но из неё можно легко периодически удалять всплывающие и тонущие нечистоты на компостирование. Зимой ёмкость 21 промерзает и использоваться не может, вода должна вычерпываться во избежание разрушения системы силами морозного пучения. Указанная схема не годится на грунтах с высоким стоянием грунтовых вод. Для механизации работ по периодическому опустошению ёмкости 21 может быть использован дренажный (или фекальный) электрический насос.